

Інженерії машин, споруд і технологій

Харчової біотехнології і хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Удосконалення рецептури здобних виробів
збагаченням мікробним метаболітом з проектуванням
цеху виробництва хлібобулочних виробів**

Виконав: студент 6 курсу, групи МХм-61
спеціальності 181- Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Вербіцька В.С.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Кухтин М. Д.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Кухтин М.Д.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Кухтин М. Д.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u> (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль
2024

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 – Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)

студенту Вербіцька Вікторія Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Удосконалення рецептури здобних виробів
збагаченням мікробним метаболітом з проектуванням
цеху виробництва хлібобулочних виробів**

Керівник роботи Кухтин Микола Дмитрович, д.в.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «08 » 10 2024 року № 4/7-975

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2024 року

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 аналіз властивостей трегалози та її можливе використання у
технології хлібобулочних виробів;

– оцінити вплив трегалози на властивості тіста під час виробництва
витушки «Запорізька»;

– провести оцінювання лабораторної випічки зразків витушки
«Запорізька» з трегалозою;

– визначити органолептичні показники зразків витушки «Запорізької» з
трегалозою;

– провести проектуванням цеху виробництва здобних виробів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
рисунки, таблиці, схеми, діаграми, креслення

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	29.01.24 р. – 24.05.24 р.	
2.	Складання схеми досліджень	17.06.24 р. – 28.06.24 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	01.07.24 р. – 31.07.24 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.08.24 р. – 30.08.24 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	02.09.24 р. – 20.09.24 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	23.09.24 р. – 11.10.24 р.	
7.	Закінчення написання розділів	14.10.24 р – 22.11.24 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	02.12.24 р	

Студент

(підпис)

Вербіцька В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	5
	Вступ	6
I	НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	10
1.	Аналітичний огляд літературних джерел	10
1.1.	Основні групи харчових добавок, що використовуються у технологіях хлібопекарства	10
1.1.1	Окисники та відновники	10
1.1.2	Емульгатори	13
1.1.3	Гідроколоїди	19
1.1.4	Консерванти	21
	Підсумки з огляду	24
1.2.	Матеріали і методи досліджень	26
1.2.1	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	26
1.2.2	Методи досліджень	27
1.3.	Результати досліджень та їх обговорення	28
1.3.1	Властивості трегалози та її можливе використання у технології хлібобулочних виробів	28
1.3.2	Оцінка впливу трегалози на властивості тіста під час виробництва витушки «Запорізької»	30
1.3.3	Проведення оцінювання лабораторної випічки зразків витушки «Запорізької» з трегалозою	35
1.3.4	Органолептичне оцінювання зразків витушки «Запорізької» з трегалозою	40

II	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	44
2.1	Вибір, обґрунтування і опис технологічної схеми	44
2.2	Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів	47
III	ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	48
3.1	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	48
3.1.1	Вихідні дані	48
3.1.2	Вибір та розрахунок продуктивності печі	50
3.1.3	Розрахунок пофазних рецептур	51
3.1.4	Розрахунок виходу виробів	56
3.2.	Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	59
3.3.	Розрахунок площ складських приміщень для сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів, площ холодильних камер та складів готової продукції	62
3.4.	Розрахунок і вибір технологічного обладнання	64
3.4.1	Розрахунок обладнання для приготування рідких напівфабрикатів	65
3.4.2	Обладнання для розробки тіста	66
3.4.3	Розрахунок обладнання для н/ф	67
3.4.5.	Розрахунок місткості хлібосховища	67
3.5.	Технохімічний контроль виробництва	69
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	72
4.1	Охорона праці	72
4.1.1	Аналіз травм і травматизму на підприємствах харчової промисловості	72
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	75

4.2.1	Підвищення стійкості роботи підприємств харчової промисловості в воєнний час	75
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	79
	Список літератури	81
	Додатки	89

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 94 с., 9 рис., 16 табл., 76 джерел.

ВИТУШКА ЗАПОРІЗЬКА, ТРЕГАЛОЗА, ТЕХНОЛОГІЧНІ Й ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ВЛАСТИВСТІ ВИТУШКИ З ТРЕГАЛОЗОЮ.

Об'єкт дослідження – здобні вироби, трегалоза, кислотність, газоутворювальна здатність, питомий об'єм, пористість, крихкуватість, органолептичні властивості.

Мета роботи – удосконалити рецептуру витушки «Запорізької» шляхом збагачення її мікробним метаболітом – трегалозою з проектуванням цеху виробництва здобних виробів.

Методи досліджень: патентно-аналітичні (огляд літературних публікацій щодо харчових добавок, які можна додавати до здобних виробів з метою підвищення їх поживності, свіжості й терміну придатності); технологічні (кислотність, газоутворювальна здатність, питомий об'єм, пористість, крихкуватість); органолептичні (смак й аромат, консистенція, загальний вигляд); статистичні.

Удосконалено рецептуру витушки Запорізької шляхом заміни цукру на мікробний метаболіт – трегалозу, досліджено вплив різних концентрацій трегалози на технологічні показники тіста. Встановлено, що заміна цукру у рецептурному складі витушки «Запорізька» на трегалозу забезпечує інтенсивніші бродильні процеси, зокрема кислотність на завершення процесу бродіння у зразках витушки з трегалозою була на 0,3 – 0,5 град більша, ніж у виробі з цукром. Також у дослідних зразках витушки з трегалозою газоутворювальна здатність була вища на 82,1 - 134,5 см³/100 г, ніж у контролі. Запропоновано технологію витушки «Запорізька» з трегалозою, яку можна впроваджувати у виробництво, оскільки за смаковими властивостями вона не поступається витушці з цукром. До того ж витушка з трегалозою менше піддається черствінню під час зберігання.

Вступ

Актуальність теми. Захоплення солодкими харчовими продуктами та напоями є людською слабкістю, як перші, так і другі споживається далеко за межі їхньої цінності для вгамування голоду та спраги. Солодкість найчастіше асоціюється з сахарозою, і це найпоширеніший підсолоджувач у світі, хоча протягом багатьох років його критикували з огляду на його внесок у ожиріння, карієс та інші захворювання [54]. Хоча глюкозні (і фруктозні) сиропи широко використовуються для заміни сахарози в харчових продуктах, це значною мірою економить кошти і не вирішує багатьох проблем, які пов'язані зі споживанням «цукру» [54].

За останні 40 років був розроблений і проданий широкий асортимент замінників цукру. До них належать масові підсолоджувачі – поліоли, які замінюють сахарозу та глюкозу у співвідношенні один до одного, і потужні підсолоджувачі, де кілограм цукру в харчовому продукті можна замінити кількома грамами дуже солодкого матеріалу. У випадку високоефективних підсолоджувачів це призвело до розвитку паралельної галузі для забезпечення інгредієнтами, які можна використовувати разом із підсолоджувачем, щоб зберегти «основну масу» традиційного продукту. Зовсім недавно цукри з багатьма властивостями масових підсолоджувачів і підсилювачів солодкого смаку, які підвищують ефективність солодких сполук, стали новими доповненнями на ринок [54, 61].

Заміна цукру в продуктах харчування дала нам новий погляд на здорову їжу, такі заяви, як «без цукру», «без додавання цукру» та «знижена калорійність» експлуатуються виробниками продуктів харчування для підвищення попиту. Використання інгредієнтів для поліпшення харчового статусу харчового продукту є одним з основних рушійних сил для розробки нових продуктів, а заміна цукру все ще розглядається як сфера для розвитку [54].

Трегалоза може бути використана як наповнювач для заміни сахарози у розрахунку один до одного. Додатковою перевагою є те, що трегалоза має чудову хімічну стабільність і має ряд корисних фізіологічних властивостей для організму споживачів. Трегалоза гідролізується на дві молекули глюкози за допомогою специфічного ферменту – трегалази, який знаходиться на поверхні щіткової кайми в тонкій кишці [62]. Метаболізм трегалози, яка надходить з харчовими продуктами всередину, нагадує метаболізм мальтози, які обидва всмоктуються у вигляді глюкози та забезпечують приблизно 4 ккал/г [63]. Проте профіль метаболізму, дещо відрізняється від профілю інших сахаридів, і це може забезпечити певний сприятливий ефект, якого не мають інші сахариди. Зокрема дослідники вказують, що споживання трегалози призводить до нижчої глікемічної та інсулінемічної реакції, ніж інші моно- та дисахариди [55]. Загальні результати виявили що прийом трегалози супроводжується значно зниженням і відстроченим піком глюкози, і трегалоза окислювалася зі швидкістю приблизно на 27 % нижчою, ніж мальтоза. Загальне окислення жиру було значно знижене ($p < 0,05$) порівняно з випробуванням у воді, але, як правило, було вищим ($p < 0,06$), ніж під час споживання мальтози [50].

Також повідомляється, що трегалоза має багатофункціональний ефект, яким не володіють інші сахариди, вона використовується для ряду унікальних застосувань у харчовій промисловості. Також було продемонстровано, що трегалоза має фізіологічні ефекти, які можуть мати користь для здоров'я людини. Застосування трегалози не обмежується харчовою промисловістю, але використовується в широкому спектрі косметичних продуктів, включаючи зволожувачі, і в комерційних фармацевтичних продуктах, щоб допомогти стабілізувати білкову медичну терапію [64]. Хоча спочатку трегалоза розглядалася, як рідкісний цукор через її значну вартість, на даний час великомасштабне виробництво зробило трегалозу такою ж доступною, як і інші поширені сахариди. Нові властивості трегалози, ймовірно, призведуть до набагато більшого застосування в

продуктах харчування в майбутньому. Тому дослідження з апробування введення трегалози у хлібобулочні вироби носять інноваційний характер і можуть покращувати їх властивості.

Мета і завдання досліджень.

Метою роботи було удосконалити рецептуру витушки «Запорізької» шляхом збагачення її мікробним метаболітом – трегалозою з проектуванням цеху виробництва здобних виробів.

Для виконання мети було поставлені наступні завдання:

- провести аналіз властивостей трегалози та її можливе використання у технології хлібобулочних виробів;
- оцінити вплив трегалози на властивості тіста під час виробництва витушки «Запорізької»;
- провести оцінювання лабораторної випічки зразків витушки «Запорізької» з трегалозою;
- визначити органолептичні показники зразків витушки «Запорізької» з трегалозою;
- провести проектування цеху виробництва здобних виробів.

Об'єкт дослідження – здобні вироби, трегалоза, кислотність, газоутворювальна здатність, питомий об'єм, пористість, крихкуватість, органолептичні властивості.

Предмет дослідження: динаміка зміни технологічних й органолептичних показників витушки «Запорізька» за додавання у її рецептурний склад різної кількості трегалози.

Методи досліджень: патентно-аналітичні (огляд літературних публікацій щодо харчових добавок, які можна додавати до здобних виробів з метою підвищення їх поживності, свіжості й терміну придатності); технологічні (кислотність, газоутворювальна здатність, питомий об'єм, пористість, крихкуватість); органолептичні (смак й аромат, консистенція, загальний вигляд); статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Удосконалено рецептуру здобних виробів шляхом додавання у їх склад мікробного метаболіту – трегалози для покращення технологічних показників, смакового й ароматичного спектру та збільшення терміну свіжості продукту. Встановлено, що за технологічними й органолептичними показниками найоптимальніша є витушка, яка містить 8 – 10 % трегалози у своєму складі.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано технологію витушки «Запорізька» з трегалозою, яку можна впроваджувати у виробництво, оскільки за смаковими властивостями вона не поступається витушці з цукром. До того ж витушка з трегалозою менше піддається черствінню під час зберігання.

Особистий внесок здобувача. Здобувач самостійно опрацьовував літературні джерела щодо харчових добавок, які можна додавати до здобних виробів з метою підвищення їх поживності, свіжості й терміну придатності, сформував мету кваліфікаційної роботи, визначив завдання, склав план досліджень, провів експерименти, проектні розрахунки та оформив дослідження у магістерську роботу.

Апробація результатів. Участь на XIII Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 11-12 грудня 2024 року / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 11-12 грудня 2024 р.). (Додаток А).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи було опубліковано одні тези конференції (Додаток А)

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, розділів дослідної та розрахунково-графічної частини, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літератури та додатків. Магістерська робота має 94 сторінки та містить 16 таблиць, 9 рисунків. Перелік літератури складається з 76 джерел.

РОЗДІЛ І

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1. Основні групи харчових добавок, що використовуються у технологіях хлібопекарства

Основними класами добавок, що використовуються у хлібопекарстві, є: 1) окислювачі/відновники; 2) емульгатори; 3) гідроколоїди; та 4) консерванти. Максимально дозволені дози можуть відрізнятися залежно від застосування та від країни, де ці добавки дозволені, оскільки законодавство в різних країнах щодо застосування харчових збагачувачів штучного й природного походження відрізняється між собою. Зазвичай орієнтуються на нормативно-правові документи, які затверджені об'єднаним комітетом експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок (JECFA); комітетом з Кодексу Аліментаріус; Управлінням з контролю за продуктами й ліками (FDA) та Європейським агентством з безпечності харчових продуктів (EFSA). Міжнародна система нумерації, яка була створена в Європейському Союзі, присвоює Е-номера всім дозволеним харчовим добавкам, і вони використовуються у багатьох країнах світу для полегшення їх ідентифікації [1, 2].

1.1.1. Окисники та відновники

Окислювачі та відновники зазвичай включають для сприяння розвитку глютенової мережі [3]. Оксиданти покращують стабільність і еластичність тіста, яке стає міцнішим, збільшуючи при цьому підйомну силу тіста в духовці та до того ж зернистість м'якушки стає дрібнішою. Вони діють на білки клейковини борошна, тобто окиснювані тіольні ($-SH$) групи, створюючи додаткові дисульфідні зв'язки ($S-S$) [4]. Окисні ферменти, такі як глюкозооксидаза та гексозооксидаза, зараз використовуються для заміни або

підтримки дії традиційних окисно-відновних матеріалів [5, 6]. Відновники мають протилежний ефект, але можуть допомогти оптимізувати формування глютенової мережі.

1.1.1.1. Азодикарбонамід (E927)

Азодикарбонамід (АКМ) є швидкодіючим окислювачем. Його дія полягає в окисненні вільних тіолових груп ($-SH$) білків борошна та зміцненні тіста. Ця дія є особливо ефективною для зміни властивостей тіста борошна низької якості, наприклад, шляхом покращення процесу обробки та властивостей утримання газу. Застосування АКМ в дозволених дозах збільшує об'єм хліба та покращує властивості м'якушки, але передозування зменшує об'єм буханки [7, 8].

Азодикарбонамід є субстанцією для прискорення дозрівання, який використовується в борошняних преміксах і забезпечує негайне окислення при додаванні води. Додається в міксер на ранніх стадіях процесу випічки. Азодикарбонамід додають у дозах 10 – 40 мг/кг (відносно маси борошна) [7]. Використання АКМ заборонено в країнах ЄС, але його інтенсивно використовують у багатьох країнах. Основною причиною заборони є утворення в продукті реакції семікарбазиду, який міститься в м'якуші та скоринці хліба, що становить небезпеку для здоров'я споживачів. Використання окислювачів залежить від законодавства, якості борошна та процесу виробництва. У країнах Європи дозволена лише аскорбінова кислота [7, 9].

1.1.1.2. Аскорбінова кислота (E300)

Аскорбінова кислота широко використовується як покращувач у хлібопекарській промисловості. У деяких країнах це єдиний дозволений покращувач окислення тіста. Він має проміжну швидкість реакції, і його ефект помітний у камері розстоювання. Його ключовим механізмом дії є сульфгідрильна/дисульфідна реакція, яка відіграє важливу роль у реологічних властивостях хлібопекарських систем [5]. Аскорбінова кислота

сама по собі є відновником. Однак у присутності кисню та ферменту аскорбінової кислоти – оксидази, яка природно міститься в пшеничному борошні, вона перетворюється на свою дегідроформу, яка бере участь в реакціях окислення, стабілізуючи мережу клейковини [7]. Її вплив на клейковину та тісто полягає в зменшенні розтяжності та збільшенні еластичності, надаючи кращий об'єм, форму та більш тонку та однорідну текстуру готовому хлібу [10, 11]. Застосовується аскорбінова кислота в хлібі в кількості від 50 до 200 мг/кг (відносно маси борошна).

Деякі рослини та фрукти мають високий рівень аскорбінової кислоти, і це дає можливість використовувати їх для забезпечення потреб аскорбінової кислоти в хлібобулочних виробках. Це має перевагу в тому, що хімічно синтезована версія має Е-номер і повинна бути зазначена на етикетці як аскорбінова кислота, вітамін С або E300, тоді як рослинні або фруктові продукти декларуються як інгредієнти [7].

1.1.1.3. L-цистеїн (E920)

L-цистеїн є відновником або відновлювачем із зворотним ефектом до окислювачів. Це амінокислота, яка містить у своїй молекулі вільну –SH-групу, яка розриває дисульфідні зв'язки між глютенотворюючими білками, зменшуючи кількість поперечних зв'язків. Отримане тісто м'якше, має меншу еластичність і більшу розтяжність. L-цистеїн, який використовується окремо від окисників не буде корисним для системи тіста, оскільки це призведе до хліба з низьким об'ємом і грубою структурою м'якушки [7, 10].

Перевагами використання L-цистеїну є покращена оброблюваність, коротший час змішування та скорочений час розстоювання [7, 12], процес, який називається активованою розробкою тіста. Під час активованої розробки тіста відновники перетворюють глютеніни з високою молекулярною масою у менші молекули під час змішування. Додаткові окислювачі, які додані до тіста, знову утворюють більші молекули під час розстоювання, відновлюючи бажані характеристики тіста для розпікання. L-

цистеїн відкриває дисульфідні зв'язки під час змішування (менше енергії), тоді як аскорбінова кислота закриває залишки зв'язків. Доданий окислювач не повинен бути сильним, інакше L-цистеїн буде окислюватися до цистину (який є тістозміцнювачем) [4]. Оскільки L-цистеїн розслаблює структуру клейковини під час процесу замшування та покращує бродіння тіста, коли температура тіста є не оптимальною. L-цистеїн можна використовувати для зменшення робочих витрат, таким чином допомагаючи контролювати кінцеву температуру тіста [10]. Дозування L-цистеїну варіюється від 50 до 300 мг/кг від маси борошна.

Нині доступні «природні» альтернативи синтетичному L-цистеїну, які базуються на інактивованих дріжджах. У цьому випадку відновлюючий ефект базується на суміші глутатіону та протеолітичних ферментів, що вивільняються з пошкоджених дріжджових клітин [10, 13].

1.1.2. Емульгатори

Емульгатори – це звичайні добавки, які використовуються у хлібопекарстві, і їх можна класифікувати за двома основними функціями:

- 1) пом'якшувачі м'якушки;
- 2) кондиціонери для тіста або зміцнювачі клейковини.

Моно- та дигліцериди є основними прикладами першої групи, тоді як ефіри діацетилвинної кислоти (ЕДВК) моно- та дигліцеридів (ЕДМД) і полісорбат є двома яскравими прикладами другої групи. Лактилати можна класифікувати як такі, що виконують обидві функції.

Емульгатори часто оцінюють за їх фізико-хімічними властивостями. Концепція гідрофільного/ліпофільного балансу є найбільш широко використовуваною концепцією, хоча й не дуже поширеною в хлібопекарській промисловості [14].

1.1.2.1. Моно- та дигліцериди (E471)

На моно- і дигліцериди та їх похідні припадає близько 70 % виробництва харчових емульгаторів у світі. Загалом, хлібопекарство є

сферою найбільшого застосування. Приблизно 60 % усіх моногліцеридів використовується в хлібобулочних виробках – 40 % у хлібі та 20 % у бісквітних тортах і тістечках [14, 15, 16].

Моно- та дигліцериди, як правило, отримують шляхом естерифікації (гліцеролізу) тригліцеридів гліцерином, що дає суміш моно-, ди- та тригліцеридів. Твердість моногліцериду в основному визначається твердістю харчового жиру, з якого був виготовлений моногліцерид [14]. Оскільки моногліцериди є функціональною частиною для підвищення їх концентрації можна провести молекулярну дистиляцію. Вміст моногліцеридів у комерційно дистильованих моногліцеридах зазвичай становить 90 – 95 % [14]. Зазвичай у моногліцеридах присутні дві кристалічні форми: альфа і бета. Альфа-форма є найбільш функціональним типом моногліцеридів у хлібобулочних виробках. Моногліцериди, що продаються для хлібопекарського виробництва, включають пластикові, гідратовані, порошкоподібні та дистильовані моногліцериди [17, 18].

Моногліцериди мають ліпофільний характер і тому їм присвоюється низьке число жирних кислот (3–6). Вони розчиняються в олії та стабілізованих емульсіях вода-в-маслі, утворюючи зворотні міцели в олії. Будь-яка функціональність моногліцеридів та інших емульгаторів у хлібобулочних виробках залежить від диспергованих властивостей емульгаторів під час замішування тіста. Факторами, які впливають на дисперсійність під час замішування тіста, є баланс між розміром частинок і твердістю або температурою плавлення моногліцериду [14]. Дистильовані моногліцериди вважаються субстратами, що запобігають черствінню хліба, оскільки вони пом'якшують м'якуш продукту після випікання і зберігають цю м'якість на початку терміну придатності. Вони діють шляхом зв'язування з амілозною фракцією пшеничного крохмалю при високих температурах типових для випікання. При цьому вони сповільнюють ретроградацію крохмалю під час охолодження та подальшого зберігання [10].

Дистильовані моногліцериди найбільше впливають на м'якість порівняно з іншими видами емульгаторів і менше впливають на об'єм буханки. В результаті виходить дрібна крихта зі значною еластичністю. Оптимальне дозування 0,2 % від маси борошна [4].

1.1.2.2. Діацетилвиннокам'яні ефіри моно- та дигліцеридів (ЕДМД) (Е472)

До складу ЕДМД входять похідні гліцерину, естерифіковані їстівними жирними кислотами та моно- та діацетилвинною кислотою [19, 20], які загальнодозволені до використання в харчових продуктах і як кондиціонери тіста для всіх хлібобулочних виробів, зокрема дріжджових виробів, в тоому числі й для білого хліба. Значення жирних кислот становить 8 – 10 ланцюгів. Оптимальне дозування становить від 0,25 до 0,50 % від маси борошна [4].

ЕДМД випускається у вигляді липкої в'язкої рідини або має консистенцію схожу на жири, або жовтий віск, або у формі пластивців чи порошку. ЕДМД є більш гідрофільним порівняно з моно- та дигліцеридами та його вихідними речовинами [19]. Якщо борошно, що використовується для випікання хліба, містить недостатню кількість білка або білка нижчої, ніж ідеальної якості, включення ЕДМД сприяє підвищенню продуктивності тіста під час виробництва (толерантність до якості сировини, механічна стійкість, прилипання до виробничого обладнання, толерантність до замішування та бродіння) [10].

Іонні емульгатори, такі як ЕДМД, пропонують величезну здатність до утворення водневих містків з амідними групами глютенів білків [19, 21]. Ефіри діацетилвинної кислоти (ЕДМД) швидко зв'язуються з гідратованими білками глютену, і, як наслідок, утворена мережа глютену стає міцнішою, розтяжнішою та еластичнішою, утворюючи однорідну та стабільну структуру газових клітин [22, 23, 24].

Складні ефіри ЕДВК покращують утримання газів, якщо їх додати до дріжджового тіста на основі пшеничного борошна. Вони сильно покращують

об'єм буханки та стабільність тіста, що забезпечує більш симетричний вигляд випеченого хліба. Зсередини хліб має більш дрібну газову коміркову структуру з тоншими клітинними стінками, що призводить до більш білих м'якушів і тоншої, більш рівномірної текстури, яка є м'якшою та пружнішою [10].

Для цільозернового та зернового хліба основною проблемою є руйнування мережі газових клітин більшими частинками, такими як висівки та насіння. Це можна вирішити шляхом додавання додаткової кількості пшеничної клейковини, використання ЕДМД (або ефірів ЕДВК) або використання комбінації обох [10].

1.1.2.3. Лактилати: стеароїллактилат кальцію (СЛК) (E482) і стеароїллактилат натрію (СЛН) (E481).

Ефіри лактилатної кислоти синтезуються з харчових жирних кислот і молочної кислоти. Для лактилатів як емульгаторів жирна кислота представляє неполярну частину, а іонний полімер молочної кислоти представляє полярну частину [22].

Стеароїллактилат кальцію (СЛК) і стеароїллактилат натрію (СЛН) є типовими кондиціонерами для тіста зі значеннями жирних кислот 8 – 10 і 10 – 12, відповідно. Обидва зазвичай використовуються у виробництві білого хліба і використовуються як зміцнювачі тіста. Крім того, вони діють як речовини, що запобігають черствінню, сприяють аерації та утворюють комплекси з крохмалю й білка. Оптимальне їх дозування 0,25–0,50 % від маси борошна [4].

Завдяки високій мірі гідрофільності лактилатні солі легко гідратуються у воді кімнатної температури. Солі натрію гідратуються швидше, ніж солі кальцію, надаючи СЛН і СЛК різні функціональні можливості в коротких процесах випічки [22].

Зміцнюючий ефект лактилатів пов'язаний з їхньою здатністю агрегувати білки, що допомагає у формуванні глютенкової матриці.

Вважається, що вони взаємодіють з білками через: – гідрофобні зв'язки між неполярними ділянками білків і фрагментом стеаринової кислоти лактилатів; і – іонні взаємодії між зарядженими амінокислотними залишками білків і карбоксильною частиною лактилатів. У випадку хлібного тіста ці ефекти призводять до збільшення в'язкості тіста, кращого утримання газу та, зрештою, більшого об'єму хліба [22]. Вплив лактилатів на властивості тіста для обробки та об'єм витриманого тіста також пов'язаний з утворенням білкових комплексів. Під час розігрівання тіста на ранній стадії випікання лактилати переходять з білка на крохмаль. Покриття на крохмалі значно затримує клейстеризацію крохмалю, що зберігає низьку в'язкість і дозволяє додатково розширити тісто в духовці. Оскільки отримане тісто м'якше, ніж неемульговане тісто, це дозволяє застосовувати більш жорстку механічну обробку, не викликаючи незворотного пошкодження білка структура. СЛН і СЛК забезпечують дуже добрий ефект зміцнення дріжджового тіста [22]. СЛН посилює утримання газу в тісті, але менш ефективний, ніж інші емульгатори для зміцнення тіста, такі як ЕДМД. СЛН також впливає на розм'якшення м'якушки, подовжуючи термін зберігання завдяки зв'язуванню з амілозою, виявляючи дію подібну до дистильованих моногліцеридів. Однак харчові добавки та технологічні добавки, що використовуються в хлібопекарських виробках, як правило, віддають перевагу ЕДМД як кондиціонеру тіста для максимального утримання газу, і додають дистильовані моногліцериди на бажаному рівні, коли потрібна додаткова м'якість [10]. СЛН можна замінити на СЛК на подібних рівнях із подібним ефектом у хлібопекарстві. Необхідність зменшити вміст натрію в хлібобулочних виробках з міркувань здоров'я призвела до підвищеного інтересу до СЛК як замінника СЛН [10].

1.1.2.4. Полісорбати (E491–E496)

Полісорбати є похідними сорбітолу та входять до групи емульгаторів, відомих як сорбітанові ефіри, які можуть бути модифіковані на полісорбати [23].

Продукти групи полісорбатів є одними з найбільш гідрофільних або водорозчинних емульгаторів, які дозволені для харчових продуктів, завдяки довгому поліоксиетиленовому ланцюгу, тому додавання невеликих кількостей полісорбатних емульгаторів у воду спочатку призводить до різкого зниження міжфазного натягу [23, 25].

Унікальні якості кожного полісорбату пояснюються різними жирними кислотами, які використовуються в кожному продукті. Довжина ланцюга етиленоксиду контролюється в середньому на 20 молях і не змінюється між продуктами. [23].

Сорбітанові ефіри та полісорбати є емульгаторами, які регулюються керівними органами. Наприклад, на ринку в Північній Америці, де вони найбільш популярні, конкретне застосування цих сполук у продуктах харчування дозволено, втім рівень використання контролюється. Більшість полісорбатів використовується в хлібобулочних виробках. У більшості хлібобулочних виробництв полісорбати використовуються нижче 0,3 % від маси борошна [23, 26].

Полісорбати додають як зміцнювачі тіста для покращення якості випічки. Вони стабілізують тісто під час пізнього розстоювання та ранніх етапах випікання, коли відбувається велике навантаження на камери для надування. Їх використання приводить до отримання батонів більшого об'єму та дрібної однорідної структури м'якушки [23, 28]. Не дивлячись на їхні хороші результати у випіканні хліба та той факт, що полімеризовані форми етиленоксиду, які використовуються в полісорбатах, виявилися безпечними, вільний етиленоксид, що не прореагував, був класифікований Міжнародним комітетом як «канцерогенний для людини (категорія 1)». Агентство з дослідження раку – Науковий комітет Європейської комісії з харчових продуктів стурбований цими домішками.

Отже, навіть якщо потенційний ризик домішок у полісорбатах низький, відповідальний виробник харчових продуктів повинен знати про ці

проблеми. Виробникам харчових продуктів було б розумно купувати полісорбати від надійного постачальника [23, 29].

1.1.3. Гідроколоїди

Гідроколоїди широко використовуються в харчовій промисловості, оскільки вони змінюють реологію і текстуру водних систем. Ці добавки відіграють дуже важливу роль у харчових продуктах, оскільки вони діють як стабілізатори, загусники та гелеутворювачі, впливаючи на стабілізацію емульсій, суспензій та пін, а також модифікуючи желатинізацію крохмалю [4, 30].

Під час випікання відбувається клейстеризація крохмалю і коагуляція білка, закріплюється повітряна структура, отримана під час розквашування, утворюючи м'якуш хліба. Було з'ясовано, що набухання гранул може бути зменшено наявністю гідроколоїдів (особливо у високих концентраціях), які можуть взаємодіяти з молекулами, що вимиваються з гранул крохмалю, що призводить до ефекту жорсткості. Таким чином, завдяки цим взаємодіям наявність гранул позитивно впливає на структуру та текстуру м'якушки [31, 32]. У хлібопекарській промисловості гідроколоїди дуже важливі як поліпшувачі хлібопечення, оскільки вони підвищують оброблюваність тіста, покращують якість свіжого хліба та подовжують термін зберігання хліба, що зберігається. Їх слід використовувати в невеликих кількостях (менше 1 % від маси борошна). Вважається, що вони збільшують утримання води та об'єм буханки, одночасно зменшуючи твердість і ретроградацію крохмалю [4, 33, 34]. Використовуються такі полісахариди, як карбоксиметилцелюлоза, гуарова камедь і ксантанова камедь. зокрема як стабілізатори в хлібобулочних виробках [35, 36].

1.1.3.1. Ксантанова камедь (E415)

Ксантанова камедь є аніонним полісахаридом, який використовується для зміни реологічних властивостей харчових продуктів [3, 10]. Вона промислово виробляється з джерел вуглецю шляхом ферментації

грамнегативною бактерією *Xanthomonas campestris* [37]. За структурою це полімер з d-глюкозним основою. Бічні ланцюги трисахаридів, утворені глюкуроною кислотою, розміщеною між двома одиницями манози, пов'язані з кожною другою глюкозою основного полімерного ланцюга [38].

Карбоксильні групи в ксантановій камеді можуть іонізуватися, створюючи негативні заряди, збільшуючи в'язкість розчину у воді [3, 39].

Ксантанова камедь легко диспергується в холодній і гарячій воді, швидко утворюючи в'язкі розчини. Ці розчини стійкі до кислоти, солі та умов обробки при високій температурі та демонструють хорошу ефективність при низьких концентраціях, близько 0,1 % (від маси борошна). Крім того, продукти, що містять цю гумку, мають текучість, хороші смакові відчуття та адгезію. Ці переваги роблять ксантанову камедь придатним загусником, стабілізатором і суспендуючим агентом у багатьох продуктах харчування [37]. У хлібобулочних виробках покращує стійкість пшеничного тіста під час розстоювання. Також вона має властивість збільшувати об'єм тіста, його стабільність під час циклів заморожування-відтавання в замороженому тісті [4, 40].

1.1.3.2. Гуарова камедь (E412)

Гуарова камедь виготовляється з подрібненого ендосперму насіння *Cyamopsis tetragonolobus*, бобової культури. Ендосперм містить складний полісахарид галактоманнан, який є полімером d-галактози та d-манози. Цей багатий гідроксильними групами полімер утворює водневі зв'язки з водою, надаючи розчину значну в'язкість і загущення. Завдяки властивостям загущення, емульгування, зв'язування та гелеутворення, швидкій розчинності в холодній воді, широкій стабільності рН, здатності до плівкоутворення та здатності до біологічного розкладання гуарова камедь знаходить застосування у багатьох галузях промисловості, включаючи хлібопекарську промисловість. На рівні 0,5 % від маси борошна у хлібі покращує як м'якість, так і об'єм хліба. Використовується також для збільшення виходу тіста у випічці [41, 42].

1.1.3.3. Карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) (E466)

Карбоксиметилцелюлоза є похідною целюлози, і її також називають целюлозною камеді. Знаходить застосування в харчовій промисловості як харчовий стабілізатор і загусник. Вона містить карбоксиметильні групи ($-\text{CH}_2\text{COOH}$), приєднані до $-\text{OH}$ груп у мономерах глюкопіранози, утворюючи каркас карбоксиметилової камеді. Цей аніонний полісахарид часто використовується як харчова добавка у формі натрієвої солі (натрій карбоксиметилцелюлоза). У натрій карбоксиметилцелюлозі деякі карбоксильні групи були замінені групами натрій карбоксилату. Ступінь заміщення іонами натрію, довжина ланцюга целюлозної основи та кластеризація карбоксиметильних замісників визначають функціональність КМЦ [3, 10].

КМЦ спільно з ферментами та емульгаторами впливає на текстурні властивості як тіста, так і свіжого хліба. Наприклад, КМЦ сприяє отриманню великого об'єму та уповільнює черствіння. Також КМЦ, і гуарова камедь довели свою користь у рецептурі хліба без глютену [4, 10].

1.1.4. Консерванти

Консерванти призначені для пригнічення розвитку цвілі та бактеріальної мікрофлори. Консерванти, дозволені для використання в хлібі, зазвичай обмежені законодавством [10]. Пропіонова, сорбінова і бензойна кислоти (E280, E202 і E210 відповідно) є одними з найбільш часто використовуваних харчових консервантів. Пропіонова кислота пригнічує цвіль і спори *Bacillus*, але не дріжджі в такій же мірі, і тому була традиційним вибором для консервування хліба [43, 44].

Консерванти часто додають у формі солі, яка краще розчиняється у водних розчинах. Їх ефективність залежить від рН системи, до якої вони додані, оскільки дисоційована кислота змінює антимікробну дію. Значення pK_a (рН, при якому відбувається дисоціація) пропіонової кислоти та сорбінової кислоти становлять 4,88 та 4,76, відповідно. Максимальний рН

для їх активності становить близько 6,0–6,5 і 5,0–5,5 для сорбату та пропіонату, відповідно. При рН 6 лише 7 % пропіонової кислоти буде недисоційованим, порівняно з 71% при рН 4,5 [43, 45, 46].

1.1.4.1. Пропіонати

Натрієві, калієві й кальцієві солі пропіонової кислоти використовуються в багатьох країнах як консерванти для хліба. Ці консерванти мають дві функції:

- 1) уповільнювати швидкість розвитку цвілі;
- 2) для запобігання бактеріальному псуванню хліба, відомому як «картопляна хвороба», спричиненому певними видами *Bacillus*, зокрема *B. subtilis* та *B. licheniformis*.

Пропіонат кальцію (E282) ширше використовується, ніж пропіонова кислота, оскільки легше працювати з твердою сіллю, ніж з корозійною рідкою кислотою [15]. Його звичайна доза становить близько 0,3 % від маси основі борошна. Незважаючи на те, що пропіонат кальцію ефективний у затримці цвілі та запобіганні «картоплянному» псуванню, є деякі практичні недоліки, пов'язані з використанням пропіонату кальцію, серед яких вплив на об'єм батона. Зменшення об'єму хліба спричинене поєднанням зниженої активності дріжджів і зміненої реології тіста [47, 48].

Що стосується пропіонової кислоти, високі рівні споживання з їжею пов'язані з пропіоновою ацидемією у дітей. Ускладненнями цього захворювання можуть бути порушення навчання, судом, аритмія, шлунково-кишкові симптоми, рецидивуючі інфекції та багато інших [47, 49].

1.1.4.2. Сорбати

Сорбати є більш ефективними в інгібуванні росту цвілі, ніж пропіонати за масовою часткою [16]. Однак сорбінова кислота та її солі мають меншу цінність у хлібі та дріжджових виробках через їх шкідливий вплив на тісто та характеристики хліба. Вони можуть виробляти липке тісто, з яким важко

працювати; а випічка може мати зменшений об'єм і неправильну структуру клітин. Використання інкапсульованої сорбінової кислоти є альтернативою для подолання цих негативних ефектів. Крім того, сорбінова кислота або її солі можуть бути розпилені на поверхню хліба після випічки [43, 50]. У тісті їх дозування становить близько 0,1 % від маси борошна.

1.1.4.3. Ацетати

Оцтова кислота у формі оцту використовується пекарями протягом багатьох років для запобігання бактеріальному псуванню хліба, відомого як «картопляна хвороба», і для збільшення терміну зберігання без цвілі. Вона надає продукту більш «натуральний» вигляд і ефективна проти картопляної хвороби в концентраціях, еквівалентних 0,1 – 0,2 % оцтової кислоти від маси борошна. Однак при таких концентраціях її дія проти цвілі обмежена. Значно вищі концентрації призводять до неприємного запаху оцту в хліб [48].

1.1.4.4. Ферментати

Все більше натуральних консервантів продаються як «чиста етикетка» або «дружня до етикетки» рішення для подовження терміну придатності для хлібопекарської промисловості. Серед них ферментати, які є харчовими інгредієнтами, отриманими шляхом бродіння різноманітної сировини харчовими мікроорганізмами. До таких мікроорганізмів відносяться молочнокислі або пропіоновокислі бактерії, які продукують слабкі органічні кислоти з консервуючою дією. Однак повідомляється, що слабкі консерванти органічних кислот не впливають на термін придатності хлібобулочних виробів зі значеннями рН, близькими до 7 [49, 51, 53].

Консерванти пригнічують мікробне псування, але не знищують мікроорганізми. Тому важливо виробляти хлібобулочні вироби відповідно до належної виробничої практики (GMP), включаючи використання якісної сировини та відповідних систем гігієни, які належним чином контролюються [10].

Підсумки з огляду

Отже, підсумовуючи аналітичні дані наукових джерел, щодо збагачення хлібобулочних виробів різними інгредієнтами констатуємо, що пошуки ведуться в плані покращення структури, поживності та збільшення терміну зберігання. На нинішній час існує багато добавок, які покращують властивості борошна для отримання продукту високої якості із борошна нижчих гатунків. При цьому прослідковується тенденція, що краще додавати субстрати, які мають органічне або природне походження, у такому випадку споживачі більш лояльно відносяться до такого продукту. До того ж природні речовини згідно Європейського харчового законодавства можна позначати, як харчові інгредієнти, а не як добавки синтетичного походження. Тому на нашу думку для підвищення купівельної привабливості булочних виробів необхідно гармонійно поєднувати у складі рецептури компоненти, які не тільки покращують технологічні показники виробу, але і його смакові властивості.

Також можемо відзначити, що у даний час існує величезний тиск на харчову промисловість щодо виробництва більш здорових продуктів. «Чисті» або «дружні» етикетки з коротшими та простішими списками інгредієнтів є сильною тенденцією. До них відноситься пошук більш природних і здоровіших альтернатив хімічним добавкам, які негативно впливають на сприйняття споживачами. Хлібопекарська промисловість намагається виключити інгредієнти з номером Е зі своїх рецептур, використовуючи, наприклад, – ферменти та життєво важливий пшеничний глютен (інгредієнт) для усунення емульгаторів і хімічних окислювачів; – гідроколоїди як більш «дружній» вибір, ніж інші добавки; – природні консерванти, такі як ферментати, для боротьби з цвіллю. Однак у деяких випадках ці альтернативи дорогі та не такі ефективні, як хімічні добавки.

1.2. Матеріали і методи досліджень

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

Метою даного дослідження було удосконалити рецептуру витушки «Запорізької» шляхом збагачення її мікробним метаболітом – трегалозою з проектуванням цеху виробництва здобних виробів.

Об'єкт дослідження – здобні вироби, трегалоза, кислотність, газоутворювальна здатність, питомий об'єм, пористість, крихкуватість, органолептичні властивості.

Предмет дослідження: динаміка зміни технологічних й органолептичних показників витушки «Запорізька» за додавання у її рецептурний склад різної кількості трегалози.

Методи досліджень: патентно-аналітичні (огляд літературних публікацій щодо харчових добавок, які можна додавати до здобних виробів з метою підвищення їх поживності, свіжості й терміну придатності); технологічні (кислотність, газоутворювальна здатність, питомий об'єм, пористість, крихкуватість); органолептичні (смак й аромат, консистенція, загальний вигляд); статистичні.

Структура магістерської роботи представлена на рисунку 1.1.

Вона складається з таких блоків:

- перший – аналітично-оглядовий, у якому наводяться дані щодо перспективності використання різних харчових добавок у технології здобних та хлібобулочних виробів;

- другий – експериментальний блок, у ньому наводяться результати проведених досліджень щодо виробництва витушки Запорізької з різним вмістом трегалози. Даний блок розділений на дві частини, зокрема перша частина включає дослідження з оцінювання бродильних процесів у тісті з різною концентрацією трегалози в ньому.

У другій частині проводиться оцінювання готових здобних виробів з трегалозою за технологічними й органолептичними показниками.



Рисунок. 1.1. – Схема досліджень за кваліфікаційною роботою

Оцінювали витушку «Запорізьку» з різною концентрацією трегалози за питомим об'ємом виробів, показниками пористості й крихкуватості, тобто як змінюються дані показники від вмісту трегалози.

Органолептичні дослідження витушки з трегалозою були направлені на виявлення впливу даного метаболіту на загальний вигляд виробу, структуру й консистенцію м'якушки та на смакові й ароматичні властивості. До того ж було оцінено зміни щодо черствіння у дослідних зразках витушки з трегалозою під час їх зберігання.

Інженерно-графічна частина роботи передбачала проведення розрахунків для проектування цеху з виробництва здобних виробів.

1.2.2. Методи досліджень

У кваліфікаційній роботі під час виконання дослідної частини в основному були використані загальноновживані стандартні методи визначення технологічних показників виробів, які наводяться у стандартах, лабораторних практикумах, методичних рекомендаціях, довідниках, тощо [65, 66, 67, 68, 69]. Фізико-хімічні показники тіста для виробництва витушки з трегалозою визначали згідно ДСТУ 7045:2009 [68]. Органолептичні показники здобних виробів згідно рекомендацій [70].

Усі дослідження виконувалися у трьох разовій повторюваності, а отриманий цифровий матеріал піддавалися методам статистичної обробки з використанням ліцензійного програмного забезпечення Word Excel. Результати вважали вірогідними, коли різниця між порівнюваними величинами становила $P \leq 0,05$.

1.3. Результати досліджень та їх обговорення

1.3.1. Властивості трегалози та її можливе використання у технології хлібобулочних виробів

Трегалоза – це невідновний дисахарид, що складається з двох молекул глюкози, з'єднаних α , α -1,1-глікозидним зв'язком. Трегалоза має відмінні фізичні та хімічні властивості, які були досліджені на предмет їх біологічної важливості для ряду прокаріотичних і еукаріотичних видів. Трегалоза має кислото- та термостійкі властивості, які можуть стабілізувати різні інгредієнти для запобігання погіршенню якості харчових продуктів. Тісна взаємодія з молекулами води та здатність трегалози утворювати численні водневі зв'язки змінюють активність води в харчових продуктах, подовжуючи термін придатності в різних продуктах, які зберігаються при нагріванні, кімнатній температурі, в холодильнику або в заморожених умовах [54, 55].

Трегалоза має нижчу та м'якшу солодкість, ніж сахароза, зберігаючи низьку активність води [55]. Відомо, що під час зберігання продуктів на основі крохмалю вони зазвичай стають твердішими внаслідок ретроградації крохмалю, яка описується як процес перекристалізації клейстеризованого крохмалю [56]. Молекули сахаридів можуть взаємодіяти з ланцюгами глюкози в крохмальній матриці, сповільнюючи ретроградацію крохмалю, водночас, трегалоза пригнічує ретроградацію ефективніше, ніж інші сахариди. Тому трегалозу стали включати до багатьох продуктів на основі крохмалю (кондитерські вироби, локшина, хліб), зокрема для зниження активності води в продуктах з рисового крохмалю [55].

Повідомляється про вплив трегалози на текстуру вареного рису, зокрема смакові переваги свіжозвареного рису збільшувалися з додавання 2 – 4 % трегалози (від маси сирого рису), порівняно з контрольним рисом або коли додавали глюкозу чи сахарозу. Текстура вареного рису під час

зберігання при 20 °C або при температурі морозильника також підтримувалася краще під час додаванням 3 % трегалози [57].

Дослідники з Японії показали, що трегалоза покращує якість хліба та затримує його черствіння під час зберігання. Так трегалозу додавали у кількості 3 %, 7 % та 11 % від маси борошна у базовому рецепті приготування тіста. Результати продемонстрували збільшення питомого об'єму, зниження твердості м'якушки хліба, зниження швидкості твердіння хліба та покращення сенсорної якості хліба порівняно зі стандартним рецептом [58].

Загалом, сахариди мають здатність стабілізувати білки під час циклів як заморожування, так і дегідратації-регідратації. Серед оцінених сахаридів трегалоза була найбільш послідовною у здатності підтримувати делікатні білкові структури та стабілізувати сірковмісні амінокислоти. Це призводить до пригнічення розвитку небажаних запахів і присмаків [59]. Було досліджено здатність трегалози стабілізувати заморожений яєчний білок. Трегалозу додавали до 5 % яєчних білків, змішували та витримували в замороженому стані протягом 5 діб. Після розморожування спостерігалася незначна денатурація яєчного білка порівняно з контролем або іншими підсолоджувачами [55].

Трегалоза може бути використана як наповнювач для заміни сахарози. Однак вона менш солодка, ніж сахароза, має солодкість еквівалентну 45 % сахарози при 10 % концентрації, і якщо трегалоза використовується замість сахарози, вона не додає солодкості, яка може змінити або вплинути на оригінальний смак продукту [54, 55]. Додатковою перевагою є те, що трегалоза має чудову хімічну стабільність. Реакція Майяра потенційно може призвести до утворення небажаних смаків або запахів під час температурної обробки продукту. Однак трегалоза не бере участі в реакціях карамелізації або Майяра. Крім того, висока температура склування покращує фізичну стабільність інгредієнтів під час процесів дегідратації, таких як сушіння розпиленням або сублімаційне сушіння. Збереження ароматичних

компонентів у полуничному та абрикосовому пюре шляхом додавання трегалози та сахарози під час сублімаційного сушіння покращувало властивості їх [60, 61].

Отже, трегалоза як природній компонент не має негативного впливу в плані безпечності на продукти харчування, а її додавання до хлібобулочних виробів може бути використано для покращення їх технологічних властивостей.

1.3.2. Оцінка впливу трегалози на властивості тіста під час виробництва витушки «Запорізької»

Дослідження літератури засвідчують, що трегалоза позитивно впливає на технологічні процеси в галузі виробництва багатьох виробів пов'язаних з використанням борошна [54, 55]. Для вибору оптимальної кількості трегалози у рецептурі хлібобулочних виробів, зокрема у нашому завданні виробництва витушки «Запорізької», ми розробили рецептуру із різною кількістю цього вуглеводу та дослідили на першому етапі вплив його на показники бродіння та структури тіста. Порівняння експериментальних зразків витушки з трегалозою проводили з такими самими виробами, але із цукром. Рецептурний склад запропонованих виробів до дослідження наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. – Експериментальні варіанти зразків витушки «Запорізької» на 100 кг борошна, n=4

Інгредієнти	Контроль (витушка Запорізька)	Варіанти зразків витушки «Запорізької» з трегалозою		
		№1	№2	№3
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	100,0	100,0	100,0	100,0
Дріжджі хлібопекарські	3,0	3,0	3,0	3,0

пресовані, кг				
Сіль кухонна харчова, кг	1,3	1,3	1,3	1,3
Цукор-пісок, кг	6,0	–	–	–
Трегалоза, кг	–	6,0	8,0	10,0
Маргарин столовий, кг	10,0	10,0	10,0	10,0
Повидло, кг	6,0	6,0	6,0	6,0
Разом, кг	126,3	126,3	128,3	130,3

З таблиці 1.1 видно, що варіант витушки №1 практично відповідав контрольному зразку, у якому кількість цукру була 6 %, у зразках №2 ми підвищили вміст трегалози на 2 % до 8 %, а у зразку №3 до 10 %. Це пов'язано з тим, що дані літератури вказують, що солодкість трегалози приблизно на 45 % менш виражена, ніж у сахарози, тому продукти з трегалозою будуть менш солодкі, ніж аналогічні з такою самою концентрацією сахарози. Усі інші інгредієнти додавалися у кількостях як у контрольному рецепті.

Технологічна блок-схема виробництва варіантів зразків витушки «Запорізької» з трегалозою наведена на рисунку 1.1.

Коротко технологічна схема виробництва запропонованих нами булочних виробів передбачала стандартні технологічні операції, а саме: після кількісної і якісної оцінки сировинних інгредієнтів готуємо дріжджову опару використовуючи воду питну, дріжджі пресовані та борошно пшеничне вищого сорту. Процес перемішування триває 8 – 10 хв, а тривалість її бродіння становить 240 – 270 хв за температурки 27 – 30 °С. Потім на вибродженій опарі (після бродіння) готуємо тісто додаючи наступні інгредієнти: борошно пшеничне, воду питну, розчини трегалози з різною концентрацією, розчин кухонної солі, розтоплений маргарин. Проводять перемішування протягом 8 – 10 хв та ставлять на бродіння за температури 27–30 °С протягом 50 хв.

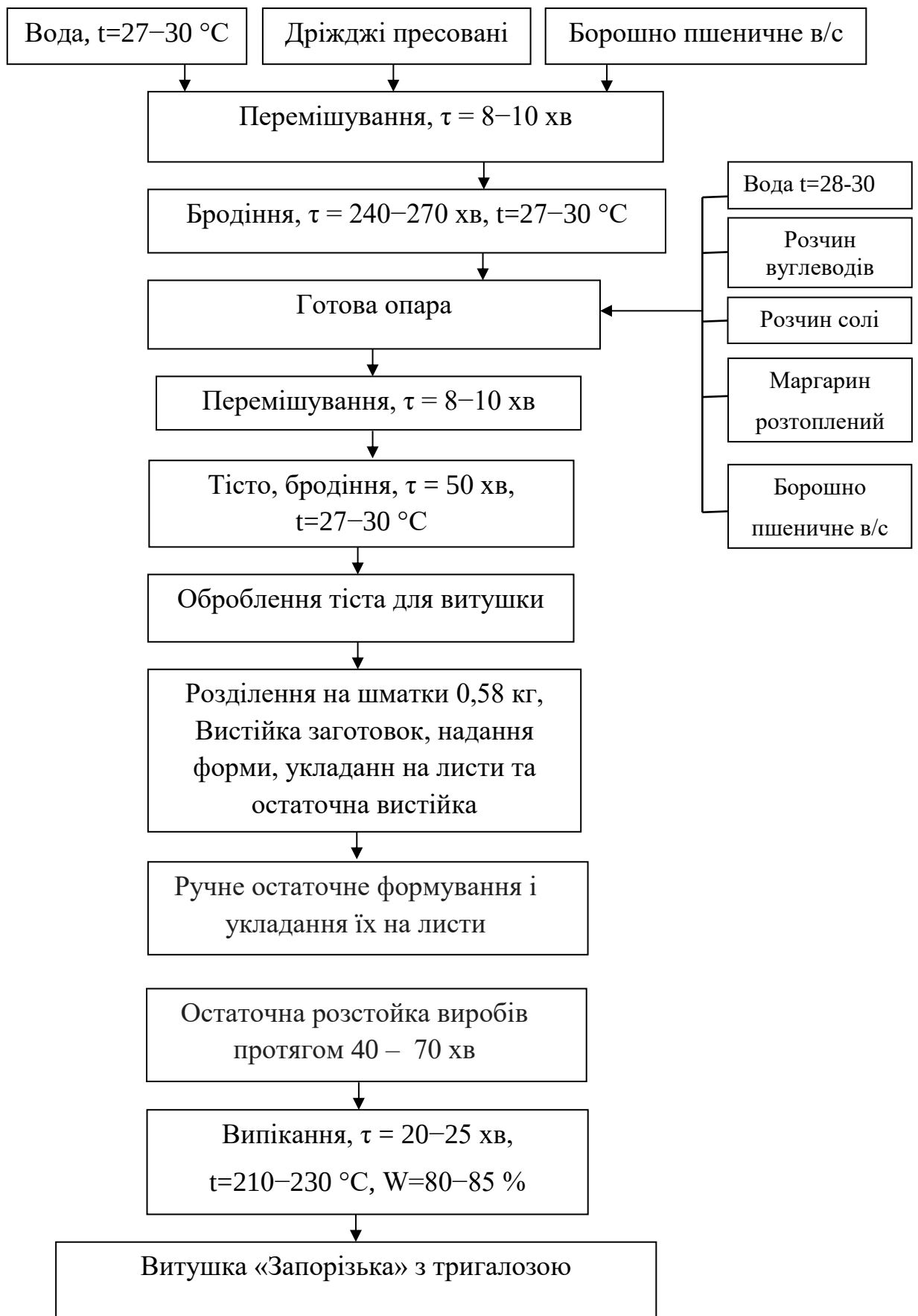


Рисунок 1.1. – Блок-схема технології витушка «Запорізька»

Після цих операцій проводять оброблення тіста для витушки, зокрема, розділення на шматки 0,58 кг; вистійка заготовок; надання форми; укладанн на листи та остаточна вистійка. Надалі проводять ручне остаточне формування і укладання їх на листи для остаточної розстойки виробів (40 – 70 хв) з подальшим випіканням протягом 20 – 25 хв за температури 210 – 230 °С.

За таким технологічним процесом було виготовлено контрольний і експериментальні зразки витушки «Запорізька» з трегалозою. Результати оцінки процесу бродіння за кислотністю наведено на рисунку 1.2.

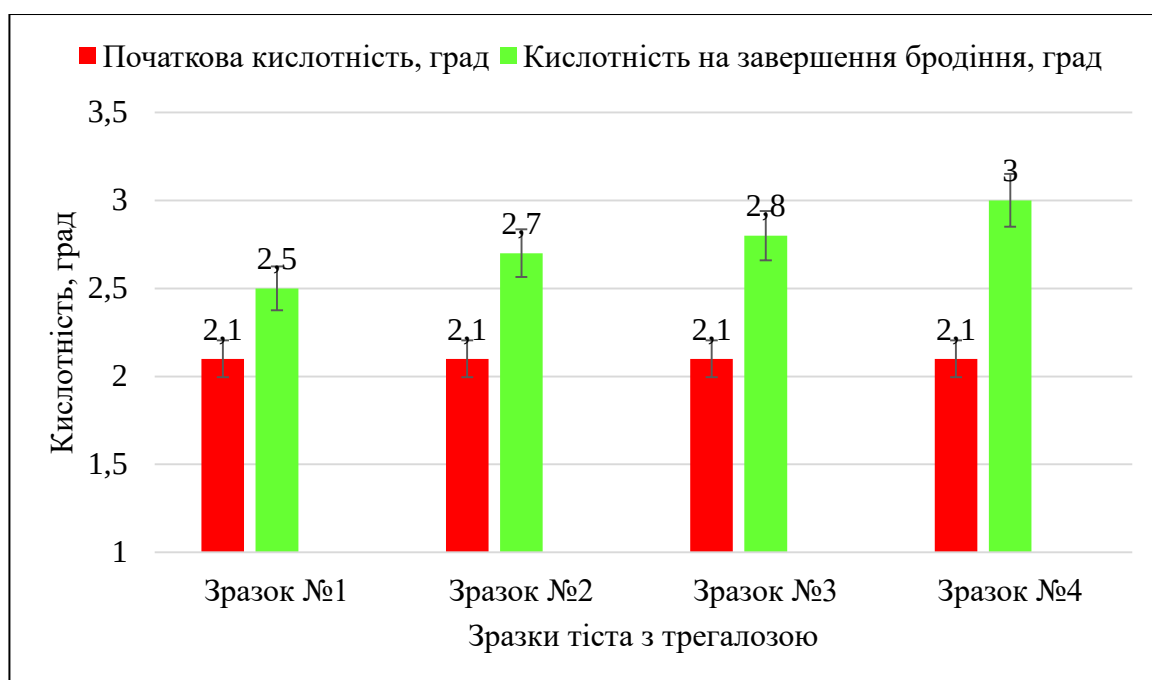


Рисунок – 1.2. Кислотність зразків тіста з трегалозою на початку та після завершення бродіння

З рисунку 1.2 спостерігаємо позитивний вплив вуглеводу трегалоза на процес бродіння тіста для витушки «Запорізька», так у контрольному зразку кислотність у тісті зросла на 0,4 град. У тісті з 6 % трегалози інтенсивність бродильних процесів була активніша, ніж у контролі, оскільки кислотність зросла на 0,6 град. Із збільшенням вмісту вуглеводу трегалоза у рецептурі до 8 % кислотність вірогідно не збільшилася, проти її вмісту в 6 % в складі виробу. Однак у зразку тіста для витушки з 10 % трегалози відмічаємо

найвищий показник кислотності – 3,0 град, що на 0,5 град більша, ніж у тісті без трегалози.

Отже, встановлено, що заміна цукру у рецептурному складі витушки «Запорізька» на трегалозу забезпечує інтенсивніші бродильні процеси, ймовірно через активніше використання дріжджовою мікробіотою даного вуглеводу у своєму метаболізмі. Це сприятливо має впливати на якість виробу та його такі технологічні показники як питомий об'єм виробу та пористість.

Дослідники [55] вказують, що у борошняних виробках з трегалозою процеси бродіння й газоутворювальна здатність у тісті є більша, ніж у аналогічному тісті з вмістом цукру. Газоутворювальна здатність – це цінний показник, який характеризує процеси накопичення вуглекислого газу у тісті та має безпосередній вплив на питомий об'єм готового виробу та його привабливість до споживання. Нами було досліджено газоутворювальну здатність у тісті для витушки «Запорізька» з різною концентрацією трегалози у складі рецептури, результати наведено на рисунку 1.3.

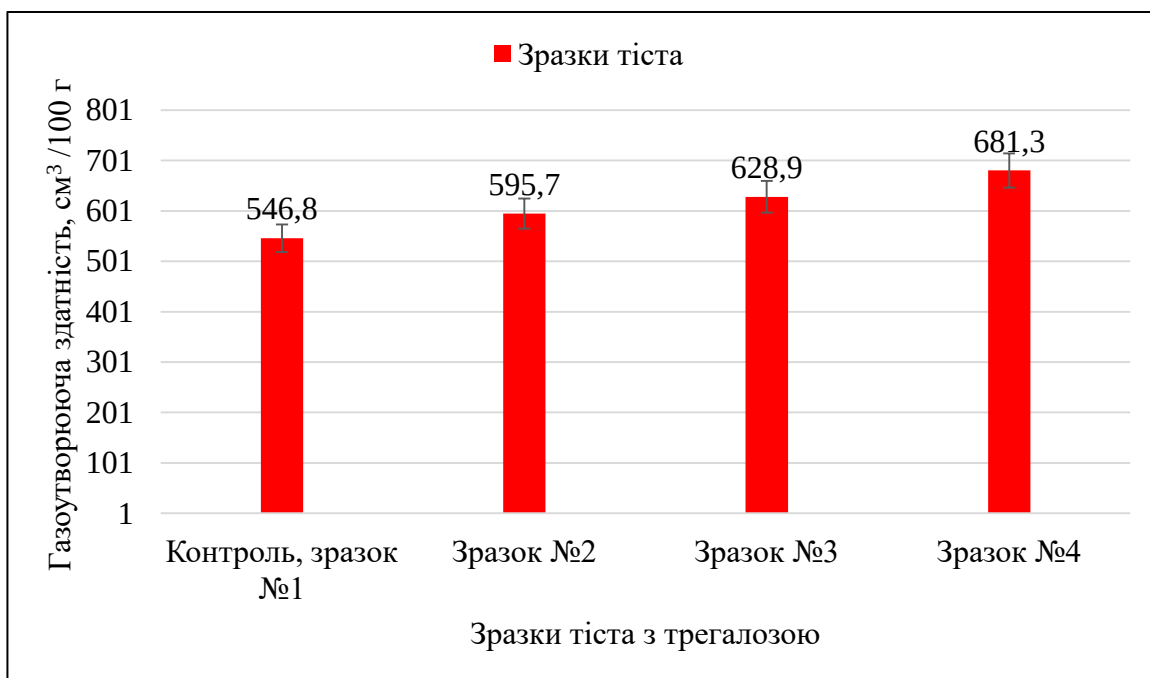


Рисунок 1.3. Газоутворювальна здатність у тісті з трегалозою взамін цукру на завершення бродіння

Наявність трегалози у рецептурному складі витушки сприятливо впливає на його газоутворюючу здатність, оскільки відмічаємо залежний ефект від концентрації трегалози в тісті та накопиченням вуглекислого газу в ньому (рисунок 1.3). Так, найнижчий показник газоутворюючої здатності спостерігали у тісті без трегалози – $546,8 \pm 8,4$ см³/100 г, у зразку тіста для витушки з тою ж кількістю трегалози, як і цукру (№2) газоутворювальна здатність була, в середньому на 50 см³/100 г більша, ніж у тісті з цукром. Помірі зростання концентрації трегалози у тісті до 8 та 10 % відмічаємо й зростання продукування газу в ньому, так у зразку тіста для витушки №3 газоутворювальна здатність становила $628,9 \pm 7,3$ см³/100 г, що на 82,1 см³/100 г більша кількість газу, ніж у контролі. Закономірно, найвищу кількість накопиченого газу відмічали у зразку тіста (№4) з найвищою концентрацією трегалози в ньому (10 %). У цьому зразку тіста газоутворювальна здатність становила $681,3 \pm 14,5$ см³/100 г, що в середньому на 134,5 см³/100 г більше накопиченого газу, ніж у тісті без трегалози (контроль).

Отже, дослідження показали, що трегалоза у тісті краще впливає на ферментативні процеси, які призводять до накопичення в ньому вуглекислого газу, що є показником доброго використання дріжджами даного вуглеводу.

1.3.3. Проведення оцінювання лабораторної випічки зразків витушки «Запорізької» з трегалозою

Використовуючи технологічну блок-схему виробництва витушки «Запорізька» (рис. 1.1) нами було приготовлено експериментальні зразки витушки з різним вмістом трегалози та проведено лабораторне випікання. У свіжо виготовлених зразках дослідних виробів визначали питомий об'єм виробу, пористість та його кислотність. На рисунку 1.4 наведено результати щодо питомого об'єму витушки з різним вмістом трегалози.

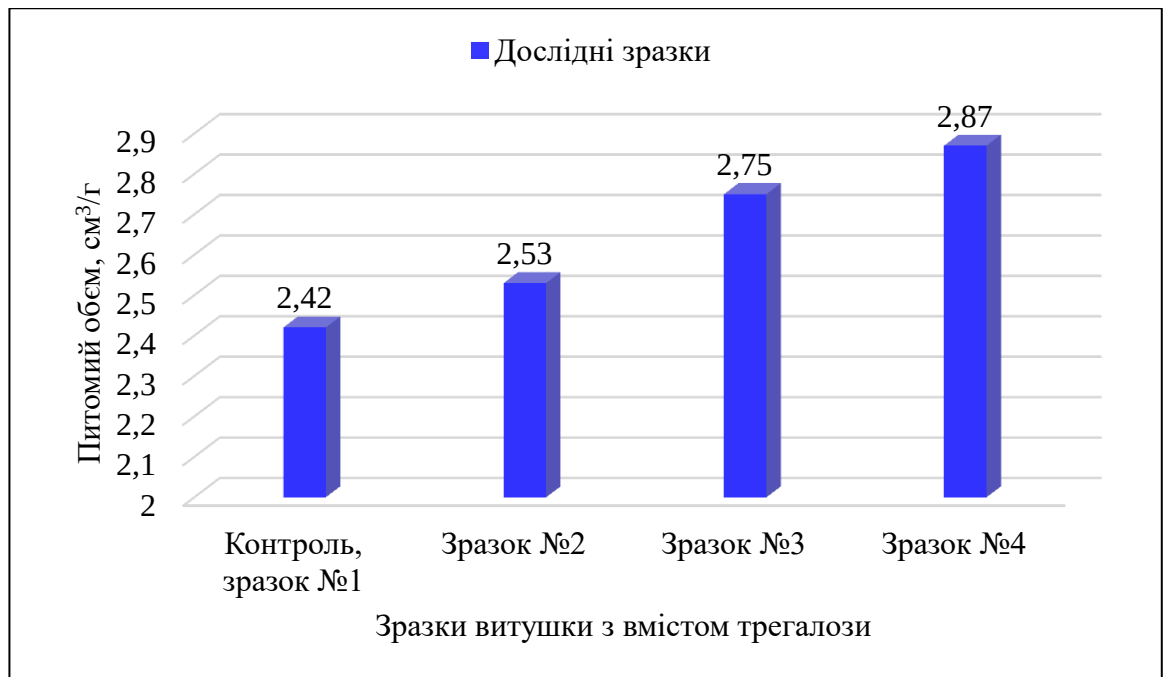


Рисунок 1.4. Питомий об'єм зразків витушки «Запорізької» з різним вмістом трегалози

З результатів дослідів 1.4 відмічаємо позитивний кореляційний вплив трегалози на величину питомого об'єму готової свіжовипеченої витушки. Так, питомий об'єм дослідних зразків виробів збільшувався по мірі зростання концентрації трегалози у витушці, навіть за однакової кількості трегалози й цукру у виробі питомий об'єм дослідного зразку №1 більший, ніж у контролі. За збільшення кількості трегалози у зразках витушки до 8 та 10 % питомий об'єм виробів істотно зростає, порівнюючи з витушкою з цукром. Зокрема у зразку № 3 величина питомого об'єму становила $2,75 \pm 0,08 \text{ см}^3/\text{г}$, а в №4 – $2,87 \pm 0,07 \text{ см}^3/\text{г}$, що в середньому на 0,33 та 0,47 $\text{см}^3/\text{г}$ більша, проти контрольної витушки з вмістом цукру. Отримані дані узгоджуються з результатами закордонних вчених [54, 55], про вплив трегалози у складі хлібобулочних виробів на збільшення питомого об'єму хліба, порівняно з виробами без цього вуглеводу. Тому підсумовуючи дані цього дослідів відзначаємо, що заміна цукру у витушці Запорізькій на трегалозу має позитивний вплив на збільшення питомого об'єму виробу, що є досить позитивним зі споживчої сторони.

Відповідно до оцінки якості витушки «Запорізька» за вимогами технічних умов, контролю підлягає такий показник як пористість готових виробів. Пористість хлібобулочних виробів є важливою величиною, яка характеризує сталість та інтенсивність ферментативних процесів, які проходять у тісті. Пористість має значення для засвоєння продукту, адже добре вибродженні борошняні продукти краще засвоюються травною системою. Технічні умови витушка «Запорізька» ТУУ 15.8-05415042-002:2011 вказують, що величина пористості у даному виробі має бути не менше 70 %. Враховуючи значення цього показника нами визначено пористість у дослідних зразках витушки з трегалозою, результати наведено на рисунку 1.5.

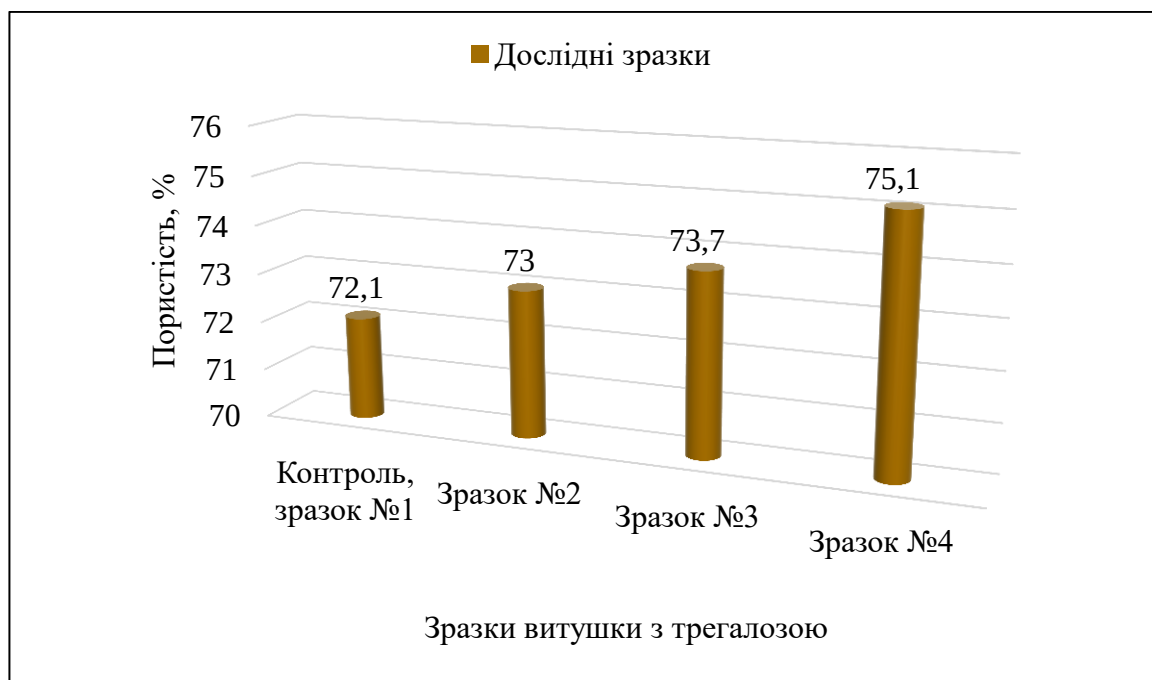


Рисунок 1.5. Пористість зразків витушки «Запорізька» з різною концентрацією трегалози

Встановлено, що пористість зразків витушки з трегалозою має тенденцію до зростання зі збільшенням концентрації останньої у рецептурному складі. Як і передбачалося найнижче значення пористості було у класичної витушки з цукром – $72,1 \pm 0,2$ %, оскільки попередні дослідження виявили слабші бродильні процеси у даному тісті. У зразку

витушки з 6 % трегалози пористість була на 0,9 % більша, ніж у витушці-контролі. За концентрації трегалози у виробі 8 % , пористість зросла на 1,6 %, проти витушки з цукром, та за концентрації мікробного метаболіту – трегалози у витушці 10 % пористість збільшилася на 3,0 %, проти витушки в контролі. Подібні тенденції відмічають й інші дослідники [57, 58] щодо кращої якості хлібобулочних виробів з трегалозою, ніж тих які містять у своєму складі цукор.

Отже, запказником пористість витушка «Запорізька» із трегалозою має кращі значення, оскільки процеси ферментації в тісті в таких виробках проходять інтенсивніше, також структура мякушки даного продукту буде краще засвоюватися організмом споживачів.

Важливе значення для будь яких хлібобулочних виробів має їх здатність зберігати свою свіжість протягом тривалого часу зберігання. Адже під час зберігання борошняних виробів збільшується величина крихкуватості, що призводить до зниження цінності виробу. Нами було досліджено величину крихкуватості у витушки «Запорізька» з трегалозою, оскільки дані літератури повідомляють, що молекули трегалози можуть взаємодіяти з ланцюгами глюкози в крохмальній матриці тіста, тим самим сповільнюючи ретроградацію крохмалю. Показано, що трегалоза пригнічує ретроградацію ефективніше, ніж інші сахариди, тому величина крихкуватості під час зберігання виробу не буде інтенсивно зростати [54, 55]. Тому хлібобулочні продукти з вмістом трегалози не втрачають так інтенсивно вологу, як вироби з вмістом цукру. Результати визначення крихкуватості у зразків витушки «Запорізька» із вмістом трегалози наведено на рисунку 1.6.

З аналізу результатів спостерігаємо чіткий дозозалежний вплив доданої трегалози на величину крихкуватості в зразках витушки. Тобто, із збільшенням концентрації трегалози у виробі величина крихкуватості мала тенденцію до зниження. Зокрема, у витушці з цукром – контролі показник крихкуватості становив $2,0 \pm 0,1$ %, а в такій самій витушці, але з трегалозою він був $1,8 \pm 0,1$ %.

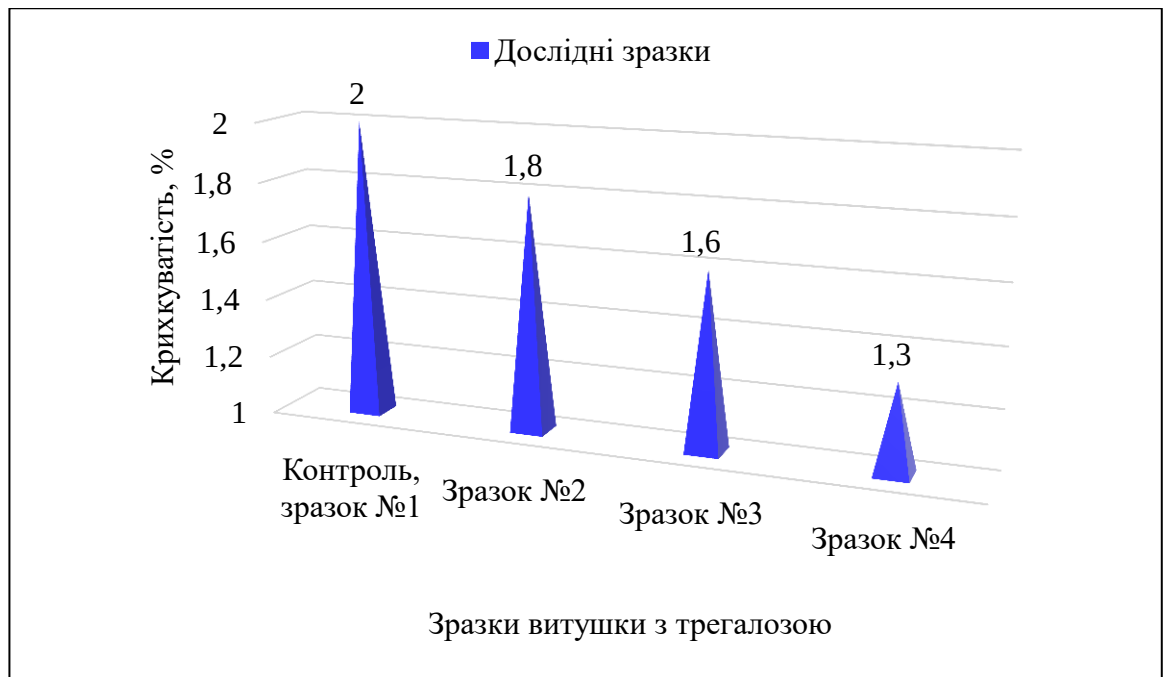


Рисунок 1.6. Крихкуватість свіжовиготовлених зразків витушка «Запорізька» з вмістом трегалози

У зразках витушки з концентрацією трегалози 8,0 % (№3) крихкуватість становила $1,6 \pm 0,1$ %, тобто у такому виробі, в середньому на 0,4 % менше крихт, ніж в аналогічному, але з цукром. Витушка «Запорізька», яка мала у своєму складі 10 % трегалози в найменшій мірі піддавалася кришінню, оскільки величина крихкуватості становила $1,3 \pm 0,1$ %. Такий виріб буде мати найкращі показники до зберігання, так як черствіння його буде проходити повільніше, ніж аналогічні хлібобулочні продукти.

Отже, підсумовуючи результати цього підрозділу відзначаємо, що додавання трегалози у рецептурний склад витушки запорізької має ряд переваг, порівнюючи із класичною витушкою з цукром. Поперше, процеси бродіння в тісті проходять інтенсивніше, що дозволяє досягти бажаної кислотності напівфабрикату; подруге, газоутворююча здатність в тісті й питомий об'єм готових виробів більший, що має кращий товарний вигляд для споживача; потретє, інтенсивніший процес бродіння покращує пористість витушки, що благополучно буде впливати на перетравленість виробів; почетверте, крихкуватість свіжих виробів значно нижча, ніж таких

самих з цукром, що дозволить краще реалізувати свіжішу продукцію. Таким чином витушка «Запорізька» з трегалозою має перспективність до використання й впровадження у виробництво.

1.3.4. Органолептичне оцінювання зразків витушки «Запорізької» з трегалозою

Сприйняття хлібобулочних виробів споживачем в першу чергу залежить від зовнішнього сприйняття виробу та його смакових властивостей. Дослідники вказують, що наявність трегалози у хлібобулочних й кондитерських výroбах зумовлює їх м'якшу солодкість, ніж сахарози, водночас трегалоза краще зберігає первинний аромат фруктових наповнювачів до 90 %, на противагу сахароза зберігає аромат близько 40 % [54]. До того виявлено, що свіжість аромату спричинена ефірними оліями краще зберігається за присутності трегалози, ніж за наявності сахарози [55]. Враховуючи позитивний вплив трегалози на смакові й ароматичні властивості харчових продуктів, нами було оцінено показники органолептики зразків витушки «Запорізька» з різним вмістом трегалози, та порівняли їх з контрольним зразком витушки з цукром (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2. – Органолептичні властивості свіжовипеченої витушки Запорізької з вмістом трегалози, $M \pm m$, $n=4$

Показники	Контроль, №1	Зразки витушки «Запорізька»		
		№2	№3	№4
Стан поверхні та колір	Однорідна, золотиста з білим проблиском	Однорідна, золотиста з білим проблиском	Однорідна, золотиста з білим проблиском	Однорідна, золотиста з білим проблиском
Забарвлення мякушки	Молочно-білий	Молочно-білий	Молочно-білий	Молочно-білий

Структура мякушки	Ніжна, рівномірно- тонкостінна	Ніжна, рівномірно- тонкостінна	Ніжна, рівномірно- тонкостінна	Ніжніша, рівномірно- тонкостінна
Смак і аромат	Помірно солодкий смак з приємним запахом	Менш солодкуватий смак, проте з приємним запахом	Помірно солодкий смак з приємним запахом	Солодкий смак з приємним запахом

З органолептичної оцінки дослідних зразків витушки Запорізької з вмістом трегалози спостерігається наступне (табл. 1.2), що за такими характеристиками як забарвлення і структура м'якушки, стан поверхні виробу, зразки витушки з трегалозою не відрізнялися між собою та від контрольного виробу з цукром. Водночас за характеристикою «Смак і аромат», зразок №2 з вмістом трегалози 6 % мав менш виражений солодкий смак, ніж у контролі, а зразок №3 з 8 % трегалози був за смаковими й ароматичними властивостями аналогічний зразку в контролі. Зразок №4 з найбільшим вмістом трегалози (10 %) характеризувався солодшим смаком зприємним запахом, тобто така концентрація трегалоза робить виріб солодшим, ніж у контролі.

Отже, з органолептичних досліджень спостерігається, що найоптимальніша витушка – це та яка містить 8 % трегалози у своєму складі, такий виріб можна пропонувати виробництву, оскільки за смаковими властивостями вона не поступається витушці з цукром.

Під час зберігання хлібобулочних виробів на основі крохмалю ці вироби зазвичай стають твердішими внаслідок ретроградації крохмалю, який описується як процес перекристалізації клейстеризованого крохмалю [55]. Тому для збільшення термінів свіжості хлібобулочних виробів застосовують різні технології механізмом дії яких є пригнічення ретроградації крохмалю. Саме трегалоза проявляє властивості, які здатні утримувати воду в молекулах

й сповільнювати процеси черствіння з якими найбільше стикаються вироби з борошна [61]. Враховуючи такі властивості трегалози ми дослідили вплив її на властивості утворення крихт під час зберігання витушки за кімнатної температури, результати наведено на рис. 1.7.

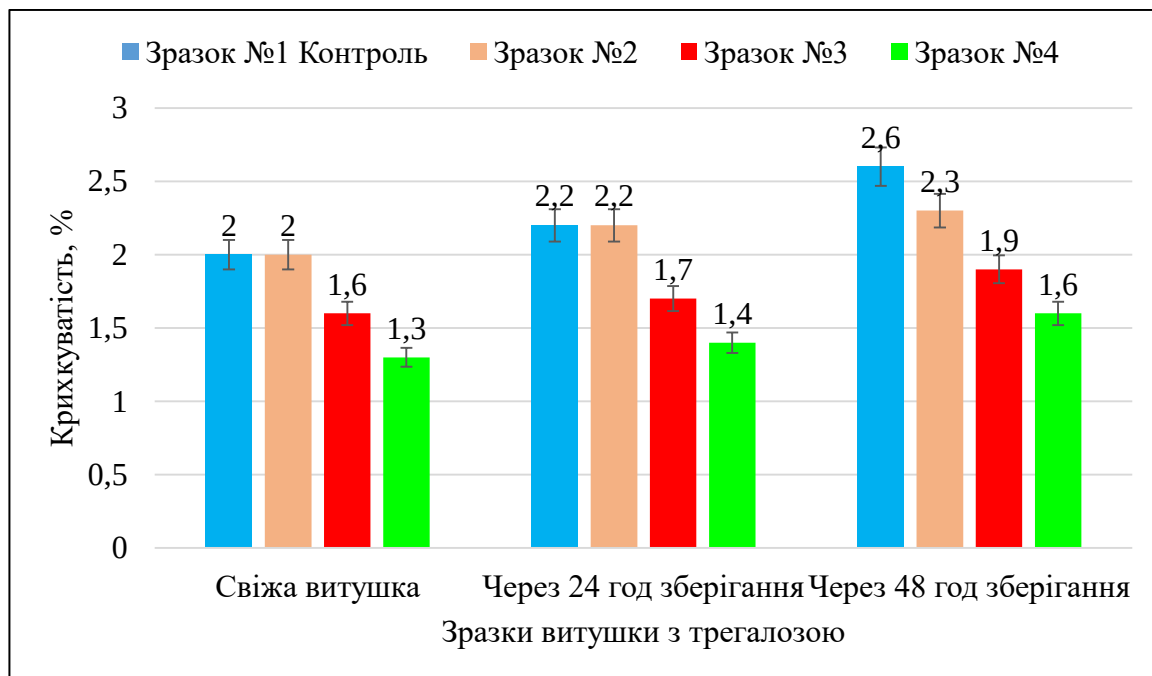


Рисунок 1.7. Крихкуватість витушки з вмістом трегалози протягом зберігання

З рис. 1.7 спостерігаємо, що процес черствіння витушок проходив найповільніше у дослідних зразках з вмістом трегалози, порівнюючи з витушками з цукром. Зокрема через 48 годин зберігання булочних виробів з трегалозою кількість утворених крихт була найменша у зразку №4 з 10 % трегалози – 1,6 % крихкуватість, що практично на 1,0 % менший вміст крихт, ніж у витушці в контрольному зразку. Протягом цього терміну зберігання у зразку №3 (8 % трегалози) величина крихкуватості становила 1,9 %, що в середньому на 0,8 % менша, ніж у витушці з цукром протягом цього часу. Ці дані узгоджуються з дослідженнями вчених про доцільність використання трегалози у хлібобулочних й крохмальвмісних виробках для зменшення процесу черствіння й збільшення терміну їх зберігання.

Отже, підсумовуючи дослідження вважаємо, що додавання природного мікробного метаболіту – трегалози до рецептурного складу витушка «Запорізька» є актуальним, оскільки вона покращує технологічні показники виробу та знижує інтенсивність процесів черствіння під час зберігання, та має кращий фізіологічний вплив на пертравленість організмом споживачів.

РОЗДІЛ II

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

2.1 Вибір, обґрунтування і опис технологічної схеми

2.1.1 Зберігання та підготовка сировини до виробництва

Борошно на хлібозавод поступає автомуковозом. Для відвантаження борошна з муко веза в силос ХЕ-160А за допомогою приймального щитка ХЩП-2 до якого підведений муко провід хлібозаводу.

Потім за допомогою роторного підживлювача М-122 борошно по борошно проходу поступає у просіювач Бурат, де воно просіюється, очищується від сторонніх домішок та феродомішок. При просіюванні борошно аерується, що покращує його хлібопекарські властивості. Облік борошна здійснюється за допомогою тензодатчиків вмонтованих в опорах сило сів. Просіяне борошно подається у виробничі силоси ХЕ-63В

Дріжджі зберігаються у ящиках по 12 кг, використовуються у вигляді дріжджової суспензії, яка готується у співвідношенні 1:3, 2 рази за зміну. Дріжджі розводять у теплій воді температурою приблизно 29-32°C.

Дріжджова суспензія готується на підприємстві в дріжджовій мішалці Х-

14. Приготована дріжджова суспензія переноситься у збірник об'ємом (340 л.). Звідки поступає у дозуючу станцію Ш-2-ХДМ .

Сіль зберігають в установці Т-1-ХСУ-2, де її розчиняють і фільтрують потім насосом подають в збірник об'ємом 300 л.. Звідки розчин подають у дозуючу станцію Ш-2-ХДМ.

Вода зберігається у баках холодної та гарячої води. Перед приготуванням тіста холодну і гарячу воду змішують у певній пропорції для доведення до необхідної температури.

Повидло зберігають у ємностях, які можуть бути виготовлені з нержавіючої сталі або скла. Зберігати повидло потрібно за температури від 0

до 20 °C і відносній вологості повітря 75-80 %.

Зберігають молоко сухе у мішках при температурі 1-10°C та відносній вологості повітря не більше 85 % протягом 8 місяців на чистих дерев'яних піддонах.

2.1.2 Опис технологічної схеми приготування пшеничного хліба

Підготовка опари для витушки Запорізької : використовується діжі (л.5, п.43) та з допомогою тістомісильної машини (л.5, п.41). Для приготування опари в діжу (л.5, п.43) за допомогою наповнювача для компонентів рідких (л.5, п.42) дозуються вода і дріжджова суспензія, потім машину включають і при безперервному перемішуванні додають необхідну кількість борошна за допомогою дозатора сипучих компонентів. Замість опари ведеться до отримання однорідної маси протягом 8 - 10 хвилин. Виготовлену опару залишають в діжках (л.5, п.43) для бродіння, тривалість 240 - 270 хвилин [5]

Надалі замішують тісто, додають воду, яка залишилася, розчин солі, маргарин за допомогою наповнювача для рідини (л.5, п.42) і поступово вносять залишкову кількість борошна за допомогою дозатора сипучих компонентів (л.5, п.33). Замість тісту відбувається на тістомісильній машині (л.5, п.41) тривалість 8 -12 , це залежить від якості борошна. Тісто вимішане залишають у діжках (л.5, п.43) для бродіння, тривалість 2040 хв. Виброджене тісто потім відправляють на обробку.

Оброблення тіста для витушки Запорізької включає такі основні операції: розділення на шматки масою 0,58 кг, ви стійка заготовок, надання форми тістовим заготовкам, укладання на листи, остаточна ви стійка. Виброджене тісто діже перекидачем (л.5, п.44) вивантажують у воронку тістоділитель (л.5, п.45), потім по стрічковому транспортері (л.5, п.38) надходять на стіл для оброблення тіста (л.5, п.39) де вручну проводиться остаточне формування і укладання їх на листи.

Листи з витушкою Запорізькою переміщують на люльки ви стійної шафи (л.5, п.49), де відбувається остаточна роз стойка виробів протягом 40 -

70 хвилин.

Вистояні тістові заготовки на листах з колисок вистійної шафи переносять (л.5, п.49) в хлібопекарну піч (л.5, п.50), у якій відбувається випічка виробів протягом 20 - 25 хв., t 210 - 230 °С у зволоженій пекарній камері.

Булочка Галицька

Виріб готується однофазним способом, в одну стадію. Витрати пресованих дріжджів становлять 3 кг від маси борошна в тісті.

У машину для тісто замішування Прима-300 (л.5, п.41) подається борошно дозатором (л.5, п.33), дозатором рідких компонентів (л.3, п.42) подаються дріжджова суспензія, сольовий та цукровий розчин, рослинну олію, маргарин, молоко сухе знежирене і теплу воду із водомірного бачка АВБ-100 (л.5, п.48). Замішують – 10-12 хв. t тіста – $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Потім тісто бродить в діжках (л.5, п.43) протягом 140 хв. до кінцевої кислотності 2,5. Обминають під час бродіння двічі – через 60, і через 120 хв. після змішування.

За допомогою діже перекидача (л.5, п.47) тісто подається в воронку тісто подільника (л.5, п.45), де ділить на шматки масою 0,18 кг. Поділені шматки по стрічковому транспортеру подаються в тісто округлю вальну машину Восход ТО-4 (л.5, п.46), звідти по транспортеру (л.5, п.38) в

Тісто за катувальну машину Восход ТЗ-4М (л.5, п.47). Далі тістові заготовки поступають на стіл (л.3, п.39), де їх вручну прокатують з кмином на столі та укладають на листи вагонеток (л.5, п.48). Вагонетки завантажуються у вистійну шафу Бриз-342 (л.5, п.49), де тістові заготовки вистояються протягом 50 хв. при температурі 35-40°С та відносній вологості 75-80%.

Вистояні тістові заготовки на вагонетках завантажуються в ротаційну піч МУССОН-ротор 77М-01 (л.5, п.50), де випікаються протягом 15 хв. при температурі 180-210°С.

Випечені вироби після випікання збризкуються водою для зменшення

усихання, перевантажують лотки вагонеток (л.5, п.40) і відправляються в експедицію.

2.2. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів

При виробництві булочки Галицької та витушки Запорізької використовують таку сировину основну та допоміжні матеріали:

Борошно пшеничне вищого ґатунку ДСТУ 46.004-99

Сіль кухонна ДСТУ 3583-97

Цукор-пісок ДСТУ 2316-93

Дріжджі ДСТУ 4812:2007

Олія ДСТУ 4492:2007

Маргарин ДСТУ 4465:2005 (33892)

Молоко сухе знежирене ДСТУ ISO 12080-1:2007

Повидло ДСТУ 6072:2009

Cuminum cuminum ISO 6465:1984, IDT

РОЗДІЛ ІІІ

ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Вихідні дані

Вихідні дані наведено в таблиці 3.1 згідно [71, 72].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Найменування показників, одиниці виміру	Умовні позначення	Значення показників і параметрів для булочки «Галицька»	Значення показників і параметрів для витушка «Запорізька»
1	2	3	4
Стандарт		ТУУ 15.8-05415042-002:2011	
<i>Показники якості:</i>			
Маса, кг	G_B	0,2	0,4
Масова частка вологи, %, не менше	W_B	37,0	38,0
Кислотність, град, не більше	K	2,5	3,0
Пористість, %, не менше	Π	70	70
Масова частка жиру, %, до сухих речовин	$g_{ж}$	3,8	3,8
Розміри виробів:			
довжина, мм	l	300,0	110,0
ширина, мм	b	150,0	80,0
<i>Рецептура на 100 кг борошна, кг</i>			
Борошно пшеничне вищого сорту	$G_б$	100,0	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{др}$	3,0	3,0
Сіль кухонна харчова	G_c	1,0	1,3
Цукор-пісок	$G_{ц}$	10,0	6,0
Маргарин столовий	G_M	8,0	10,0
Молоко сухе знежирене	$G_{м.с.}$	1,5	-
Олія соняшникова	G_o	2,0	-
Повидло	G_n	-	6,0

Разом		125,5	126,3
<i>Технологічний режим:</i>			
Марка печі		МУССОН-ротор 77М-01	МУССОН-ротор 77М-01
Кількість колик у печі, шт.	N_{Π}	1920×350 18	1920×350 18
Кількість колик у печі, шт.	N_{Π}	1920×350 18	1920×350 18
Тривалість бродіння опари, хв	$T_{б.о}$	-	240
Тривалість бродіння тіста, хв	$T_{б.т}$	100	50
Тривалість вистоювання, хв.	$T_{вис}$	60	60
Тривалість випікання, хв.	$T_{вип}$	22	24
Спосіб випікання		Подовий	Подовий
Вологість тіста, %	W_m	44	44
Масова частка солі в розчині, %	C_c	26	26
Масова частка цукру в розчині, %	$C_{ц}$	50	50
Кратність розведення дріжджів водою	Π	1:3	1:3
<i>Затрати і втрати:</i>			
Втрати борошна дозамішування напівфабрикатів, %	G_b	0,14	0,05
Втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок в піч, %	G_t	0,07	0,03
Масова частка спирту в тісті, %	$C_{сп}$	0,9	0,9
Упікання, %	$G_{уп}$	16,35	17,2
Зменшення маси при укладанні, %	$G_{укл}$	0,83	1,12
Усихання, %	$G_{ус}$	6,23	5,5
Втрати у вигляді крихт і лому, %	$G_{кр}$	0,04	0,04
Втрати у штучному хлібі внаслідок відхилення від нормативної маси, %	$G_{шт}$	0,53	1,99
Зменшення маси при переробці браку, %	$G_{бр}$	0,03	0,03
Вихід виробів плановий, %	B^{Π}	131	131

3.1.2 Вибір та розрахунок продуктивності печі

Продуктивність печі МУССОН-ротор 77М-01 за годину, $P_{\text{год.}}$, в кг за формулою:

$$P_{\text{год}} = N_{\text{п}} \cdot G \cdot 60 / T \quad (1.1)$$

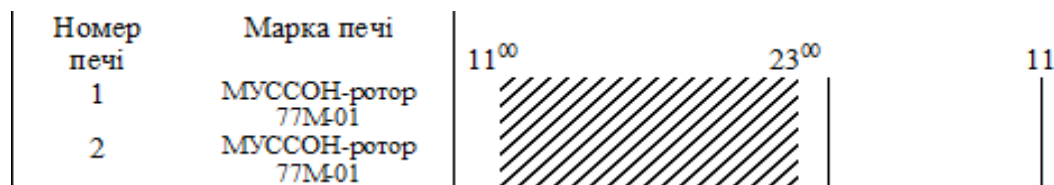
де $N_{\text{п}}$ – к-сть кошиків в печі, шт., $N_{\text{в}}$ – к-сть виробів в кошиці, шт., $G_{\text{в}}$ – маса виробу, кг,

$T_{\text{вип}}$ – час випікання, хв.

Для булочки «Галицької» масою 0,2 кг

$P_{\text{год}} = 18 \cdot 20 \cdot 0,2 \cdot 60 / 22 = 196,36$ кг Для витушки «Запорізької» масою 0,4 кг

$P_{\text{год}} = 18 \cdot 20 \cdot 0,4 \cdot 60 / 24 = 360,0$ кг Графік завантаження печі приведені на рисунку.1.1



де - виробництво виробів, год.

- тривалість перерви, год.

Рисунок – 3.1 Графік роботи печі

Продуктивність печей пекарні наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Продуктивність печі в проектованому цеху

Марка	Назва	Продуктивність печі за годину, кг	Тривалість виробництва, год/доб	Продуктивність печі за добу, кг
МУССОН-ротор 77М-01	Булочка «Галицька», 0,2 кг	196,36	12	2356,32
МУССОН-ротор 77М-01	Витушка «Запорізька», 0,4 кг	360,0	12	4320,0
Всього		556,36		6676,32

3.1.3 Розрахунок пофазних рецептур

Маса сухих речовин для булочки «Галицької» масою 0,2 кг розраховуємо та зводимо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3 – Вологість та маса сировини для булочки «Галицька»

Найменування сировини	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Сухі речовини	
			кг	%
Борошно пшеничне, вищого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль харчова	1,0	3,0	97,0	0,97
Цукор-пісок	10,0	0,15	99,85	9,98
Маргари-столовий	8,0	16,0	84,0	6,72
Молоко сухе знежирене	1,5	4,0	96,0	1,44
Олія соняшникова	2,0	0,2	99,8	1,99
Разом	125,5			107,35

Вихід тіста, G_T , в кг:

$$G_T = \frac{\sum G_{c.p} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (1.2)$$

де $\sum G_{c.p}$ - сума мас сухих речовин у тісті, кг;

W_T – вологість тіста, %;

$$G_T = \frac{(107,35 \cdot 100)}{(100 - 44)} = 191,69 \text{ кг}$$

Маса води (загальна) для приготування тіста, $G_{\text{заг}}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{\text{заг}}^{\text{в}} = G_{\text{т}} - G_{\text{сир}} \quad (1.3)$$

де $G_{\text{сир}}$ – маса сировини, кг

$$G_{\text{заг}}^{\text{в}} = 191,69 - 125,5 = 66,19 \text{ кг}$$

Маса дріжджової суспензії, $G_{\text{др.с}}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{\text{др.с}} = G_{\text{др}}(n+1), \quad (1.4)$$

де $G_{\text{др}}$ – маса дріжджів за рецептурою, кг

n – кратність розведення дріжджів,

$$G_{\text{др.с}} = 3,0 (3+1) = 12,0 \text{ кг}$$

Маса води в дріжджовій суспензії, $G_{\text{др.с}}^{\text{в}}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{\text{др.с}}^{\text{в}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др}} \quad (1.5)$$

$$G_{\text{др.с}}^{\text{в}} = 12,0 - 3,0 = 9,0 \text{ кг}$$

Вологість, $W_{\text{др.с}}$, у %:

$$W_{\text{др.с}} = M_{\text{др}} \times W_{\text{др}} + G_{\text{др.с}}^{\text{в}} \times 100 / G_{\text{др.с}} \quad (1.6)$$

$$W_{\text{др.с}} = \frac{3,0 \cdot 75 + 9,0 \cdot 100}{12,0} = 93,75\%$$

Маса розчину солі, $G_{\text{р.с}}$, в кг:

$$G_{\text{р.с}} = G_{\text{с}} \times 100 / C_{\text{р.с}} \quad (1.7)$$

де $G_{\text{с}}$ – маса солі кг.;

$C_{\text{р.с}}$ – концентрація розчину солі, %

$$G_{\text{р.с}} = \frac{1,0 \cdot 100}{26} = 3,84 \text{ кг}$$

Маса води в розчині солі, $G_{\text{в}}^{\text{р.с}}$, в кг

$$G_{\text{в}}^{\text{р.с}} = 3,84 - 1,0 = 2,84 \text{ кг}$$

Маса розчину цукру, $G_{\text{р.ц}}$, в кілограмах за формулою 1.7:

$$G_{\text{р.ц}} = \frac{10,0 \cdot 100}{50} = 20,0 \text{ кг}$$

Маса води в розчині цукру, $G_{\text{в}}^{\text{р.ц}}$, в кілограмах за формулою 1.5:

$$G_{\text{в}}^{\text{р.ц}} = 20,0 - 10,0 = 10,0 \text{ кг}$$

К-сть води, що йде на приготування тіста, кг.:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = G_{\text{в}} - G_{\text{в}}^{\text{р.с}} - G_{\text{в}}^{\text{р.ц}} - G_{\text{в}}^{\text{др.с}}, \quad (1.11)$$

$$G_6^m = 66,19 - 9,0 - 2,84 - 10,0 = 44,35 \text{ кг}$$

Температура води, що викор. в опару, t_b , в С, за формулою:

$$t_a = t_o + [G_b \times C_b \times (t_3 - t_6) / (G_a \times C_a)] + n \quad (1.13)$$

де t_o і t_6 , – відповідно температура закваски і борошна,

$^{\circ}\text{СС}_6$ – теплоємність борошна, КДж/кг*К;

C_b – теплоємність води, КДж/кг*К;

$$t_b = 26 + [14,21 \cdot 2,1 \cdot (26 - 18) / (66,19 \cdot 4,2)] + 3 = 30^{\circ}\text{C}$$

Перевірка вологості тіста, W , у %:

$$W = \frac{G_{б.з.}^T \cdot W_{б.з.}^T + G_d \cdot W_d + G_{р.с} \cdot W_{р.с} + G_{р.ц} \cdot W_{р.ц} + G_{м.с} \cdot W_{м.с} + G_b \cdot W_b}{G_{б.з.}^T + G_z + G_{р.с} + G_{др.с} + G_b + G_{р.ц} + G_{ж.е} + G_{км}}$$

$$W = \frac{100 \cdot 14,5 + 12,0 \cdot 93,75 + 3,84 \cdot 75 + 20 \cdot 50 + 1,5 \cdot 4,0 + 44,35 \cdot 100}{100,0 + 12,0 + 3,84 + 20 + 1,5 + 44,35} = 45\%$$

Рецептура для булочки «Галицької» масою 0,2 кг. по фазна наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Рецептатура по фазна для булочки «Галицької» масою 0,2 кг

Сировина	Маса, кг	Тісто, кг	На обробку, кг
Борошно пшеничне, вищого сорту	100,0	99,0	1,0
Дріжджова суспензія	12,0	12,0	–
Розчин солі	3,84	3,84	–
Розчин цукру	10,0	10,0	–
Маргарин столовий	8,0	8,0	–
Молоко сухе знежирене	1,5	1,5	–
Олія соняшникова	2,0	2,0	–
Вода	44,35	44,35	–
Разом	181,6	180,69	1,0

Маса сухих речовин для витушки «Запорізька» масою 0,4 кг розраховуємо та зводимо в таблицю 3.5

Таблиця 3.5 – Вологість та маса сировини для витушки «Запорізька»

Найменування сировини	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Сухі речовини	
			кг	%
Борошно пшеничне, вищого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі пресовані	3,0	75,0	25,0	0,75
Сіль харчова	1,3	3,0	97,0	1,26
Цукор-пісок	6,0	0,15	99,85	6,0
Маргари-столовий	10,0	16,0	84,0	8,4
Повидло	6,0	34,0	66,0	4,0
Разом	126,3			105,91

Вихід тіста, G_T , в кілограмах за формулою 1.2:

$$G_T = \frac{(105,91 \cdot 100)}{(100 - 44)} = 189,12 \text{ кг}$$

Маса води (загальна) для приготування тіста, $G_{\text{заг}}^B$ в кілограмах за формулою 2.3:

$$G_{\text{заг}}^B = 189,12 - 126,3 = 62,82 \text{ кг}$$

Маса дріжджової суспензії, $G_{\text{др.с.}}$, в кілограмах за формулою 1.4:

$$G_{\text{др.с.}} = 3,0(3+1) = 12,0 \text{ кг}$$

Маса води в дріжджовій суспензії, $G_{\text{др.с.}}^B$, в кілограмах за формулою 2.5:

$$G_{\text{др.с.}}^B = 12,0 - 3,0 = 9,0 \text{ кг}$$

Вологість дріжджової суспензії, $W_{\text{др.с.}}$, у відсотках за формулою 1.6:

$$W_{\text{др.с}} = \frac{3,0 \cdot 75 + 9,0 \cdot 100}{12,0} = 93,75\%$$

Маса розчину солі, $G_{\text{р.с}}$, в кілограмах за формулою 1.7:

$$G_{\text{р.с}} = \frac{1,3 \cdot 100}{26} = 5,0 \text{ кг}$$

Маса води в розчині солі, $G_{\text{р.с}}$, в кілограмах за формулою 1.5:

$$G_{\text{в}}^{\text{р.с}} = 5,0 - 1,3 = 3,7 \text{ кг}$$

Маса розчину цукру, $G_{\text{р.ц}}$, в кілограмах за формулою (1.7):

$$G_{\text{р.ц}} = \frac{6,0 \cdot 100}{50} = 12,0 \text{ кг}$$

Маса води в розчині цукру, , в кілограмах за формулою (1.5):

$$G_{\text{в}}^{\text{р.ц}} = 12,0 - 6,0 = 6,0 \text{ кг}$$

Маса води на замішування тіста з урахуванням води в заквасці та в розчинах, $G_{\text{в}}$, в кілограмах, за формулою 1.11, згідно [71, 72]:

$$G_{\text{в}} = 62,82 - (9,0 + 3,7 + 6,0 + 28,87) = 15,25 \text{ кг}$$

Маса борошна в тісто, $G_{\text{б}}$, в кілограмах, за формулою 1.12:

$$G_{\text{б}}^{\text{м}} = 100 - 15,25 = 84,75 \text{ кг}$$

Температура води, що йде в опару, $t_{\text{в}}$, в $^{\circ}\text{C}$:

$$t_{\text{в}} = 28 + [14,31 \cdot 2,1 \cdot (28 - 18) / (62,82 \cdot 4,2)] + 3 = 32^{\circ}\text{C}$$

Рецептура для витушки «Запорізька» масою 0,4 кг по фазна наведена в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 – Рецептатура пофазна для витушки «Запорізька» масою 0,4 кг

Сировина	Всього, кг	В опару, кг	В тісто, кг	На обробку, кг
----------	---------------	----------------	----------------	----------------------

Борошно пшеничне в/г	100,0	55,0	44,0	1,0
Дріжджова суспензія	3,0	3,0	-	-
Розчин солі	1,3	-	1,3	-
Цукор-пісок	6,0	-	6,0	-
Маргарин столовий	10,0	-	10,0	-
Вода	31,70	28,87	2,83	-
Опара	-	-	95,87	-
Повидло	6,0	-	-	-
Разом:	158,0	86,87	160,0	1,0

3.1.4. Розрахунок виходу виробів

Булочка «Галицька»

Середньозважена вологість сировини, $W_{\text{ср}}$, у відсотках, за формулою:

$$W_{\text{сир.}} = \frac{G_{\text{б}} * W_{\text{б}} + G_{\text{др}} * W_{\text{др}} + G_{\text{с}} * W_{\text{с}} + G_{\text{ц}} * W_{\text{ц}} + G_{\text{м}} * W_{\text{м}}}{G_{\text{б}} + G_{\text{др}} + G_{\text{с}} + G_{\text{ц}} + G_{\text{м}}}, \quad (1.15)$$

де $W_{\text{б}}, W_{\text{др}}, W_{\text{с}}, W_{\text{ц}}, W_{\text{о}}, W_{\text{п}}$, – відповідно вологість борошна, дріжджів, солі, цукру, повидло, %

$$W_{\text{сир.}} = \frac{100,0 * 14,5 + 3,0 * 75 + 1,3 * 3 + 6,0 * 0 + 10,0 * 16 + 6,0 * 34}{100,0 + 3,0 + 1,3 + 6,0 + 10,0 + 6,0} = 15,03 \%$$

Маса тіста, $G_{\text{т}}$ в кілограмах за формулою:

$$G_{\text{т}} = \frac{G_{\text{сир}} \cdot (100 - W_{\text{ср}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (1.16)$$

де $G_{\text{сир}}$ – маса сировини за рецептурою, кг; $W_{\text{т}}$ – вологість тіста, %;

$$G_{\text{т}} = \frac{111,5 * (100 - 15,03)}{100 - 44,0} + 1,3 = 170,54 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування напівфабрикатів, $B_{\text{б}}$, в кілограмах за формулою:

$$B_{\text{б}} = \frac{g_{\text{б}} \cdot (100 - W_{\text{б}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (1.17)$$

$$B_{\text{б}} = \frac{0,1(100 - 14,5)}{100 - 44,0} = 0,15 \text{ кг.}$$

Втрати борошна та тіста, $B_{\text{т}}$ від початку замісу до посадки тістової заготовки в піч, $B_{\text{т}}$, в кілограмах за формулою:

$$B_T = \frac{g_T \cdot (100 - W_B)}{100 - W_T} \quad (1.18)$$

де W_B - середньозважена вологість відходів, %;

$$B_T = \frac{0,06(100-30,12)}{100-44,0} = 0,07 \text{ кг.}$$

$$W_B = \frac{G_6 \cdot W_6 + G_T \cdot W_T}{G_6 + G_T} \quad (1.19)$$

$$W_B = \frac{100,0 \cdot 14,5 + 170,54 \cdot 44}{100,0 + 170,54} = 33,09 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні, $З_{бр}$, в кілограмах, за формулою:

$$З_{бр} = \frac{(0,95 \cdot C_{сп})(G_{сир} - g_B)(100 - W_{сп})}{(100 - W_T)^2} \quad (1.20)$$

де $C_{сп}$ – концентрація спирту в тісті, %

$$З_{бр.} = \frac{2,5 \cdot 0,95(111,5 - 0,7)(100 - 15,03)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 44,0)} = 2,03 \text{ кг.}$$

Затрати при випіканні, $G_{уп}$, в кілограмах:

$$G_{уп} = \frac{g_{уп} (G_T - (B_6 + B_T + З_{бр}))}{100} \quad (1.21)$$

$$G_{уп.} = \frac{10,5[170,54 - (0,15 + 0,07 + 2,03 + 0,3)]}{100} = 17,63 \text{ кг.}$$

Затрати при вкладанні, $G_{укл}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{укл} = \frac{g_{укл} (G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{уп}))}{100} \quad (1.22)$$

$$G_{укл.} = \frac{0,6[170,54 - (0,15 + 0,07 + 2,03 + 0,3 + 17,63)]}{100} = 0,90 \text{ кг.}$$

Затрати від усихання, $G_{ус}$, в кілограмах:

$$G_{ус} = \frac{g_{ус} (G_T - (B_6 + B_T + З_{бр} + З_{уп} + З_{укл}))}{100} \quad (1.23)$$

$$G_{ус.} = \frac{4,5[170,54 - (0,15 + 0,07 + 2,03 + 0,3 + 17,63 + 0,90)]}{100} = 6,72 \text{ кг.}$$

Втрати у вигляді крихт і лому, $G_{кр}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{кр} = \frac{g_{кр} (G_T - (B_6 + B_T + 3_{бр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус}))}{100} \quad (1.24)$$

$$G_{кр.} = \frac{0,03 [170,54 - (0,15 + 0,07 + 2,03 + 0,3 + 17,63 + 0,90 + 6,72 + 0,67)]}{100} = 0,04 \text{ кг.}$$

Втрати в штучному хлібі внаслідок відхилення від нормативної маси, $B_{шт.}$, в кілограмах, за формулою:

$$B_{шт} = \frac{g_{кр} (G_T - (B_6 + B_T + 3_{бр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + B_{кр}))}{100} \quad (1.25)$$

$$B_{шт.} = \frac{0,4 [170,54 - (0,15 + 0,07 + 2,03 + 0,3 + 17,63 + 0,90 + 6,72)]}{100} = 0,67 \text{ кг.}$$

Зменшення маси при переробці браку, $B_{бр}$, в кілограмах, за формулою:

$$B_{бр} = \frac{g_{бр} (G_T - (B_6 + B_T + 3_{бр} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + B_{кр} + B_{шт}))}{100} \quad (1.26)$$

$$B_{бр.} = \frac{0,02 [170,54 - (0,15 + 0,07 + 2,03 + 0,3 + 17,63 + 0,90 + 6,72 + 0,67 + 0,04)]}{100} = 0,02 \text{ кг.}$$

Вихід ріжків, B_x , у відсотках за формулою:

$$B_{хл} = 170,54 - (0,15 + 0,07 + 2,03 + 0,3 + 17,63 + 0,90 + 6,72 + 0,67 + 0,04 + 0,02) = 142,01\%$$

Витушка «Запорізька»

Вологість сировини, $W_{ср}$, у %,:

$$W_{ср} = \frac{100,0 * 14,5 + 3,0 * 75 + 1,3 * 3 + 6,0 * 0 + 10 * 16 + 6,0 * 34}{100,0 + 3,0 + 1,3 + 6,0 + 10 + 6,0} = 16,1\%$$

Маса тіста, G_T в кг (1.16):

$$G_T = \frac{126,3 * (100 - 16,1)}{100 - 44} = 189,22 \text{ кг}$$

Втрати борошна для змішування напівфабрикатів, G_6 , в кг (1.17):

$$G_6 = \frac{0,03 * (100 - 16,1)}{100 - 44} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати борошна та тіста, G_T від початку замісу до посадки тістової заготовки в піч, G_T , в кг (1.18):

$$W_B = \frac{G_6 * W_6 + G_T * W_T}{G_6 + G_T} \quad (1.19)$$

$$W_B = \frac{100,0 \cdot 14,5 + 189,22 \cdot 44}{100,0 + 189,22} = 33,80 \text{ кг}$$

$$G_T = \frac{0,03 \cdot (100 - 33,80)}{100 - 44} = 0,03 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні, $Z_{бр}$, в кг, (1.20):

$$Z_6 = \frac{(0,95 \cdot 0,9)(126,3 - 0)(100 - 16,1)}{(100 - 44)^2} = 2,88 \text{ кг}$$

Затрати при випіканні, $G_{уп}$, в кг, (1.21):

$$G_{уп} = \frac{11(189,22 - (0,04 + 0,03 + 2,88))}{100} = 20,4 \text{ кг}$$

Затрати при вкладанні, $G_{укл}$, в кг, (1.22):

$$G_{укл} = \frac{0,8(189,22 - (0,04 + 0,03 + 2,88 + 20,4))}{100} = 1,32 \text{ кг}$$

Затрати від усихання хліба, $G_{ус}$, в кілограмах, за формулою 1.23:

$$G_{ус} = \frac{4,0(189,22 - (0,04 + 0,03 + 2,88 + 20,4))}{100} = 6,5 \text{ кг}$$

Втрати у вигляді крихт і лому, $G_{кр}$, в кілограмах, за формулою 1.24:

$$G_{кр} = \frac{0,03(189,22 - (0,04 + 0,03 + 2,88 + 20,4 + 1,32 + 6,5))}{100} = 0,04 \text{ кг}$$

Втрати в штучному хлібі внаслідок відхилення від нормативної маси,

$G_{шт}$, в кілограмах, за формулою 1.25:

$$G_{шт} = \frac{1,5(189,22 - (0,04 + 0,03 + 2,88 + 20,4 + 1,32 + 6,5 + 0,04))}{100} = 2,37 \text{ кг}$$

Зменшення маси при переробці браку, $G_{бр}$, в кілограмах:

$$G_{бр} = \frac{0,02(189,22 - (0,04 + 0,03 + 2,88 + 20,4 + 1,32 + 6,5 + 0,04))}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Вихід рогалів, V_x , у відсотках за формулою 1.27:

$$V_x = 189,22 - (0,04 + 0,03 + 2,88 + 20,4 + 1,32 + 6,5 + 0,04 + 2,37 + 0,03) = 155\%$$

3.2. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Булочка «Галицька»:

Допустима величина завантаження діжі борошном, $дм^3$:

$$E_m = \frac{e_m \cdot V_d}{100}, \quad (1.27)$$

де e_m – кількість борошна, кг, що завантажується на 100 дм³ геометричного об'єму діжі;

V_d – геометричний об'єм діжі, дм³ ($V_d=300$ дм³).

$$E_m = \frac{30 \cdot 300}{100} = 90,0 \text{ дм}^3.$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури, розраховується за формулою:

$$K = \frac{E_m}{100}, \quad (1.28)$$

$$K = \frac{90,0}{100} = 0,9.$$

Результати зводяться в таблицю 3.7

Таблиця 3.7 – Виробнича рецептура для булочки «Галицької» масою 0,2 кг

Сировина і напівфабрикати	Фаза технологічного процесу	
	в тісто	на обробку
Борошно пшеничне вищого сорту	89,1	0,9
Дріжджова суспензія	10,8	-
Розчин солі	5,19	-
Розчин цукру	3,6	-
Маргарин столовий	4,5	-
Молоко сухе знежирене	0,4	-
Олія соняшникова	0,2	-
Вода	26,83	-
Разом	140,62	0,9

Температура води на заміс закваски, $t_{в.з}$, в °С розраховуємо за формулою (1.13)

$$t_{в}^T = 26 + \frac{89,1 \cdot 1,257(26-15)}{26,83 \cdot 4,19} + 2 = 38,95 \text{ °С}$$

Маса тістової заготовки, $G_{т.з}$, в кілограмах за формулою (1.3):

$$G_3^T = \frac{0,15 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 10,5)(100 - 4,5)} = 0,18 \text{ кг.}$$

Параметри технологічного процесу приводяться в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 – Параметри технологічного процесу для приготування булочки «Галицької» масою 0,2 кг.

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тіста
Початкова t	°C	26,0
Кінцева K	град	3,0
Вологість	%	40,0
Час бродіння	хв.	100
Маса шматків тіста	кг	0,18
Тривалість вистоювання	хв.	60
t у вистійній шафі	°C	35-40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75-80
Час випікання	хв.	18
t пекарної камери	°C	180-210

Витушка «Запорізька»:

Допустима величина завантаження діжі борошном, дм^3 , розраховують за формулою:

$$E_m = \frac{25 \cdot 300}{100} = 75,0 \text{ дм}^3.$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури, розраховується за формулою:

$$K = \frac{75,0}{100} = 0,75.$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 3.9

Таблиця 3.9 – Для витушки «Запорізької» масою 0,4 кг

Сировина	Всього, кг	В опару, кг	В тісто, кг	На обробку, кг
----------	------------	-------------	-------------	----------------

Борошно пшеничне в/г	82,5	45,38	36,3	0,82
Дріжджова суспензія	9,9	9,9	—	—
Розчин солі	4,76	—	4,76	—
Цукор-пісок	1,65	—	1,65	—
Маргарин столовий	4,13	—	4,13	—
Повидло	6,0	—	—	6,0
Вода	26,15	23,82	2,33	—
Опара	—	—	79,1	—
Разом:	136,74	79,1	129,92	6,82

Розрахунок температури води на заміс закваски, $t_{в.з}$, в $^{\circ}\text{C}$, формула (1.13)

$$t_{в.з} = \frac{28 + (21,93 \cdot 2,1(28,0 - 18,0))}{(53,07 \cdot 4,2) + 4,2} = 31^{\circ}\text{C}$$

Маса тістової заготовки, $G_{т.з}$, в кілограмах за формулою (1.33):

$$G_{т.з} = \frac{0,5 \cdot 10000}{(100 - 11)(100 - 4)} = 0,58 \text{ кг}$$

Параметри приводяться в таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Параметри техн. процесу для п-ня витушки «Запорізька» масою 0,4 кг

Параметри процесів	Одиниця вимірювання	Тіста
Початкова, t	$^{\circ}\text{C}$	28
Кінцева, K	Град	3,0
Вологість	%	40,0
Час бродіння	хв.	50,0
Маса шматків	кг	
Тривалість вистоювання t у вистійній шафі	хв	0,58
Відносна вологість у відстійній шафі	%	75-80

Час випікання	хв	22
Температура пекарної камери	°C	180-210

3.3. Розрахунок площ складських приміщень для сировини, тари, допоміжних та пакувальних матеріалів, площ холодильних камер та складів готової продукції

Втрати борошна за год, $G_{\text{б}}^{\text{год}}$, в кг:

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{B_{\text{х}}} \quad (1.34)$$

де $P_{\text{год}}$ – продуктивність печі за годину, кг $B_{\text{х}}$ – вихід хліба, %

$$G_{\text{б}}^{\text{год}} = \frac{(196,36 + 360,0) \cdot 100}{131 + 131} = 212,3 \text{ кг}$$

$$G_{\text{б}}^{\text{доб}} = 212,3 \cdot 12 = 2\,548,2 \text{ кг/доб.}$$

Витрата іншої сировини за годину, $G_{\text{с}}^{\text{год}}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{\text{с}}^{\text{год}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}} \cdot G_{\text{с}}}{100} \quad (1.35)$$

Питома витрата сировини на 1 тону виробів, $G_{\text{с}}^{\text{пит}}$, в кг,

$$G_{\text{с}}^{\text{пит}} = \frac{1000 \cdot G_{\text{с}}}{B_{\text{х}}} \quad (1.36)$$

Таблиця 3.11 – Витрата сировини

Назва сировини	Витрата сировини	
	кг	т
Борошно пшеничне вищого ґатунку	2548,2	2,54
Дріжджі хлібопекарські пресовані	153,0	0,15
Сіль кухонна харчова	50,9	0,05
Цукор-пісок	1528,92	1,52
Маргарин	2038,56	2,03
Молоко сухе знежирене	38,22	0,03
Повидло	152,8	0,15
Олія соняшникова	50,9	0,05

Виробничий запас за визначений період, витрати сировини та площа складів приведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Запас сировини і площа складів

Назва сировини	Витрати за добу, кг.	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання, діб	Запас, діб	Необхідний запас сировини, кг
Борошно пшеничне вищого ґатунку	2548,2	Безтарний	5-7	5	12741
Дріжджі хлібопекарські пресовані	153,0	В ящиках	3	3	459
Сіль кухонна харчова	50,9	У мішках	15	15	763,5
Цукор-пісок	1528,92	У мішках	15	15	22933,8
Молоко сухе знежирене	38,22	У паперових мішках	2	2	76,44
Повидло	152,8	У банках	15	15	2292
Маргарин	2038,56	В ящиках	15	15	30578,4
Олія соняшникова	50,9	У плящі	15	15	763,5

3.4. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Розрахунок силосів для зберігання борошна Кількість силосів, N_c , розраховуємо за формулою:

$$N_c = \frac{G_{\text{бор}}^{\text{запас}}}{G_{\text{бор}}^c} \quad (1.37)$$

де $G_{\text{бор}}^{\text{запас}}$ - запас борошна на виробництві, кг

- максимальне завантаження силоса, кг

- для борошна в/г:

$$N_c = \frac{12741}{20000} = 1.0 \text{ шт}$$

До установки приймаються пластикові силоса *ХЕ-160А* у кількості 3 штуки.

Кількість просіювачів для борошна, $N_{\text{пр}}$, за формулою:

$$N_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}}}{P_{\text{пр}}^{\text{год}}} \quad (1.38)$$

де $P_{\text{пр}}^{\text{год}}$ - годинна продуктивність, кг

$G_{\text{б}}^{\text{год}}$ - витрата борошна за год., кг

- для борошна пшеничного:

$$N_{\text{пр}} = \frac{2548,2}{1500} = 1,7 \text{ шт}$$

До установки приймаються два просіювачі марки БУРАТ. Кількість бункерів виробничих для борошна, $N_{\text{б}}$:

$$N_{\text{б}} = \frac{G_{\text{б}}^{\text{год}} \cdot T_{\text{з}}}{G_{\text{б}}} \quad (1.39)$$

де $T_{\text{з}}$ – час, на який створюється виробничий запас, год

- максимальне завантаження бункера, кг Для борошна пшеничного:

$$N_{\text{б}} = \frac{2548,2 \cdot 3}{1500} = 5,00 \text{ шт}$$

До установки приймаються бункери виробничі ХЕ-112. Розрахунок збірників виробничого запасу розчинів і суспензій

Проведення розрахунків збірників виробничого запасу розчинів визначають за формулою:

$$V_{\text{зб}} = \frac{G_{\text{р}}^{\text{з}}}{\rho \cdot K} \quad (1.40)$$

де - маса розчину в збірнику, кг;

ρ – густина розчину, кг/м^3

K – коефіцієнт запасу

Витрата розчину солі, цукру, за годину, G_p^r в кілограмах, за формулою:

$$G_p^r = \frac{G_{\text{сир}}^{\text{год}} \cdot 100}{C} \quad (1.41)$$

Витрата дріжджової суспензії за годину, $G_{\text{др.с}}^r$, в кілограмах за формулою:

$$G_{\text{др.с}}^r = G_{\text{др}}^r \cdot (n+1), \quad (1.42)$$

3.4.1. Розрахунок обладнання для приготування рідких напівфабрикатів

Кількість заварювальних машин для приготування закваски, N_z , в штуках, за формулою:

$$N_z = \frac{G_z^{\text{год}} \cdot T_z \cdot K}{60 \cdot V_z \cdot \rho} \quad (1.43)$$

$$N_z = \frac{232,2 \cdot 5 \cdot 1,2}{60 \cdot 0,3 \cdot 1060} = 0,07 \text{ шт}$$

Об'єм чанів для бродіння закваски V_z , в м^3 , за формулою:

$$V_z = \frac{G_z^{\text{год}} \cdot T_{\text{бр}} \cdot K_o \cdot K_{\text{п.п}}}{\rho \cdot K_o} \quad (1.44)$$

де $T_{\text{бр}}$ – тривалість бродіння закваски, год; K_o – коефіцієнт збільшення об'єму;

$K_{\text{п.п}}$ – коефіцієнт, який враховує масу напівфабрикату попереднього приготування;

$$V_z = \frac{232,2 \cdot 4,0 \cdot 2}{0,8 \cdot 10^3 \cdot 0,8} = 2,9 \text{ м}^3$$

Об'єм збірника закваски, $V_{\text{зб.з}}$, в метрах кубічних за формулою:

$$V_{\text{зб.з}} = \frac{G_z^{\text{год}} \cdot T_z}{K \cdot \rho} \quad (1.45)$$

де T_z – час на який передбачено запас закваски на виробництві, год

$$V_{\text{зб.з}} = \frac{232,2 \cdot 2}{0,8 \cdot 800} = 0,72 \text{ м}^3$$

Кількість чанів для бродіння закваски, $N_{\text{ч}}^3$, в штуках за формулою:

$$N_{\text{ч}}^3 = \frac{V_3}{V} \quad (1.46)$$

де V – стандартний об'єм чану, м^3

$$N_{\text{ч}}^3 = \frac{2,9}{1,0} = 3 \text{ шт}$$

До установки приймаються чани для бродіння об'ємом $1,0 \text{ м}^3$ в кількості 4 штук.

3.4.2. Обладнання для розробки тіста

Продуктивність машини місильної періодичної дії, кг в год, розраховують:

$$P = \frac{60 \cdot q_{\text{н/ф}}}{\tau_{\text{зам.}} + \tau_{\text{доп.}}}, \quad (1.47)$$

$q_{\text{н/ф}}$ – к-сть опари, що одночасно замішується в діжці машинитістомісильної, кг ;

$\tau_{\text{зам.}}$ – час замішування тіста чи опари, хв ;

$\tau_{\text{доп.}}$ – час, потрібний для допоміжних операцій, хв . ($\tau_{\text{доп.}} = 10 \text{ хв.}$).

$$P_{\text{т}} = \frac{60 \cdot 140,02}{10 + 10} = 420,06 \text{ кг/год.}$$

Кількість тістомісильних машин, шт., розраховують за формулою (1.48):

$$n = \frac{140,02}{420,06} = 0,33 \approx 1 \text{ шт.} + 1 \text{ шт. (запасна)} = 2 \text{ шт.}$$

3.4.3. Розрахунок обладнання для н/ф

Кількість тістових заготовок за хвилину, шт., визначають за формулою:

$$N_{\text{д}} = \frac{P_{\text{год}}}{60 \cdot G_{\text{в}}}, \quad (1.47)$$

де $P_{\text{год}}$ – продуктивність печі, кг/год ; $G_{\text{в}}$ – маса виробу, кг .

$$N_{\text{д}} = \frac{196,36}{60 \cdot 0,2} = 16 \text{ шт}$$

Кількість машин для тістоділення, шт., для даного виробу, розраховують за формулою:

$$N = \frac{N_d * \chi}{n_d}, \quad (1.48)$$

де χ – коефіцієнт запасу, що враховує зупинку тістоподільника та бракшматка ($\chi=1,04-1,05$);

n_d – продуктивність тістоподільника, шматків за хвилину.

$$N = \frac{16 * 1,04}{42} = 0,39 \approx 1 \text{ шт.}$$

Коефіцієнт використання машини для розділення тіста:

$$\eta = \frac{N_d}{n_d} \leq 1 \quad (1.49)$$

$$\eta = \frac{16}{42} = 0,38 \leq 1$$

3.4.5. Розрахунок місткості хлібосховища

К-сть лотків за год. зберігання одного виду виробів, шт., визначають за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{г}} = \frac{P_{\text{год}}}{n * G_{\text{в}}}, \quad (1.50)$$

$$N_{\text{л}}^{\text{г}} = \frac{196,36}{28 * 0,2} = 35 \text{ шт}$$

Кількість вагонеток за годину для зберігання одного виду виробу, шт., розраховують за формулою:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{г}}}{N_{\text{л}}}, \quad (1.51)$$

де $N_{\text{л}}$ – кількість лотків в 1 вагонетці, шт. ($N_{\text{л}}=8$ шт.).

$$N_{\text{год}} = \frac{35}{8} = 4 \text{ шт}$$

Темп завантаження вагонеток, хв., розраховують:

$$R = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв}$$

Розрахункова кількість вагонеток на тривалість зберігання одного сорту виробів, шт., розраховуємо за формулою (1.52):

$$R = \frac{60}{N_{\text{год}}}, \quad (1.52)$$

$$N_2 = \frac{196,36 \cdot 8}{28 \cdot 0,2 \cdot 8} = 35 \text{ шт}$$

Загальна кількість вагонеток у хлібосховищі, шт., визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N_1 + N_2 + N_{30\%}, \quad (1.53)$$

$$N_{\text{заг}} = 90 + 35 = 125 + 30\% = 128 \text{ шт}$$

Основне технологічне обладнання приведенне в таблиці 3.13

Таблиця 3.13 – Специфікація технологічного обладнання

№ з/п	Обладнання	К-сть	Марка, вид	Технічна характеристика
1	Силоси	8	ХЕ-160А	Номінальний об'єм $V=30 \text{ м}^3$
2	Просіювач	2	Бурат	Продуктивність для пшеничного борошна 3,5 т/год; для житнього – 2,8 т/год.
3	Заварювальна машина	1	ХЗМ-300	Геометричний об'єм $V=300 \text{ дм}^3$
4	Місткість для бродіння	6	ХЕ-44	Геометричний об'єм $V=2100 \text{ дм}^3$
5	Тістомісильна машина	1	Х-12	Геометричний об'єм $V=200 \text{ дм}^3$
6	Тістомісильна машина	2	Прима-300	Геометричний об'єм $V=300 \text{ дм}^3$
7	Діжеперекидач	2	Восход ДО-3	Піднімає діжі на висоту до 1900 мм
8	Тістоподільник	2	Восход ТД-2	Продуктивність тістоподільника 42 шт./хв
9	Тістоокруглюваль на машина	2	Восход ТО-4	Продуктивність 50 шт./хв.
10	Тістозакатувальна машина	2	Восход ТЗ- 4М	Продуктивність 50 шт./хв.
11	Вистійна шафа	2	Бриз-342	Ємність шафи – 4 вагонетки.
12	Ротаційна піч	2	МУССОН- ротатор 77- М01	Розміри листа 660*600 Листів у вагонетці 18 шт.

3.5. Технохімічний контроль виробництва

Завдання, яка ставиться першочергово в хлібопекарській промисловості є виготовлення хлібобулочних виробів, а відповідно до теми кваліфікаційної роботи - здоби належної якості. Важливим завданням, яке ставиться до випуску виробів при дотриманні усіх встановлених нормативних вимог є контроль технохімічний виробництва. Даний сегмент є важливим заходом перевірки правильності ведення техно-хімічного процесу і його виправлення, усі основні показники представлені в таблиці 3.14 [73].

Таблиця 3.14 – Метрологічне забезпечення виробництва здоби

Об'єкт контролю	Місце і момент контролю	Показники що контролюються	Методи контролю	Періодичність контролю
Сировина				
Борошно пшеничне вищого гатунку	Борошновоз, склад борошна	Колір, запах, смак	Органолептично	Кожна партія
		Хрусткість	Розжовуванням	
		Вологість	Висушуванням прискореним методом ГОСТ 9404-88	
		Кислотність	Титрування	
Дріжджі хлібопекарськ і пресовані	Склад сировини	Зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція	Органолептично	Кожна партія
		Смак	Розжовуванням	
		Вологість	Висушуванням	
		Підйомна сила	За тривалістю підйому тіста у формі або за часом спливання кульки тіста	
		Кислотність	Титруванням	
Сіль кухонна	Склад сировини	Колір, запах, смак	Органолептично	Кожна партія
		Вологість	Висушуванням	
Цукор-пісок	Склад сировини	Колір, запах, смак, сипучість	Органолептично	Кожна партія
		Вологість	Висушуванням	
Маргарин	Склад сировини	Колір, смак	Органолептично	Кожна партія
		Маргарин	Склад сировини	
Напівфабрикати або стадії технологічного процесу				
	Ємність для			

Розчин солі, цукру	розчину, перед подачею у витратні ємності	Густина розчину	Аерометричним методом	2-3 рази зазміну
Дріжджова суспензія	Ємність для суспензії, перед подачею у витратні ємності	Густина, концентрація	Аерометричним методом	2-3 рази зазміну
Опара	Ємність для бродіння, перед подачею у витратні ємності	Вологість	Експресним методом	2-3 рази за зміну
		Кислотність	Титруванням	
		Температура	Вимірюванням термометром	
		Підйомна сила	Методом спливання кульки	
Тісто	Корито для бродіння, після замішування	Органолептична оцінка	Органолептично	Не менше 2 разів за зміну
		Температура	Вимірюванням термометром	
		Вологість	Експресним методом	
Готова продукція				
Булочка «Галицька» витушка «Запорізька»	Дільниця охолодження продукції або експедиція	Форма, колір, запах, смак, станта забарвленість скоринки, еластичність м'якушки, про міс	Органолептична	Кожна партія
		Вологість	Висушуванням прискореним методом	
		Кислотність	Титруванням	
		Вміст жиру	Екстракційним методом	

Робота виробничої лабораторії складається з таких етапів:

Проведення аналізів сировини яка надходить на виробництво, як органолептичним так і фізичним методом, для порівняння з якісним посвідченням, у випадку різних даних виробничої лабораторії з даними сертифіката, проводять арбітражний метод визначення сировини що надійшла на виробництво [73].

Контроль якості готової продукції перевіряють лабораторії на кожну партію продукції. Результати технохімічного контролю на виробництві фіксують в лабораторних журналах [73].

Форми журналів контролю якості:

«Журнал результатів аналізів борошна»;

«Журнал результатів аналізів сировини»;

«Журнал результатів аналізів готової продукції»;

«Журнал рецептур та технологічних вказівок»;

«Журнал технологічного контролю виробництва»;

«Журнал обліку скляного посуду»;

«Журнал обліку металомангнітних домішок».

При проведенні технохімічного контролю керуються інструкціями НТД, ТУ, ДСТУ [73].

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1. Аналіз травм і травматизму на підприємствах харчової промисловості

З метою профілактики травматизму і захворювань, на основі аналізу стану мов і безпеки праці розробляються короткострокові і довгострокові комплекси заходів, що мають на меті покращення умов праці, скорочення травматизму і професійних захворювань [74, 75].

Травма (грец. *trauma* – рана, пошкодження) – це раптове порушення анатомічної цілісності організму або його функцій через короткочасну дію будь-якого зовнішнього чинника внаслідок чого настає тимчасова або постійна втрата працездатності.

Небезпечний виробничий чинник – виробничий фактор, дія якого на працюючого у визначених умовах призводить до травми та іншого раптового різкого погіршення здоров'я.

Виробнича травма – це травма, одержана працівником на виробництві внаслідок порушення вимог охорони праці.

Захворювання – це порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

Шкідливий виробничий чинник – виробничий фактор, дія якого на працюючого за певних умов призводить до захворювання чи зниження працездатності.

Професійне захворювання – захворювання, яке розвивається в результаті тривалого впливу на працюючого специфічних, для даної роботи, шкідливих виробничих чинників і поза контактом з ними виникнути не може.

Виробничо зумовлене захворювання – захворювання, перебіг якого ускладнюється умовами праці, а частота якого перевищує частоту його у

працівників, які не зазнають впливу певних професійних шкідливих факторів.

Метою дослідження виробничого травматизму і захворюваності є визначення причин, які їх викликають з наступною розробкою заходів для покращення умов і безпеки праці, які б зменшували ризики непрацездатності на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Аналіз причин травматизму і захворюваності на виробництві дозволяє виділити наступні 4 групи:

- *організаційні*: порушення законодавчих актів з охорони праці, вимог інструкцій, правил і норм, відсутність або неякісне проведення інструктажу і навчання, невиконання заходів щодо охорони праці, невідповідність норм санітарно-гігієнічних факторів, несвоєчасний ремонт або заміна несправного і застарілого обладнання.

- *технічні*: невідповідність вимогам безпеки або несправність виробничого обладнання, інструменту та засобів захисту; конструктивні недоліки обладнання.

- *психофізіологічні*: помилкові дії працівника внаслідок втоми, надмірної важкості і напруженості роботи, монотонності праці, хворобливого стану, необережності.

- *санітарно-гігієнічні*: надмірні рівні шуму, вібрації; несприятливі метеорологічні умови; підвищений вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин; наявність різних випромінювань вище допустимих значень; недостатнє або нераціональне освітлення; порушення правил особистої гігієни [74, 75].

Для дослідження виробничого травматизму і захворюваності використовують наступні методи: статистичний, монографічний, топографічний, економічний, експертних оцінок тощо [74].

Статистичний метод базується на аналізі статистичного матеріалу, який накопичений на підприємстві за певний проміжок часу.

Дані для цього аналізу містяться в актах розслідування нещасних

випадків на виробництві за формою Н-1, Н-5, П-4, П-5, у звітах за формою 7-ТНВ, 1-ПВ, листках тимчасової непрацездатності (ЛТН). Цей метод дозволяє всі нещасні випадки і причини травматизму групувати по статі, віку, професії, стажу роботи потерпілих, часу, місцю, типу нещасних випадків, характеру отриманих травм, виду обладнання [74].

Цей метод дозволяє визначити динаміку травматизму і виявити закономірності його зростання чи зниження. На практиці вивчення динаміки таких показників і використовується у більшості випадків. За його допомогою можна встановити найбільш поширені види травм по окремих підрозділах, визначити причини, які спричиняють найбільшу кількість нещасних випадків, виявити небезпечні місця, розробити і провести необхідні організаційно-технічні заходи [74].

При топографічному методі всі нещасні випадки систематично наносять умовними знаками на плані розташування обладнання у цеху або на ділянці. Накопичення таких знаків на позначці робочого місця або обладнання характеризує його підвищену небезпечність і потребує відповідних профілактичних заходів [75].

Монографічний метод представляє собою аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які властиві технологічному процесу, обладнанню, ділянці виробництва. За цим методом поглиблено аналізуються всі обставини нещасних випадків і, за необхідності, виконуються відповідні дослідження та випробування. Цей метод дозволяє не тільки проаналізувати нещасні випадки що сталися, але й виявити потенційні небезпечні фактори, які існують на ділянці технологічного процесу або обладнання, що вивчається, а також використати отримані результати при проектуванні виробництва та для розробки заходів з охорони праці [75].

Економічний метод полягає у визначенні економічної шкоди від заподіяного травматизму, визначенні економічної ефективності від затрат на розробку та впровадження заходів з охорони праці [74].

До основних елементів, які зумовлюють збитки від виробничого

травматизму та захворюваності, належать [75]:

- а) виплати потерпілим за листками непрацездатності;
- б) пенсія, призначена потерпілому внаслідок травми;
- в) пенсія, призначена близький родичам потерпілого в зв'язку з втратою годувальника;
- г) допомога при тимчасовому переведенні працівника на іншу роботу в зв'язку із травмою;
- д) відшкодування збитку працівнику при частковій втраті працездатності;
- ж) затрати підприємства на професійну підготовку робітника, якого приймають замість вибулого у зв'язку із травмою;
- з) інші витрати.

Найбільші витрати пов'язані з виплатами за лікарняними листками непрацездатності. Вони становлять понад 50%.

Збитки від виробничого травматизму і захворюваності визнають за формулою:

$$S = 1,5 \times D \times Z_{cp} \quad (1)$$

де D – загальна кількість днів непрацездатності за звітний період (дн.);

Z_{cp} – середня заробітна плата потерпілих (грн.).

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Підвищення стійкості роботи підприємств харчової промисловості в воєнний час

Заходи з підвищення стійкості планують з урахуванням місцевих умов, важливості об'єкта, його географічного положення, економічної доцільності проведення заходів. На мирний час планують головним чином трудові заходи, які потребують значних матеріальних витрат і часу, а на період загрози нападу противника - такі заходи, що не потребують багато часу чи проведення яких не є доцільним у мирний час [76].

Заходи, що проводяться за мирного часу

Усі заходи з підвищення стійкості оботи об'єкта поділяють на організаційні, інженерно-технічні й технологічні (зміни технології виробництва на воєнний час).

У мирний час повинні проводитися тільки інженерно-технічні й організаційні заходи. Вони включають такі напрямки:

- захист робітників, службовців та членів їх сімей;
- підвищення стійкості будівель і споруд;
- захист технологічного обладнання;
- підвищення надійності систем електро-, водо-, та газопостачання;
- захист сировини, напівфабрикатів і готової продукції від зараження радіоактивними, сильнодіючими отруйними речовинами та бактеріальними засобами;
- виключення або обмеження ураження вторинними факторами;
- забезпечення стійкого матеріально-технічного постачання;
- підвищення надійності керування;
- раціональне розміщення запасів матеріальних засобів;
- підготовка до відновлення зруйнованого виробництва.

Захист робітників, службовців та їх сімей

Для надійного захисту робітників, службовців та членів їх сімей проводять такі заходи:

- завчасно будують захисні споруди на об'єкті (сховища) і в заміській зоні (ПРУ);
- створюють і підтримують у готовності системи сповіщення та зв'язку;
- забезпечують робітників і службовців засобами індивідуального захисту;
- проводять підготовку до евакуації в заміську зону;
- здійснюють навчання робітників, службовців та населення засобами захисту і діям за сигналами ЦЗ.

Підвищення стійкості будівель та споруд

Для підвищення стійкості будівель та споруд до дії вражаючих

факторів проводять наступні заходи:

- зміцнення несучих, огорожуючих та інших конструкцій будівель та споруд (постановка додаткових колон, ферм, рам та ін);
- підсилення цокольного поверху прогонами, закладання віконних проїомів цеглою, щитами та ін.;
- встановлення допоміжних перекриттів, підкосів, розпірок тощо;
- підсилення конструкцій обкладкою лантухами з піском;
- встановлення додаткових зв'язків між окремими елементами споруди;
- закріплення відтяжками високих малостійких споруд;
- заглиблення споруд або створення захисних валів (обвалування споруд);
- заміна елементів конструкції, які згоряють, такими, що не займаються, використання вогнезахисних покриттів.

Захист технологічного обладнання

Захист технологічного обладнання входить до загального комплексу інженерно-технічних заходів з підвищення стійкості роботи і передбачає:

- розміщення важкого обладнання на нижніх поверхах будівлі;
- міцне закріплення обладнання на фундаментах;
- встановлення контрфорсів, які підвищують стійкість обладнання щодо перекидання його швидкісним напором ударної хвилі.

Підвищення стійкості роботи систем електро-, водо- та газопостачання

Стійкість постачання об'єкта електроенергією, газом і водою досягається проведенням як загальноміських інженерно-технічних засобів, так і заходів на об'єктах.

Загальними заходами для цих систем є:

- підключення об'єкта не менш як до двох джерел постачання;
- створення автономних резервних джерел (будівництво на об'єкті артезіанських свердловин та резервного водопостачання, використання

рухомих електростанцій, підземних газосховищ);

- захист джерел постачання та їх розосередження на інтервалах безпеки;
- кільцювання систем постачання;
- пристосування об'єкта до роботи на різних видах палива (газ, вугілля, мазут) і створення резервних запасів палива;
- заглиблення комунікацій систем постачання;
- встановлення приладів автономного відключення зруйнованих ділянок систем постачання і переключення потоку постачання на діючі ділянки.

Захист запасів сировини, напівфабрикатів, готової продукції від забруднення радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріологічними засобами

У мирний час здійснюють заходи, які спрямовані на забезпечення захисту запасів сировини, напівфабрикатів та готової продукції від зараження їх радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріальними засобами:

- будівництво складських і виробничих приміщень з повною герметизацією;
- розробка планів підготовки до здійснення простої герметизації тих складських та інших приміщень, де немає повної герметизації;
- випуск продуктів та напівфабрикатів у герметичній тарі;
- утримання в справному стані герметизації герметизованих транспортних засобів для транспортування продуктів і товарів, для надійного захисту продуктів харчування, харчової сировини та інших продовольчих товарів і їх запасів можна використовувати гірські виробки й заглиблені порожнини. У них будують складські приміщення, які внаслідок такого розміщення простіше захистити не тільки від зараження, а й від усіх інших вражаючих факторів [76].

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Проаналізовано літературні дані щодо можливого використання мікробного метаболіту – трегалози у здобних виробках, виявлено ряд корисних властивостей у трегалози, які будуть покращувати технологічні властивості витушки Запорізької.

2. Удосконалено рецептуру витушки Запорізької шляхом заміни цукру на мікробний метаболіт – трегалозу, досліджено вплив різних концентрацій трегалози на технологічні показники тіста. Встановлено, що заміна цукру у рецептурному складі витушки «Запорізька» на трегалозу забезпечує інтенсивніші бродильні процеси, зокрема кислотність на завершення процесу бродіння у зразках витушки з трегалозою була на 0,3 – 0,5 град більша, ніж у виробі з цукром. Також у дослідних зразках витушки з трегалозою газоутворювальна здатність була вища на 82,1 - 134,5 см³/100 г, ніж у контролі.

3. За наявності концентрації трегалози у зразках витушки 8 – 10 %, питомий об'єм виробів істотно зростає, порівнюючи з витушкою з цукром. Зокрема у зразку № 3 величина питомого об'єму становила $2,75 \pm 0,08$ см³/г, а в №4 – $2,87 \pm 0,07$ см³/г, що в середньому на 0,33 та 0,47 см³/г більша, проти контрольної витушки з вмістом цукру.

4. Виявлено, що додавання трегалози у здобу впливало на пористість й крихкуватість виробів. За концентрації трегалози у виробі 8 %, пористість зростала на 1,6 %, проти витушки з цукром та за концентрації мікробного метаболіту у витушці 10 % пористість збільшувалася на 3,0 %. Також показник крихкуватості зменшувався, в середньому на 0,4 % у виробі за додавання трегалози 8,0 % та на 0,7 % при додаванні трегалози 10 %, тобто у таких виробках буде менше крихт, ніж в аналогічному, але з цукром.

5. З органолептичних досліджень спостерігається, що найоптимальніша витушка – це та яка містить 8-10 % трегалози у своєму складі, такий виріб

можна пропонувати виробництву, оскільки за смаковими властивостями вона не поступається витушці з цукром. До того ж витушка з трегалозою менше піддавалася черствінню під час зберігання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gioia, L. C., Ganancio, J. R., & Steel, C. J. (2017). Food additives and processing aids used in breadmaking. *Food additives*, 1, 147-166.
2. Кухтин, М. (2024). Використання консервантів у харчовій промисловості. *Матеріали VII Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання “*, 303-304.
3. Msagati, T. A. (2012). *The chemistry of food additives and preservatives*. John Wiley & Sons. 315 p.
4. De Leyn, I. (2014). Other functional additives. *Bakery Products Science and Technology*, 295-306.
5. Zhou, W., Therdthai, N., & Hui, Y. H. (2014). Introduction to baking and bakery products. *Bakery products science and technology*, 1-16.
6. Юськів, Н. М., & Кухтин, М. Д. (2014). Використання консервантів в харчовій промисловості. *Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 298-298.
7. Sahi, S. S. (2014). Ascorbic acid and redox agents in bakery systems. *Bakery products science and technology*, 183-197.
8. Every, D., Simmons, L., Ross, M., Wilson, P. E., Schofield, J. D., Bollecker, S. S. J., & Dobraszczyk, B. (2000). Mechanism of the ascorbic acid improver effect on baking. *SPECIAL PUBLICATION-ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY*, 261, 277-282.
9. Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3-7.
10. Cauvain, S. P. (2015). Technology of breadmaking. 3rd ed. *Switzerland: Springer*, 408 p.

11. Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14-19.
12. Лялик, А. Т., Покотило, О. С., Кухтин, М. Д., & Добровольська, С. Я. (2020). Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних умов зберігання. *Вестник Херсонского национального технического университета*, (1-1 (72)), 109-116.
13. Stauffer, C. E. (1998). Principles of dough formation. In *Technology of breadmaking* Springer, Boston, MA., 262-295 pp.
14. Manley, D. (2011). Emulsifiers (surfactants) and antioxidants as biscuit ingredients. In *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Woodhead Publishing., 181-190 pp.
15. Кухтин, М. Д. (2008). Динаміка мікробіологічного та біохімічного процесу в молоці сирому при зберіганні за різних температур. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Жицького*, 10(3-3 (38)), 229-237.
16. Sidorov, A., Protsak, P., Kukhtyn, M., & Voytko, K. (2024). Characteristics of the production technology of wheat bread with organic acids. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 121-126.
17. Hasenhuettl, G. L., & Hartel, R. W. (Eds.). (2008). *Food emulsifiers and their applications*. New York: Springer., 19, 11-37 pp.
18. Krog, N. J., & Sparso, F. V. (2004). Food emulsifiers: their chemical and physical properties. *Food emulsions*, 12. 14-21.
19. Gaupp, R., & Adams, W. (2014). Diacetyl tartaric esters of monoglycerides (DATEM) and associated emulsifiers in bread making. *Emulsifiers in food technology*, 121-146.

20. Köhler, P., & Grosch, W. (1999). Study of the effect of DATEM. 1. Influence of fatty acid chain length on rheology and baking. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 47(5), 1863-1869.
21. Gaupp, R., & Adams, W. (2014). Acid esters of mono-and diglycerides. *Emulsifiers in food technology*, 93-120.
22. Boutte, T., & Skogerson, L. (2014). Stearoyl-2-lactylates and oleoyl lactylates. *Emulsifiers in food technology*, 251-270.
23. Cottrell, T., & Peij, J. V. (2014). Sorbitan esters and polysorbates. *Emulsifiers in food technology*, 271-296.
24. Lialyk, A., Kravcheniuk, K., & Kukhtyn, M. (2024). Characteristics of fermentation changes in the dough for rye-wheat bread with the addition of propionic and lactic acid bacteria. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 35-40.
25. Norn, V. (Ed.). (2014). *Emulsifiers in food technology*. John Wiley & Sons.
26. Ozturk, B., & McClements, D. J. (2016). Progress in natural emulsifiers for utilization in food emulsions. *Current Opinion in Food Science*, 7, 1-6.
27. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*, 9(2), 1128-1133.
28. Garti, N. (2002). Food emulsifiers: structure-reactivity relationships, design, and applications. *Physical properties of lipids*, 265-386.
29. Lialyk, A. T., Pokotylo, A. S., & Kukhtyn, M. D. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 124-129.
30. Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food additives. *Food chemistry*, 429-466.

31. Ferrero, C. (2017). Hydrocolloids in wheat breadmaking: A concise review. *Food Hydrocolloids*, 68, 15-22.
32. Mir, S. A., Shah, M. A., Naik, H. R., & Zargar, I. A. (2016). Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology*, 51, 49-57.
33. Culetu, A., Duta, D. E., Papageorgiou, M., & Varzakas, T. (2021). The role of hydrocolloids in gluten-free bread and pasta; rheology, characteristics, staling and glycemic index. *Foods*, 10(12), 3121.
34. Farbo, M. G., Fadda, C., Marceddu, S., Conte, P., Del Caro, A., & Piga, A. (2020). Improving the quality of dough obtained with old durum wheat using hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 101, 105467.
35. Rojas, J. A., Rosell, C. M., & De Barber, C. B. (1999). Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. *Food hydrocolloids*, 13(1), 27-33.
36. Horstmann, S. W., Axel, C., & Arendt, E. K. (2018). Water absorption as a prediction tool for the application of hydrocolloids in potato starch-based bread. *Food Hydrocolloids*, 81, 129-138.
37. Habibi, H., & Khosravi-Darani, K. (2017). Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 130-140.
38. Palaniraj, A., & Jayaraman, V. (2011). Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*. *Journal of food engineering*, 106(1), 1-12.
39. Lopes, B. D. M., Lessa, V. L., Silva, B. M., & La Cerda, L. G. (2015). Xanthan gum: properties, production conditions, quality and economic perspective. *J. Food Nutr. Res*, 54(3), 185-194.
40. Demirci, A. S., Palabiyik, I., Apaydın, D., Mirik, M., & Gumus, T. (2019). Xanthan gum biosynthesis using *Xanthomonas* isolates from waste bread: Process optimization and fermentation kinetics. *Lwt*, 101, 40-47.

41. Thombare, N., Jha, U., Mishra, S., & Siddiqui, M. Z. (2016). Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review. *International journal of biological macromolecules*, 88, 361-372.
42. Sharma, G., Sharma, S., Kumar, A., Ala'a, H., Naushad, M., Ghfar, A. A., ... & Stadler, F. J. (2018). Guar gum and its composites as potential materials for diverse applications: A review. *Carbohydrate polymers*, 199, 534-545.
43. Suhr, K. I., & Nielsen, P. V. (2004). Effect of weak acid preservatives on growth of bakery product spoilage fungi at different water activities and pH values. *International journal of food microbiology*, 95(1), 67-78.
44. Guynot, M. E., Ramos, A. J., Sanchis, V., & Marín, S. (2005). Study of benzoate, propionate, and sorbate salts as mould spoilage inhibitors on intermediate moisture bakery products of low pH (4.5–5.5). *International journal of food microbiology*, 101(2), 161-168.
45. Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Pokotylo, O. S., Horyuk, Y. V., Horyuk, V. V., & Pokotylo, O. O. (2017). Staphylococcal contamination of raw milk and handmade dairy products, which are realized at the markets of Ukraine. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, (3, Iss. 1), 12-16.
46. Guynot, M. E., Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2005). An attempt to optimize potassium sorbate use to preserve low pH (4.5–5.5) intermediate moisture bakery products by modelling *Eurotium* spp., *Aspergillus* spp. and *Penicillium corylophilum* growth. *International journal of food microbiology*, 101(2), 169-177.
47. Samapundo, S., Devlieghere, F., Vroman, A., & Eeckhout, M. (2017). Antifungal activity of fermentates and their potential to replace propionate in bread. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 101-107.
48. Legan, J. D. (1993). Mould spoilage of bread: the problem and some solutions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 32(1-3), 33-53.
49. Samapundo, S., Devlieghere, F., Vroman, A., & Eeckhout, M. (2016). Antifungal properties of fermentates and their potential to replace sorbate and

propionate in pound cake. *International Journal of Food Microbiology*, 237, 157-163.

50. Pattison, T. L., Lindsay, D., & Von Holy, A. (2004). Natural antimicrobials as potential replacements for calcium propionate in bread. *South African Journal of Science*, 100(7), 342-348.

51. Ryan, L. A. M., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2008). The use of sourdough fermented by antifungal LAB to reduce the amount of calcium propionate in bread. *International Journal of Food Microbiology*, 125(3), 274-278.

52. Moro, C. B., Lemos, J. G., Gasperini, A. M., Stefanello, A., Garcia, M. V., & Copetti, M. V. (2022). Efficacy of weak acid preservatives on spoilage fungi of bakery products. *International Journal of Food Microbiology*, 374, 109723.

53. Quattrini, M., Liang, N., Fortina, M. G., Xiang, S., Curtis, J. M., & Gänzle, M. (2019). Exploiting synergies of sourdough and antifungal organic acids to delay fungal spoilage of bread. *International journal of food microbiology*, 302, 8-14.

54. Higashiyama, T., & Richards, A. B. (2012). Trehalose. *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*, 417-431.

55. Chen, A., Tapia, H., Goddard, J. M., & Gibney, P. A. (2022). Trehalose and its applications in the food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(6), 5004-5037.

56. Ikeda, S., Yabuzoe, T., Takaya, T., & Nishinari, K. (2001). Effects of sugars on gelatinization and retrogradation of corn starch. *Starch Advances in Structure and Function*, 67.

57. Hirata, T. (2009). Effects of trehalose on texture of cooked rice. *Bulletin of Hiroshima Prefectural Technology Research Institute Food Technology Research Center (Japan)*, (25).

58. Zhou, J. C., Peng, Y. F., & Xu, N. (2007). Effect of trehalose on fresh bread and bread staling. *Cereal foods world*, 52(6), 313.

59. Crowe, J. H., Carpenter, J. F., Crowe, L. M., & Anchordoguy, T. J. (1990). Are freezing and dehydration similar stress vectors? A comparison of

modes of interaction of stabilizing solutes with biomolecules. *Cryobiology*, 27(3), 219-231.

60. Komes, D., Lovrić, T., Kovačević Ganić, K., & Gracin, L. (2003). Study of trehalose addition on aroma retention in dehydrated strawberry puree. *Food Technology and Biotechnology*, 41(2), 111-119.

61. Komes, D., Lovrić, T., Kovačević Ganić, K., Gajdoš Kljusurić, J., & Banović, M. (2005). Trehalose improves flavour retention in dehydrated apricot puree. *International journal of food science & technology*, 40(4), 425-435.

62. Dahlqvist, A., & Nordström, C. (1966). The distribution of disaccharidase activities in the villi and crypts of the small-intestinal mucosa. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Enzymology and Biological Oxidation*, 113(3), 624-626.

63. Ryu, S. I., Kim, B. G., Park, M. S., Lee, Y. B., & Lee, S. B. (2007). Evaluation of enhanced hygroscopicity, bifidogenicity, and anticariogenicity of enzymatically synthesized β -galactosyl-trehalose oligosaccharides. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(10), 4184-4188.

64. Ohtake, S., & Wang, Y. J. (2011). Trehalose: current use and future applications. *Journal of pharmaceutical sciences*, 100(6), 2020-2053.

65. Суха, Н. А., & Дробот, В. І. (2008). Використання гарбузового порошку при виробництві хлібобулочних виробів. Наукові праці НУХТ, 25, 96-98.

66. Хімічний та мікробіологічний аналіз харчової продукції: навч. посібник / І. М. Кобаса, Л. М. Чебан, М. М. Воробець, В. Г. Юкало, М. Д. Кухтин. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т імені Юрія Федьковича, 2014. – 196 с.

67. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва: навч. посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва. Білик Л.Ю. та інші. - К.: Центр навчальної літератури, 2006. - 341с.

68. ДСТУ 7045 – 2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико – хімічних показників. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 33 с.

69. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. ТНТУ, 157с.
70. Karpyk, H., & Sventa, N. (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.
71. Дробот, В. І. (2002). Технологія хлібопекарського виробництва. К.: Логос, 368.
72. Дробот, В. І., Юрчак, В. Г., Арсеньєва, Л. Ю., Махинько, В. М., Білик, О. А., Сильчук, Т. А., ... & Бондаренко, Ю. В. (2010). Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві (задачник). К.: Кондор, 440.
73. Дробот, В. І., Юрчак, В. Г., & Білик, О. А. (2015). Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навчальний посібник / за ред. чл.-кор. НААН В.І. Дробот. К.: Кондор, 958.
74. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
75. Основи охорони праці / Під ред. К.Н. Ткачука, Н.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с
76. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 156 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39196>.

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

В. С. Вербіцька, студент, А. М. Сідоров, аспірант
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗДОБНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ МІКРОБНИМ МЕТАБОЛІТОМ – ТРЕГАЛОЗОЮ

V. S. Verbitska, student, A. M. Sidorov, graduate student
TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF FOOD PRODUCTS ENRICHED WITH THE
MICROBIAL METABOLITE – TREHALOSE

Заміна цукру в продуктах харчування дала новий погляд на здорову їжу, такі заяви, як «без цукру», «без додавання цукру» та «знижена калорійність» використовуються виробниками продуктів харчування для підвищення попиту. Використання інгредієнтів для поліпшення якості харчового продукту є одним з основних рушійних сил для розробки нових продуктів [1, 2], а заміна цукру все ще розглядається як сфера для розвитку. Трегалоза може бути використана як наповнювач для заміни сахарози у розрахунку один до одного. Додатковою перевагою є те, що трегалоза має чудову хімічну стабільність і має ряд корисних фізіологічних властивостей для організму споживачів. Метаболізм трегалози, яка надходить з харчовими продуктами всередину, нагадує метаболізм мальтози, які обидва всмоктуються у вигляді глюкози та забезпечують приблизно 4 ккал/г. Проте профіль метаболізму, дещо відрізняється від профілю інших сахаридів, і це може забезпечити певний сприятливий ефект, якого не мають інші сахариди. Зокрема дослідники вказують, що споживання трегалози призводить до нижчої глікемічної та інсулінемічної реакції, ніж інші моно- та дисахариди [3]. Тому дослідження з введення трегалози у хлібобулочні вироби носять інноваційний характер і можуть покращувати їх властивості. Метою даної роботи було удосконалити рецептуру витушки «Запорізька» шляхом збагачення її мікробним метаболітом – трегалозою.

Удосконалено рецептуру витушки Запорізької шляхом заміни цукру на мікробний метаболіт – трегалозу, досліджено вплив різних концентрацій трегалози на технологічні показники тіста. Встановлено, що заміна цукру у рецептурному складі витушки «Запорізька» на трегалозу забезпечує інтенсивніші бродильні процеси, зокрема кислотність на завершення процесу бродіння у зразках витушки з трегалозою була на 0,3 – 0,5 град більша, ніж у виробі з цукром. Також у дослідних зразках витушки з трегалозою газоутворювальна здатність була вища на 82,1 - 134,5 см³/100 г, ніж у контролі. Запропоновано технологію витушки «Запорізька» з трегалозою, яку можна впроваджувати у виробництво, оскільки за смаковими властивостями вона не поступається витушці з цукром. До того ж витушка з трегалозою менше піддається черствінню під час зберігання.

Література:

1. Kukhtyn, M., Kravchynuk, K., Selskvi, V., Pokotvilo, O., Vichko, O., Koochak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14-19.
2. Kukhtyn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levitska, V., & Reshetnyk, A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in the process of pickling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/11, 69-75.
3. Higashiyama, T., & Richards, A. B. (2012). Trehalose. *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*, 417-431.

2.	Х.Ю. Кравченко, Л.П. Криськова; А.Т. Лялик	313
	ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ МАЙОНЕЗІВ	
3.	П.В. Криса; Б.М. Качарай; А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко, К.Є. Данишин	314
	УДОСКОНАЛЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ	
4.	Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Ю.М. Ціко	315
	УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ ТА СЕЛЕНОМ	
5.	А. М. Коляденко	316
	ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВМІСТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ У КАТОЛІТНИХ РОЗЧИНАХ	
6.	А.Б. Заставна	317
	ВАЖЛИВІСТЬ ОЦІНКИ ФРУКТОВИХ СОКІВ ЗА ПОКАЗНИКОМ PH І РЕДОКС-ПОТЕНЦІАЛОМ	
7.	А.В. Оленюк	319
	ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСТРУДЕРІВ ДЛЯ КУКУРУДЗЯНИХ ПАЛИЧОК	
8.	А.В. Сороцька, Г.В. Карпик	320
	ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЖИТНИКА В ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНИХ ВИРОБІВ	
9.	А.М.Василишин	321
	ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
10.	А.О. Гриненко, Л.А. Сторож	323
	ХАРАКТЕРИСТИКА СИРКОВОЇ ПАСТИ З ГАРБУЗОВИМ Й МОРКВЯНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ	
11.	Б. І. Петришин, О. І. Вічко	324
	ВПЛИВ КОНСЕРВАНТУ НІЗИНУ НА МІКРОФЛОРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ	
12.	Б.В.Бушій	325
	АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ПИВЗАВОДУ	
13.	В. В. Мартинюк, Є. Б. Береженко, Н. І. Хомик	326
	ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В СЕРЕДОВИЩІ ПРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	
14.	В. Є. Олійник; Н. М. Зварич	327
	ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМШУВАННЯ ТІСТА	
15.	В. С. Вербіцька, А. М. Сідоров	328
	ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗДОБНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ МІКРОБНИМ МЕТАБОЛІТОМ – ТРЕГАЛОЗОЮ	
16.	В.О. Гульовський, Л.А. Сторож	329
	ВИКОРИСТАННЯ ЛАВАНДИ В ТЕХНОЛОГІЇ АЦИДОФІЛЬНИХ НАПОЇВ	
17.	В.О. Пастушенчин ; О.І. Кравець	330
	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ОХОЛОДЖУЮЧИХ ТРУБОК НА ОДНОРІДНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ДЕФЛЕГМАТОРІ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ	