

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)

«15» жовтня 2025 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 Мельникович Катерина Іванівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Розроблення рецептурного складу та технології
булочки зниженої калорійності з мальтитом із
проектуванням цеху виробництва виробу**

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

Затверджені наказом ректора від « 15 » 10 2025 року № 4/7-890

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2025 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)

Вступ.

Науково-дослідна частина.

Техніко-економічне обґрунтування.

Проектно-технологічна частина.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (формат А1)

Апаратурно-технологічна схема виробництва з елементами ТХК і МБК.

План підприємства (виробничого цеху) (М1:100).

Розрізи (поперечний і повздовжній) виробничого цеху (М1:100), 2шт

Аркуші науково-дослідної роботи (2 шт)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науково-дослідна частина	Кухтин М.Д., зав.каф. ХБ		
Техніко-економічне обґрунтування	Кухтин М.Д., зав.каф. ХБ		
Проектно-технологічна частина	Кухтин М.Д., зав.каф. ХБ		
Охорона праці	Окіпний І.Б., к.т.н., доц..		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Кухтин М.Д., зав.каф. ХБ		

7. Дата видачі завдання

10 листопада 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	17.11.2025	
2	Науково-дослідна частина	17.11-25.11.2025	
	Аналітичний огляд літературних джерел	17.11-19.11.2025	
	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	20.11.2025	
	Результати дослідження	21.11-25.11.2025	
3	Техніко-економічне обґрунтування	26.11-27.11.2025	
4	Проектно-технологічна частина	28.11-7.12.2025	
	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	28.11-1.12.2025	
	Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	2.12-4.12.2025	
	Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	5.12-7.12.2025	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	8.12-10.12.2025	
	Охорона праці	8.12-9.12.2025	
	Безпека в надзвичайних ситуаціях	9.12-10.12.2025	
6	Оформлення анотації, загальних висновків та списку використаних літературних джерел. Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.	10.12.2025	
7	Оформлення графічної частини	11.12-14.12.2025	
8	Подача роботи для перевірки на плагіат	до 15.12.2025	
9	Отримання відгуку керівника та рецензії на роботу; підготовка та проходження попереднього захисту на кафедрі	15.12-21.12.2025	

Студент

(підпис)

Мельникевич К.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	7
	Вступ	8
I	НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	12
1.	Аналітичний огляд літературних джерел	12
1.1.	Групи солодких речовин, які використовуються у харчовій галузі	12
1.1.1	Сахарин	14
1.1.2	Аспартам	14
1.1.3	Ацесульфам К	15
1.1.4	Неогесперидин дигідрокалкон	16
1.1.5	Сукралоза	17
1.1.6	Цикламат	18
1.1.7	Алітам	18
1.1.8	Неотам	19
1.1.9	Адвантейм	20
1.1.10	Лугдунаме	21
1.1.11	Поліюли	22
1.1.12	Ксиліт	22
1.1.13	Манітол	23
1.1.14	Сорбіт	24
1.2.	Матеріали і методи досліджень	27
1.2.1	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	27
1.2.2	Методи досліджень	29
1.3.	Результати досліджень та їх обговорення	29
1.3.1	Характеристика мальтиту як підсолоджувала для застосування у технології здобних виробів	30
1.3.2	Дослідження заміни цукру на мальтит у булочці «Польова», вплив на показники бродіння тіста	31
1.3.3	Дослідження готових виробів булочки «Польова» з мальтитом та цукром	38
1.3.4	Дегустаційна характеристика булочки «Польова» з різним	44

	вмістом мальтиту і цукру	
II	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	47
2.1	Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів	47
III	ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	50
3.1	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	50
3.2.	Розрахунок виходу виробів	56
3.3.	Розрахунок виробничих рецептур	61
3.4.	Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання	65
3.5.	Розрахунок і вибір технологічного обладнання	70
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	75
4.1	Охорона праці	75
4.1.1	Аналіз травматизму на підприємствах харчової галузі	75
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	77
4.2.1	Підвищення стійкості роботи підприємств харчової галузі у воєнний час	77
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	81
	Список літератури	83
	Додатки	91

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 92 с., 9 рис., 18 табл., 76 джерел.

БУЛОЧКА «ПОЛЬОВА», МАЛЬТИТ, ПІДСОЛОДЖУВАЧ, ТЕХНОЛОГІЯ БУЛОЧКИ, РЕЦЕПТУРА БУЛОЧКИ

Об'єкт дослідження – борошно пшеничне, мальтит, показники, що характеризують бродильні процеси в тісті (титрована кислотність, газоутворення) характеристика готових булочок (питомий об'єм булочок, пористість, крихкуватість), дегустаційна оцінка.

Мета роботи – розробити рецептуру булочки зниженої калорійності з мальтитом з проектуванням цеху виробництва виробу.

Методи досліджень: патентно-аналітичні, технологічні, фізико-хімічні, дегустаційні, статистичні.

Повна заміна цукру на мальтит супроводжувалася зменшенням питомого об'єму булочок (у середньому на 10 – 15 %) та незначним зниженням пористості, проте усі зразки відповідали нормативному показнику (≥ 70 %). Найвищі значення питомого об'єму (2,81 см³/г) і пористості (74,3 %) мав контрольний зразок із 6 % цукру, а найкраще поєднання структурних властивостей досягалось при частковій заміні цукру на мальтит (4 % + 4 %), де пористість становила 73,8 %. Водночас крихкуватість у зразках із мальтитом знижувалась, що свідчить про підвищення еластичності м'якушки та уповільнення процесу черствіння.

Підтверджено технологічну доцільність часткової заміни цукру на мальтит у рецептурі булочок «Польова». Така заміна дозволяє знизити калорійність виробів приблизно на 20 – 25 %, зберігаючи при цьому нормативні структурно-механічні та органолептичні показники. Комбінація цукру та мальтиту у співвідношенні 1 : 1 (по 4 %) є оптимальним варіантом для отримання виробів з гармонійним смаком, доброю пористістю, еластичною структурою та підвищеною свіжістю під час зберігання.

Вступ

Тенденція до зниження вмісту цукру стає дедалі популярнішою серед споживачів і харчові компанії зобов'язані досліджувати нові способи задоволення споживачів зацікавлених у насолоді з використанням більш корисних варіантів. Цукор є повсюдним інгредієнтом у харчових продуктах, як через солодкий смак, так і через технологічні та сенсорні ефекти, які він їм надає. Що стосується випічки то сучасне суспільство прагне досягти здоровішого результату без шкоди для смаку для цих виробів. Традиційно випічку вирізняють два ключові елементи: солодкість та вміст жиру [1, 2]. Парадокс виникає, коли саме ці два елементи доводиться зменшувати або замінювати інгредієнтами, які мають той самий смаковий профіль та інгредієнтами, які бажають споживачі [3]. Тому зниження вмісту цукру без шкоди для сенсорних властивостей вимагає ретельного розгляду відповідних методів зниження та включення відповідних альтернатив цукру.

Замінити або зменшити кількість цукру в рецептах можна за допомогою різноманітних альтернатив [4]. Однак, вибираючи альтернативи цукру ми повинні враховувати уподобання споживачів, які схильні класифікувати натуральні інгредієнти як корисні, а синтетичні – як шкідливі [4].

Хронічне надмірне споживання доданого цукру, особливо з підсолоджених цукром напоїв, тісно пов'язане з ожирінням, діабетом 2 типу, серцево-судинними захворюваннями, неалкогольною жировою хворобою печінки, захворюваннями нирок, подагрою та карієсом, причому нові дані також вказують на можливий зв'язок з певними видами раку та когнітивним зниженням [5, 6]. Потенційна шкода зумовлена такими механізмами, як інсулінорезистентність, накопичення жиру в печінці, підвищення рівня тригліцеридів, підвищення рівня сечової кислоти та ерозія емалі, що робить надлишок цукру основним фактором, що сприяє глобальному навантаженню здоров'я [7, 8]. Зменшення ризиків для здоров'я, зменшення споживання

цукру є пріоритетом громадського здоров'я, а альтернативи, такі як нехарчові підсолоджувачі (НПП), привернули увагу як інструменти для зниження споживання цукру без шкоди для смаку [5]. Наразі споживачі стикаються з величезним потоком інформації з популярних ЗМІ та різних інших джерел, значна частина якої є неточною або оманливою. Споживач повинен розуміти, що натуральні або синтетичні альтернативи цукру перевіряються [4], аналізуються, вивчаються, а потім надається доступ для додавання до їжі для людей або тварин. Підсолоджувачі були ретельно вивчені та ретельно оцінені експертами, а їх використання в харчових продуктах регулюється чіткими правилами [5]. Ініціатива щодо зменшення або заміни цукру в продуктах харчування є рекомендацією щодо негативного впливу надмірного споживання цукру на здоров'я населення [9]. Рекомендації ВООЗ рекомендують споживання цукру в розмірі 10% від загальної добової норми енергії протягом дня [10].

Солодкий смак має потужний вплив на відчуття задоволення. Рецептори солодкого смаку – це смакові бруньки, розташовані на поверхні язика, які дозволяють молекулам та іонам, що поглинаються з їжі, досягати рецепторних клітин всередині [11]. Солодкий смак – це основні смаки, що дають це відчуття задоволення [11]. Солодкі на смак продукти призвели до споживчого попиту на солоні страви та масштабного виробництва калорійних підсолоджувачів, таких як сахароза та фруктоза. Однак високий попит на цукор та низка економічних подій, які спочатку зробили цей інгредієнт недоступним, спонукали до розробки нових альтернативних підсолоджувачів. Нехарчові підсолоджувачі були першими синтетичними альтернативами цукру, які використовувалися в розробці нових харчових продуктів [4]. Відтоді ринок розвивався та еволюціонував, і сьогодні ми маємо широкий асортимент натуральних, синтетичних та напівсинтетичних підсолоджувачів з незначним внеском калорійності, які забезпечують ідеальний солодкий смак.

Окрім своєї ролі у забезпеченні солодкості цукри та підсолоджувачі також впливають на метаболічні реакції, які можна оцінити за допомогою концепції глікемічного індексу. Глікемічний індекс відображає відносну здатність вуглеводної їжі підвищувати рівень глюкози в крові. Організму людини потрібна глюкоза для енергії, активності та функції мозку. Вона постачається в організм з їжею, що споживається протягом дня [12]. Метаболічний процес, який здійснюється організмом через перетравлення вуглеводів визначає концентрацію глюкози в крові, яка кількісно вимірюється параметром, який називається глюкозою в крові. Рівень глюкози в крові, що коливається на екстремальних значеннях, вказує на дисбаланс в організмі з точки зору кількості глюкози. Це призводить до двох ситуацій: зниження рівня глюкози в крові (гіпоглікемія) та підвищення рівня глюкози в крові вище нормального рівня (гіперглікемія) [12]. Обидві ситуації виникають через кількість цукру, що міститься в продуктах щоденного раціону.

Параметр глікемічний індекс (ГІ) поділяє продукти за шкалою від 0 до 100 відповідно до їхнього впливу на рівень глюкози в крові [5]. Існує 3 глікемічні діапазони, які включають: низький ГІ (менше 55), середній ГІ (від 55 до 70) та високий ГІ (більше 70) [5]. Залежно від цього, продукти з високим ГІ швидко перетравлюються та засвоюються, рівень глюкози в крові швидко підвищується, а продукти з низьким ГІ перетравлюються повільніше, що допомагає підтримувати рівномірний рівень глюкози в крові [5].

Отже, для технологів хлібопекарської галузі важливе місце відводиться у розроблені рецептур кондитерських виробів, які задовольняють потреби споживачів щодо солодкуватості, при цьому з мінімальним калорійним вмістом і низьким глікемічним індексом.

Мета і завдання досліджень.

Метою роботи було розробити рецептуру булочки зниженої калорійності з мальтитом з проектуванням цеху виробництва виробу.

Для виконання мети було поставлені наступні завдання:

- провести характеристику мальтиту як підсолоджувала для застосування у технології здобних виробів;
- дослідити заміну цукру на мальтит у булочці «Польова» та визначити вплив на показники бродіння тіста;
- провести дослідження готових виробів булочки «Польова» з мальтитом та цукром;
- провести дегустаційну характеристику булочки «Польова» з різним вмістом мальтиту і цукру;
- здійснити проектування цеху здобних виробів.

Об’єкт дослідження – борошно пшеничне, мальтит, показники, що характеризують бродильні процеси в тісті (титрована кислотність, газоутворення) характеристика готових булочок (питомий об’єм булочок, пористість, крихкуватість), дегустаційна оцінка.

Предмет дослідження: вплив мальтиту на бродильні процеси в тісті та якість готових булочок «Польова» з вмістом мальтиту і цукру.

Методи досліджень: патентно-аналітичні (огляд літературних публікацій щодо підсолоджувачів смаку, які можна додавати до здобних виробів з метою зниження їх калорійності, надання свіжості); технологічні, фізико-хімічні, дегустаційні (смак й аромат, колір, структура); статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Підтверджено технологічну доцільність часткової заміни цукру на мальтит у рецептурі булочок «Польова». Така заміна дозволяє знизити калорійність виробів приблизно на 20 – 25 %, зберігаючи при цьому нормативні структурно-механічні та органолептичні показники. Комбінація цукру та мальтиту у співвідношенні 1 : 1 (по 4 %) є оптимальним варіантом для отримання виробів з гармонійним смаком, доброю пористістю, еластичною структурою та підвищеною свіжістю під час зберігання.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано рецептуру булочки «Польова» зниженої калорійності з вмістом 4 % цукру + 4 % мальтиту, яку доцільно впровадити у виробництво.

Особистий внесок здобувача. Здобувачка самостійно проводила огляд наявної літератури з визначеної проблематики (використання підсолоджувачів у хлібопекарській галузі) з метою зниження калорійності виробів, сформуvala ідею та мету дослідження, визначила завдання, розробила план експериментів, провела їх, провела проектні розрахунки та оформила дослідження у кваліфікаційну роботу.

Апробація результатів. Участь VIII Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 25-26 вересня 2025 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 92 сторінок та містить 18 таблиць, 3 рисунки. Перелік літератури складається з 68 джерел.

РОЗДІЛ І

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1. Групи солодких речовин, які використовуються у харчовій галузі

Штучні підсолоджувачі та інші замінники цукру

Підсолоджувачі – це речовини, що забезпечують солодкість, дозволені для споживання, мають змінні смакові профілі (чисті або з післясмаком) і дозволені для використання в раціоні людини [13]. На стабільність та ефективність підсолоджувачів може впливати тип обробки або наявність інших інгредієнтів, що робить деякі з них непридатними для випікання або заморожування [14]. Підсолоджувальна здатність визначається як співвідношення між концентрацією сахарози в даному середовищі та концентрацією підсолоджувача, яка розвиває солодкий смак такої ж інтенсивності [15]. Порівняно з цукром, нехарчові підсолоджувачі мають менше або нуль калорій [5,16].

Існує дві дуже різні категорії підсолоджувачів: натуральні підсолоджувачі: це поліоли (мальтит, ксиліт) та рослинні (стевія, монах); синтетичні підсолоджувачі мають набагато вищу підсолоджувальну здатність, ніж сахароза [5].

Штучні підсолоджувачі – це сильно підсолоджувальні речовини, які не містять калорій або вуглеводів і не підвищують рівень глюкози в крові [17]. Кожен штучний підсолоджувач рекомендується для вузького кола продуктів харчування або застосувань [17]. Деякі рекомендуються використовувати лише в холодних напоях або стравах, а інші – у харчовій промисловості або приготуванні їжі, де використовується гаряча обробка [18, 19]. У табл. 1 наведено синтетичні підсолоджувачі, які найчастіше використовуються в кондитерських виробках.

Таблиця 1. Потенційність штучних підсолоджувачів.

Підсолоджувач	Потенція *
Адвантейм	20 000
Ацесульфам-К	200
Алітам	2000 раз
Аспартам	180
Цикламат	30–40
Неотам	8000
Неогесперидин дигідрокалкон (NHDC)	1500–1800 pp.
Сахарин	300
Сукралоза	600

*Приблизна концентрація висококонцентрованих підсолоджувачів (сахароза = 1,0); ¹усі підсолоджувачі мають 0 ккал/г, окрім аспартаму, 4 ккал/г.

Метаболізм підсолоджувачів відрізняється від метаболізму цукру тим, що вони викликають незначну секрецію інсуліну або взагалі не викликають його. Тому при обох типах діабету рівень необхідного інсуліну необхідно коригувати, якщо підсолоджувач є калорійним (наприклад, цукрові спирти) [20].

Зменшення споживання цукру – це постійна споживча тенденція, яка впливає на хлібопекарську промисловість [21, 5]. Однак замінити цукор складно через те, що сахароза вивільняється під час випікання [20, 22]. Більше того, концепція підсолоджувальної здатності має певні обмеження через те, що вони пов'язані зі сприйняттям солодкості, суб'єктивним аспектом, який відрізняється від людини до людини [23]. Кожен підсолоджувач має свої власні сенсорні характеристики; не існує підсолоджувачів зі смаковим профілем, ідентичним сахарозі, і оцінка підсолоджувача виключно на основі солодкості є неправильною [23].

1.1.1 Сахарин

Сахарин – це білий кристалічний безбарвний порошок. Солодкий смак сахарину розвивається повільно, але після досягнення максимальної

інтенсивності він залишається досить стійким [24]. Сахарин має залишковий гіркий/металевий післясмак, який стає дуже сильним при високих концентраціях. Він також продається у формі таблеток, які мають у 500 разів більшу солодкість, ніж цукор [24]. Він розчинний у воді та стабільний за високих температур (одна година при 150 °C) та коливань pH (2 – 7), що робить його придатним для використання в широкому спектрі харчових продуктів [25]. Проте, його рідше використовують через його гірко-металевий смак. Тому щоб пом'якшити наслідки цього негативного аспекту, сахарин використовують у сумішах з іншими підсолоджувачами, які маскують або пом'якшують металевий смак (поліоли, фруктоза, цикламати, аспартам) [27]. Його часто використовують у сумішах із синергетичною дією: цикламати:сахарин (10:1), фруктоза:сахарин або аспартам:сахарин (2:1) [28]. Сахарин не рекомендується додавати до рецептів хлібобулочних виробів, оскільки він нестабільний за високих температур і набуває гіркого смаку [28]. Сахарин повільно всмоктується в кишечнику людини, а потрапляючи в кров, він швидко виводиться з організму і не метаболізується [5]. Наразі, згідно з даними ФАО [29], сахарин вважається речовиною низької токсичності, з допустимою добовою нормою споживання 0–5 мг/кг маси тіла .

1.1.2. Аспартам

Аспартам був відкритий у 1965 році, а в 1981 році він був схвалений у понад 100 країнах для поточного споживання (у пластівцях, жувальній гумці, желатині, пудингах та безалкогольних напоях) [27]. Аспартам являє собою комбінацію двох амінокислот, L-аспарагінової кислоти та L-фенілаланіну. Наявність L-фенілаланіну у формулі забороняє його споживання людям з фенілкетонурією [30]. Він зустрічається у вигляді білого кристалічного порошку або у гранульованій формі, розчинний у воді та етиловому спирті [31]. Аспартам швидко розкладається за несприятливих температурних та pH умов. Він має солодкий смак, схожий на сахарозу. Підсолоджувальна

здатність аспартаму залежить від природи їжі, до якої він додається, і коливається від 180 до 250 [31]. Він не використовується в продуктах, що проходять термічну обробку. При вищих температурах швидкість розкладання аспартаму швидко зростає [32, 33]. Ця чутливість обмежує використання аспартаму продуктами, які не проходять інтенсивну термічну обробку [31]. Смак аспартаму близький до смаку сахарози, без суттєвих неспецифічних нюансів. Аспартам демонструє досить виражений синергізм у комбінаціях з іншими підсолоджувачами, причому найчастіше використовуються комбінації з ацесульфамом К та сахарином. Він використовується в широкому спектрі продуктів: безалкогольних напоях, пудингах, розчинних напоях, топпінгах, джемах, желе, какао-продуктах, молочних продуктах та жувальній гумці. Енергетична цінність аспартаму становить близько 4 ккал/г [5], що незначно через звичайні дуже низькі концентрації в харчових продуктах. Аспартам є чудовим підсолоджувачем для зневоднених продуктів (порошкоподібних напоїв та підсолоджувальних таблеток). При високій температурі або низькому рН аспартам поступово розщеплюється з утворенням аспаратил-фенілаланіну та метанолу [34], що призводить до зниження підсолоджувальної здатності аспартаму.

1.1.3. Ацесульфам К

Ацесульфам К має у 200 разів більшу підсолоджувальну здатність, ніж цукор [35]. У ротовій порожнині ацесульфам К розвиває солодкий смак, який швидко засвоюється і близький до смаку сахарози при низьких концентраціях; при вищих концентраціях на смак ацесульфаму К впливає незначний залишковий гіркий компонент, менш виражений, ніж у сахарози [35]. Ацесульфам К має синергетичний ефект у поєднанні з іншими підсолоджувачами; смакові якості покращуються по відношенню до кожного підсолоджувача окремо [35]. У комерційних цілях ацесульфам К має форму безбарвних кристалів або білого водорозчинного кристалічного порошку. Ацесульфам К дуже стабільний при температурі 200 °С та рН вище 3, тому

його можна використовувати для приготування тістечок та кондитерських виробів [36].

1.1.4. Неогесперидин дигідрокалкон

Неогесперидин дигідрокалкон (НГДХ) – це синтетичний підсолоджувач з високою підсолоджувальною здатністю (у 1500 та 1800 разів сильніший за сахарозу) [37], з високою терmostійкістю та може використовуватися в харчових продуктах з тривалим терміном зберігання [37]. НГДХ – це природний цитрусовий флаванон з гірким смаком, присутній у плодах гіркого апельсина (*Citrus aurantium*). Природний неогесперидин особливо ефективний для маскуванню гіркого смаку інших сполук, що містяться в цитрусових, включаючи лімонін та нарингін. Розчинність у воді при 20 °C частково розчинна, але мало розчинна у воді при 80 °C [39]. Розчинність також збільшується у водних лужних розчинах та в спиртових розчинах [38, 39]. Крім того, деякі поліоли (сорбіт) мають властивість підвищувати розчинність неогесперидину одночасно з посиленням його смаку. Підсолоджувальна здатність НГДХ залежить від кількох факторів, включаючи: концентрацію, рН та склад продукту, в який його вводять. Підсолоджувальна здатність кількох підсолоджувачів, таких як НГДХ, може зменшуватися зі збільшенням концентрації через такі фактори, як гіркота, і це не завжди актуально. Крім того, кофеїн може посилювати сприйняття солодкості в деяких випадках, але не обов'язково саму підсолоджувальну здатність. Присутність у їжі глюкози, амінокислот або нуклеотидів викликає зміни смаку (солодкий, пікантний та горіховий) у готових до вживання закусках на основі крохмалю або попередньо упакованих, сухих смажених горіхах та фундуку, що містять різні ароматизатори, Е959 додається в кількості 50 мг/кг [39]. У кондитерських виробках на основі какао зі зниженою енергетичною цінністю або без цукру, або сухофруктах, неогесперидин використовується в кількості 100 мг/кг [39].

1.1.5. Сукралоза

Сукралоза – це новий синтетичний підсолоджувач, отриманий хімічним шляхом зі звичайного цукру. Шляхом заміни трьох «гідроксильних» груп у структурі сахарози було отримано речовину з підсолоджувальною здатністю, що в 600 разів перевищує підсолоджувальну здатність звичайного цукру [40]. Сукралоза – це трихлоридний похідний сахарози в положеннях 4, 1' та 6'. Це білий кристалічний порошок без запаху, слабо розчинний у воді та спирті [41]. Він має добру термостабільність та підсолоджувальну здатність, що в 450 – 700 разів перевищує підсолоджувальну здатність сахарози, але на солодкий смак впливає залишковий компонент [41]. Завдяки високій стабільності при будь-якому рН та високих температурах, сукралозу можна використовувати в широкому спектрі харчових продуктів з тривалим терміном зберігання [41]. Вона стабільна при високих та низьких температурах і може використовуватися в холодних та гарячих напоях. Сукралоза корисна у випічці, газованих напоях, сухих молочних продуктах, заморожених продуктах, спредах та сиропях. Смак сукралози ідентичний смаку цукру (за винятком освіжаючого, м'ятного відтінку) і не потребує поєднання з іншими підсолоджувачами. Вона демонструє посилений синергізм у присутності ацесульфаму К та цикламатів [41]. Вона не розпізнається організмом як глюкоза, не змінює рівень глюкози в крові та проходить через травний тракт у незмінному вигляді, а максимальна рекомендована доза становить 15 мг/кг тіла/день [5]. У 2016 році, на запит Європейської Комісії, Панель ANS EFSA дійшла висновку, що запропоноване розширення використання сукралози в харчових продуктах для спеціальних медичних цілей для дітей віком від 1 до 3 років не викличе занепокоєння щодо безпеки [42]. Ці синтетичні підсолоджувачі постійно контролюються науковою спільнотою, яка аналізує безпеку виробництва та споживання сукралози [5, 42].

1.1.6. Цикламат

Цикламат має підсолоджувальну здатність, яка в 30 – 50 разів перевищує підсолоджувальну сахарози [43]. При високих концентраціях солодкий смак цикламатів походить від неприємного залишкового компонента [5]. Солодкий смак виникає після довшої лаг-фази, ніж у сахарози, маскуючи гіркий смак сахарози при використанні в суміші. Цикламат має добру харчову стабільність, будучи стабільним між рН = 2 і 7 [43]. У комерційних цілях він зустрічається у вигляді безбарвних кристалів або білого кристалічного порошку. Він рідше використовується окремо (у вигляді сумішей двох солей Са та Na) через його нижчу підсолоджувальну здатність, але особливо в сумішах із сахарином або аспартамом. Цикламат не має смаку та не містить калорій, а при змішуванні з цикламатом і сахарином він проявляє помітний синергізм, так що співвідношення 10:1 призводить до приємно солодкого смаку, при цьому цикламат маскує смак сахарину [44]. Через низьку відносну підсолоджувальну здатність, враховуючи максимальні дози, дозволені в харчових продуктах, необхідно поєднувати цикламат з іншими підсолоджувачами. Його використовують у безалкогольних напоях, випічці та переробці фруктів. Цикламат використовується у безалкогольних напоях, випічці та переробці фруктів. У кишечнику метаболізується лише 1% цикламату, що потрапив у організм, решта виводиться з організму, тому він не сприяє споживанню енергії з їжею та може мати проносний ефект [44].

1.1.7. Алітам

Алітам – це низькокалорійний підсолоджувач, що складається з двох білкових будівельних блоків: L-аспарагінової кислоти та D-аланіну. Залежно від застосування, алітамат приблизно у 2000 – 3000 разів солодший за цукор, на смак дуже схожий на цукор, його можна варити та запікати [45]. Алітам – це кристалічний порошок, слабо розчинний у воді. У діапазоні рН 2 – 4, характерному для більшості газованих напоїв, його стабільність у 2 – 3 рази краща, ніж у аспартаму [46]. Технологічно його можна використовувати в

більшості харчових продуктів, включаючи продукти, що пройшли термічну обробку. Він перебуває на стадії оцінки на токсичність. Алітам ще не схвалений як харчова добавка в Європейському Союзі [5], але є в Австралії, Новій Зеландії, Мексиці та Китаї, де алітам використовується у столових кондитерських виробках, напоях, молочних продуктах, десертах, хлібобулочних виробках, консервованих фруктах, кондитерських виробках та жувальній гумці [5].

1.1.8. Неотам

Неотам – некалорійний штучний підсолоджувач та аналог аспартаму. Хімічно неотам – це n -[n -[n -(3,3-диметилбутил)-1-аспартил]-1-фенілаланін-1-метиловий естер [47]. Підсолоджувальна здатність у 30 – 40 разів вища, ніж у аспартаму, та у 7000 – 13000 разів солодша за сахарозу [48]. Він не має неприємних присмаків порівняно із сахарозою та підсилює оригінальні смаки їжі. Його можна використовувати окремо або змішувати з іншими підсолоджувачами (аспартам, ацесульфам К, сукралоза) для збільшення їхньої індивідуальної солодкості та зменшення небажаних присмаків [5]. Він дещо більш хімічно стабільний, ніж аспартам. Його використання може бути економічно вигідним порівняно з іншими підсолоджувачами, оскільки потрібна менша кількість неотама. Завдяки своїй підсолоджувальній здатності неотам підходить для використання в газованих безалкогольних напоях, молочних продуктах, тістечках, порошках для напоїв та жувальних гумках. Його можна використовувати як столовий підсолоджувач для гарячих напоїв, таких як кава. У 2010 році його було схвалено для використання в харчових продуктах Європейського Союзу під номером [48]. Він також був схвалений як добавка в багатьох інших країнах за межами США та ЄС [5, 47].

1.1.9. Адвантейм

Адвантам – це найновіший підсолоджувач, що з'явився на ринку з 2008 року, його підсолоджувальна здатність приблизно в 20 000 – 37 000 разів перевищує підсолоджувальну здатність сахарози [48]. Це досить некалорійний штучний підсолоджувач з нульовим глікемічним індексом, подібний до неотаму, тільки набагато солодший. Протягом багатьох років неотам утримував рекорд, будучи в 8000 разів солодшим за цукор, за ним ішов монатін, натуральний підсолоджувач із підсолоджувальною здатністю в 3000 разів солодшим за цукор [49]. Адвантам був розроблений японською компанією Ajinomoto, яка розробила революційну технологію хімічного поєднання аспартаму та ваніліну, обох штучних підсолоджувачів [49]. Цей новий надпотужний підсолоджувач пропонує нові можливості для харчової промисловості. При низьких концентраціях вони підсолоджують, а при наднизьких рівнях діють як підсилювач смаку [49].

Адвантам є вторинним аміном аспартаму та 3-(3-гідрокси-4-метоксифеніл) пропаналю (НМРА) [5]. Структурно адвантам нагадує комбінацію аспартаму та ваніліну. Адвантам має певні структурні характеристики, спільні з деякими натуральними підсолоджувачами, наприклад, філодульцином. Адвантам можна отримати триетапним синтетичним хімічним процесом, починаючи з виробництва основного проміжного продукту виробництва, 3-гідрокси-4-метоксициннамальдегіду (НМСА), з води, гідроксиду натрію та ізованіліну в метанолі [50]. Далі відбувається селективне гідрування НМСА з утворенням 3-(3-гідрокси-4-метоксифеніл) пропіональдегідіду (НМРА). Останній етап включає N-алкілювання аспартаму (L- α -аспартил-L-фенілаланін метилестеру) за допомогою НМСА з утворенням адвантаму [47]. Як альтернатива, високочистий НМСА можна отримати ззовні, і таким чином його можна вважати вихідним матеріалом для виробничого процесу.

Потрапляючи в шлунково-кишковий тракт, адвантам гідролізується до карбонової кислоти та метанолу [50]. В організмі адвантам або кислота, що утворюється в результаті гідролізу, не абсорбується, тому від 87 до 93% виводиться з калом, а решта - з сечею [51]. Метанол, що утворюється, вважається нешкідливим через його невелику кількість. Сенсорно адвантам має чистий солодкий смак (майже аспартам) з домінуючим солодким смаком, з дуже слабкою інтенсивністю, що сприймається для гірких та кислих смаків, він підсилює багато смаків, таких як молочні продукти, фрукти, цитрусові, м'яти тощо. Смак поширюється надзвичайно швидко, тому його рекомендується використовувати з іншим буферним підсолоджувачем. Він демонструє підвищену стабільність при вищих температурах та нижчих значеннях рН [50]. Він не розкладається при високих температурах і тому може використовуватися у всіх оброблених харчових продуктах та для приготування їжі. З 2013 року адвантам схвалений для використання в харчових продуктах в ЄС [5].

1.1.10. Лугдунаме

Лугдунам – це штучний підсолоджувач, підсолоджувальна здатність якого, за оцінками, у 220 000–300 000 разів солодша за цукор, але дослідження все ще тривають [52]. Лугдунам належить до родини потужних підсолоджувачів, що містять функціональні групи оцтової кислоти, приєднані до гуанідину [52]. Його використання як підсолоджувача обмежене, оскільки випробування на токсичність ще не завершені. Ймовірна токсичність визначається нітрильними групами, які він містить, тому необхідно встановити безпечну дозу при використанні [5]. Штучні підсолоджувачі є предметом вивчення та оцінки вченими, а дози, узгоджені чинним законодавством, є безпечними для організму та здоров'я споживача [5].

1.1.11. Поліюли

Поліюли, або багатоатомні спирти – це речовини, отримані шляхом гідрування вуглеводів (моно-, ди- та олігогліцидів), отриманих з крохмалю, сахарози та молочної сироватки: сорбіту, маніту, мальтити, ізомальтози, ксиліту, лактити та еритриту [53]. Поліюли мають солодку здатність, що дорівнює або менша за цукор та збережену калорійність 2 – 2,5 ккал/г порівняно з 4 ккал/г для цукру [53]. Натуральні підсолоджувачі поліюльного типу поділяються на натуральні (сорбіт, маніт, ксиліт, фруктоза) та складні (ізомальтоза, гідрогенізований глюкозний сироп, лактит, полідекстроза). Поліюли мають низку переваг, таких як 1) низька калорійність, що надає продукту ніжного смаку та специфічної текстури [53]; 2) вони повільно всмоктуються в організм і призводять до низької глікемічної реакції [5] та 3) стійкість до дії бактерій у ротовій порожнині [5].

Технологічно, поліюли створюють низку проблем під час використання, а саме: 1) вони нерозчинні у воді, тому повинні бути пов'язані з жиром; 2) більшість поліюлів залишаються неперетравленими в товстій кишці та піддаються дії бактеріальної флори, а ферментація утворює гази та леткі жирні кислоти з проносним ефектом [5]. Надмірне споживання поліюлів (понад 50 г/день) може спричинити розлади травлення (діарею, здуття живота) або посилити синдром подразненого кишечника [53].

1.1.12. Ксиліт

Ксиліт – це підсолоджувач-поліюл, вперше видобутий з кори берези. Ксиліт – це натуральний продукт, і людський організм виробляє його (близько 5 – 15 мг/день) у рамках нормального метаболізму, як і багато тварин і рослин [54]. Він міститься у волокнах багатьох фруктів, овочів, грибів, злаків або кори дерев, де виробляється в невеликих кількостях, але найвища природна концентрація спостерігається в корі берези. Ксиліт був відкритий одночасно дослідниками в Німеччині та Франції (які спочатку створили ксилітовий сироп), який не був комерціалізований до Другої

світової війни через дефіцит цукру у Фінляндії [54]. Через його популярність підвищений інтерес був приділений вивченню його поведінки в організмі, тому було виявлено, що він метаболізується в крові, не впливаючи на рівень інсуліну. Щодо використання ксиліту, у зводі федеральних правил зазначено: «Ксиліт може безпечно використовуватися в харчових продуктах для спеціального дієтичного використання за умови, що використана кількість не перевищує необхідної для досягнення бажаного ефекту» [55]. Завдяки своїм корисним властивостям для здоров'я та застосуванню в харчових продуктах, ксиліт використовується все частіше. Виробництво ксиліту здійснюється промислово хімічними, ферментативними або біотехнологічними методами [55]. Хімічний метод виробництва ксиліту є економічно неефективним та екологічно небезпечним [55]. Біотехнологічні методи пропонують можливості для економії коштів та енергії порівняно з хімічними методами. Пов'язані технології, що передбачають використання комбінацій ферментів та мікроорганізмів або змішаних культур мікроорганізмів, є найбільш економічно ефективними. Таким чином, для великомасштабного виробництва ксиліту слід використовувати різні стратегії генної інженерії для модуляції важливих ферментів, таких як ксилозоредуктаза, ксилозоізомераза та ксилозилулокіназа, для збільшення виходу ксиліту та оптимізації параметрів ферментації на основі кінетичних досліджень, моделювання та симуляції [5].

1.1.13. Манітол

Манітол – це поліольний ізомер сорбіту [56]. Манітол природним чином міститься в різних видах рослин і виробляється мікроорганізмами. Щодо підсолоджувальної здатності, манітол має приблизно 50% підсолоджувальної здатності цукру (1,6 калорії для манітолу з глікемічним індексом 2, тому він підходить для діабетиків) і має відчуття прохолоди в ротовій порожнині після вживання [56]. У шлунково-кишковому тракті манітол абсорбується в

невеликій кількості, тому надмірне споживання може спричинити шлунково-кишковий дискомфорт з проносним ефектом [57].

Манітол має гранульовану форму, має високу розчинність у водних розчинах, високу термостабільність і може використовуватися в ароматичних покриттях різних продуктів. Серед його застосувань маніт використовується як антизлежувач завдяки своїй мінімальній здатності поглинати вологу з атмосфери та підходить для використання в продуктах, що не потребують ферментації. Він допомагає продовжити термін придатності та текстуру харчових продуктів за відсутності цукру. Промислове виробництво манітолу здійснюється хімічними, ферментативними та біотехнологічними методами. Для екстракції манітолу з рослинних джерел широко використовується надкритична та субкритична флюїдна технологія [57]. Хімічний синтез манітолу включає гідрування під високим тиском сумішей фруктози/глюкози у водному розчині при високій температурі (120 – 160 °C) з нікелем Ренея як каталізатором та газоподібним воднем [57]. α -фруктоза перетворюється на маніт, а β -фруктоза – на сорбіт. Глюкоза гідрується виключно до сорбіту. Через низьку селективність нікелевого каталізатора, гідрування суміші фруктози/глюкози 50:50 дає суміш маніту та сорбіту приблизно у співвідношенні 25:75. Вимога розділення маніту та сорбіту призводить до ще вищих виробничих витрат та низьких виходів [57]. Промислове виробництво маніту шляхом ферментації є можливим, оскільки маніт виробляють низка гомо- та гетероферментативних молочнокислих бактерій, дріжджів та нитчастих грибів. Ці бактерії перетворюють фруктозу на маніт зі 100 % виходом із суміші глюкози та фруктози (1:2). Глюкоза перетворюється на молочну та оцтову кислоти, а фруктоза – на маніт. Ферментом, відповідальним за перетворення фруктози на маніт, є NADPH- або NADH-залежна манітдегідрогеназа [5].

1.1.14. Сорбіт

Сорбіт – це замінник, отриманий з глюкози (це поліол), який природним чином присутній у різних фруктах та овочах (червоні водорості, груші, яблука, вишні та персики), але також виробляється в процесі нормального метаболізму. У промисловості його отримують шляхом хімічного синтезу або ферментації. Як підсолоджувач, він має підсолоджувальну здатність лише 55% від підсолоджувальної здатності цукру, приємний солодкий смак з легким післясмаком, калорійність 2,6 ккал/г та низький глікемічний індексом 4 [59]. Він має низьку швидкість всмоктування в кишечнику, тому споживання понад 20 г на день може мати сильний проносний ефект. Комерційний сорбіт – це білий кристалічний водорозчинний порошок, який зазвичай використовується як наповнювач у різних харчових продуктах [59]. Це харчова добавка, що використовується як низькокалорійний підсолоджувач, стабілізатор, наповнювач та загусник, а також зволожувач. Він представлений у вигляді сорбіту або сорбітольного сиропу [5]. Його також часто використовують як речовину-носіє для інших інгредієнтів. Сорбіт має перевагу в тому, що він не бродить у присутності хлібопекарських дріжджів. Сорбіт розчинний у воді, хімічно стабільний і не викликає розмочування скоринки під час випікання.

Підсумки огляду літератури

Нині тенденція до зниження споживання цукру є важливою для громадського здоров'я, що вимагає дослідження харчовою промисловістю життєздатних альтернатив. Заміна цукру є складним процесом, враховуючи його численні ролі в продуктах. Доступний широкий спектр штучних підсолоджувачів, поліолів та натуральних підсолоджувачів, кожен з яких має різні сенсорні та метаболічні властивості. Вони пропонують такі переваги, як зниження калорійності та мінімальний глікемічний вплив, але вимагають ретельного відбору через потенційні побічні ефекти на травлення або

залишковий смак. Використання підсолоджувачів у кондитерській та хлібобулочній галузі на даний час вітається, оскільки вони знижують загальну калорійність продукту, а також мають нижчий глікемічний індекс, порівнюючи з традиційною сахарозою. Тому використання підсолоджувачів у технології кондитерських та здобних виробів є надзвичайно перспективним процесом для приготування продуктів здорового харчування.

1.2. Матеріали і методи досліджень

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

Метою цього дослідження – розробити рецептуру булочки зниженої калорійності з мальтитом, провести експериментальне обґрунтування запропонованої ідеї з наступним проектуванням цеху виробництва виробу.

Об'єкт дослідження – борошно пшеничне, мальтит, показники, що характеризують бродильні процеси в тісті (титрована кислотність, газоутворення) характеристика готових булочок (питомий об'єм булочок, пористість, крихкуватість), дегустаційна оцінка.

Предмет дослідження: вплив мальтиту на бродильні процеси в тісті та якість готових булочок «Польова» з вмістом мальтиту і цукру.

Методи досліджень: патентно-аналітичні (огляд літературних публікацій щодо підсолоджувачів смаку, які можна додавати до здобних виробів з метою зниження їх калорійності, надання свіжості); технологічні; фізико-хімічні, дегустаційні (смак й аромат, колір, структура); статистичні.

Структура запланованого дослідження мала наступний вигляд рис. 1.1.

Схема складається з наступних частин:

у розділі патентно-пошуковому представлено сучасний перелік як натуральних, так і хімічних підсолоджувачів, їх калорійність та міра солодкуватості, порівнюючи із сахараозою. Можливість їх застосування у хлібобулочній та кондитерській промисловості;

у другому розділі наведено рецептуру та склад варіантів булочки «Польова», яка мала різну кількість мальтиту та цукру для зменшення їх калорійності. Визначено вплив мальтиту на процеси бродіння у тісті для булочок.

у третьому розділі – досліджували показники, які оцінюють споживчі властивості булочок з мальтитом до використання, а саме їх технологічні



Рисунок. 1.1. – Схема досліджень за кваліфікаційною роботою

показники та проводили дегустаційне оцінювання з використання комісії співробітників кафедри.

Останній розділ був розрахунковий, у якому представлено інженерні розрахунки та графіки з проектування цеху виробництва булочок.

1.2.2. Методи досліджень

Під час виконання дослідної частини кваліфікаційної роботи були застосовані загальноприйняті стандартні методики визначення технологічних показників виробів, описані у чинних стандартах, науковій літературі, лабораторних практикумах, технологічних інструкціях, методичних рекомендаціях та довідкових виданнях [62 – 659]. Фізико-хімічні характеристики тіста для булочки «Польова» з мальтитом оцінювали відповідно до вимог ДСТУ 7045:2009 [65], а органолептичну оцінку експериментальних булочок проводили за класичними методами згідно з методичними рекомендаціями [63].

Усі експериментальні дослідження виконували у триразовій повторюваності. Отримані цифрові дані підлягали статистичній обробці з використанням ліцензійного програмного забезпечення Microsoft Excel. Результати вважали достовірними за умови, що різниця між порівнюваними показниками становила $P \leq 0,05$.

1.3. Результати досліджень та їх обговорення

1.3.1. Характеристика мальтиту як підсолоджувала для застосування у технології здобних виробів

Мальтит (багатоатомний спирт) – це невідновлювальний гігроскопічний цукор-дисахаридний поліол, який входить до списку альтернативних підсолоджувачів цукру, оскільки, за винятком підсолоджування, він має подібні властивості до цукру, має приблизно 75 – 90 % підсолоджувальної здатності цукру та має 2,1 калорії/грам [15]. Мальтит відноситься до класу альдитів і є харчовою добавкою під номером E965, отримують із крохмалю, приблизно на 10 – 20 % менш солодкий, ніж сахароза [15]. З сенсорної точки зору, мальтит має солодкий та чистий смак з мінімальним охолоджувальним ефектом у роті, однак він менш гігроскопічний та менше піддається кристалізації, порівнюючи з сахарозою чи глюкозою. Мальтит природним чином міститься в листі цикорію, яке містить його невелику кількість, але у великих масштабах його отримують шляхом ферментативного перетворення крохмалю на мальтозу. Порівняно з іншими поліолами, він має вищий глікемічний індекс, тому не такий корисний для діабетиків. Мальтит має статус харчової добавки (E965), але Спільний комітет ФАО/ВООЗ рекомендує, щоб «Порогове значення проносного» для мальтиту становило максимум 60 г на прийом їжі, тобто споживач не день не повинен споживати із здобними виробами мальтиту більше цієї дози [51]. Мальтит менш гігроскопічний, ніж цукор, і допомагає підтримувати вологу в оброблених харчових продуктах. Це робить його корисним для глазурування або посипання цукерок у твердій оболонці та жувальної гумки. Його використовують у харчових продуктах, особливо в солодких продуктах, таких як торти, тістечка, кондитерські вироби, шоколад, жувальна гумка та снеки, а також як столовий підсолоджувач, оскільки він має солодкість, подібну до цукру (сахарози). Нещодавнє дослідження показує, що мальтит не

має суттєвого впливу на якість продукції та може бути придатною альтернативою сахарозі в кондитерських виробках з низьким вмістом цукру [60]. Згідно з літературою, мальтит можна розглядати як прийнятну заміну сахарози для розробки кондитерських виробів з низьким вмістом калорій на 25 % та для досягнення нижчого глікемічного індексу продуктів [61].

Тому враховуючи такі фізико-хімічні та технологічні характеристики мальтиту ми вирішили ввести його у технологію булочки для зменшення її калорійності, при цьому смакові властивості щоб зберігалися.

1.3.2. Дослідження заміни цукру на мальтит у булочці «Польова», вплив на показники бродіння тіста

Дані літератури показують, що глікемічний індекс мальтиту становить від 35 до 50 од щодо впливу на рівень глюкози в крові, тобто характеризується як низький. До того ж мальтит практично в 2 рази є менш калорійний, ніж сахараза та не використовується бактеріями ротової порожнини, які спричиняють карієс [5, 15, 51]. Тому перш ніж вкрисовувати мальтит у технології булочок зниженої калорійності необхідно підібрати оптимальну концентрацію, яка буде задовольняти потреби споживачів у солодкуватості та не буде негативно впливати на технологічні властивості продукту й процеси його виробництва.

З цією метою нами розпочато роботу з обґрунтування рецептури у складі булочки «Польова» для цього розробили варіанти експериментальних булочок з різною кількістю мальтиту, зразок порівняння – це булочка із цукром. У подальшому ми вивчали зміни, які відбуваються у тісті, у готових виробках та під час їх зберігання. Потім порівнювали усі експериментальні зразки між собою та із контролем.

Результати експериментальних зразків рецептурного складу булочок «Польова» із мальтитом та цукром наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Порівняльний склад варіантів булочок «Польова» з різним вмістом мальтиту на 100 кг пшеничного борошна, n=5

Інгредієнти	Булочка «Польова» (контроль) №1	Зразки булочки «Польова» із мальтитом та цукром			
		№2	№3	№4	№5
Борошно пшеничне першого сорту, кг	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Сіль кухонна харчова, кг	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Цукор-пісок, кг	4,0	–	–	–	4,0
Мальтит, кг	–	4,0	6,0	8,0	4,0
Маргарин столовий, кг	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Меланж, кг	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Разом, кг	115,0	115,0	117,0	119,0	119,0

Аналіз табл. 1.1 показав, що відмінності між нашими експериментальними взірцями полягає у кількості підсолоджувача – мальтиту. Зокрема у класичній булочці «Польова» використовуємо цукор у кількості 4,0 %, водночас у експериментальному взірці №1 ми замінили його на мальтиту у кількості 4,0 %. У зразку №2 кількість підсолоджувача збільшили на 2,0 % до 4 %, у зразку №3 – загальна кількість мальтиту становила 6,0 %, у четвертому зразку – 8,0 %, а у п'ятому зразку ми поєднали вміст цукру і мальтиту і рівних кількостях по 4,0 %. Такі рецептури булочки «Польова» із вмістом мальтиту ми пропонуємо, оскільки калорійність останнього в два рази менша за сахарозу. До того ж мальтит має приблизно 75 – 90 % підсолоджувальної здатності цукру [15],

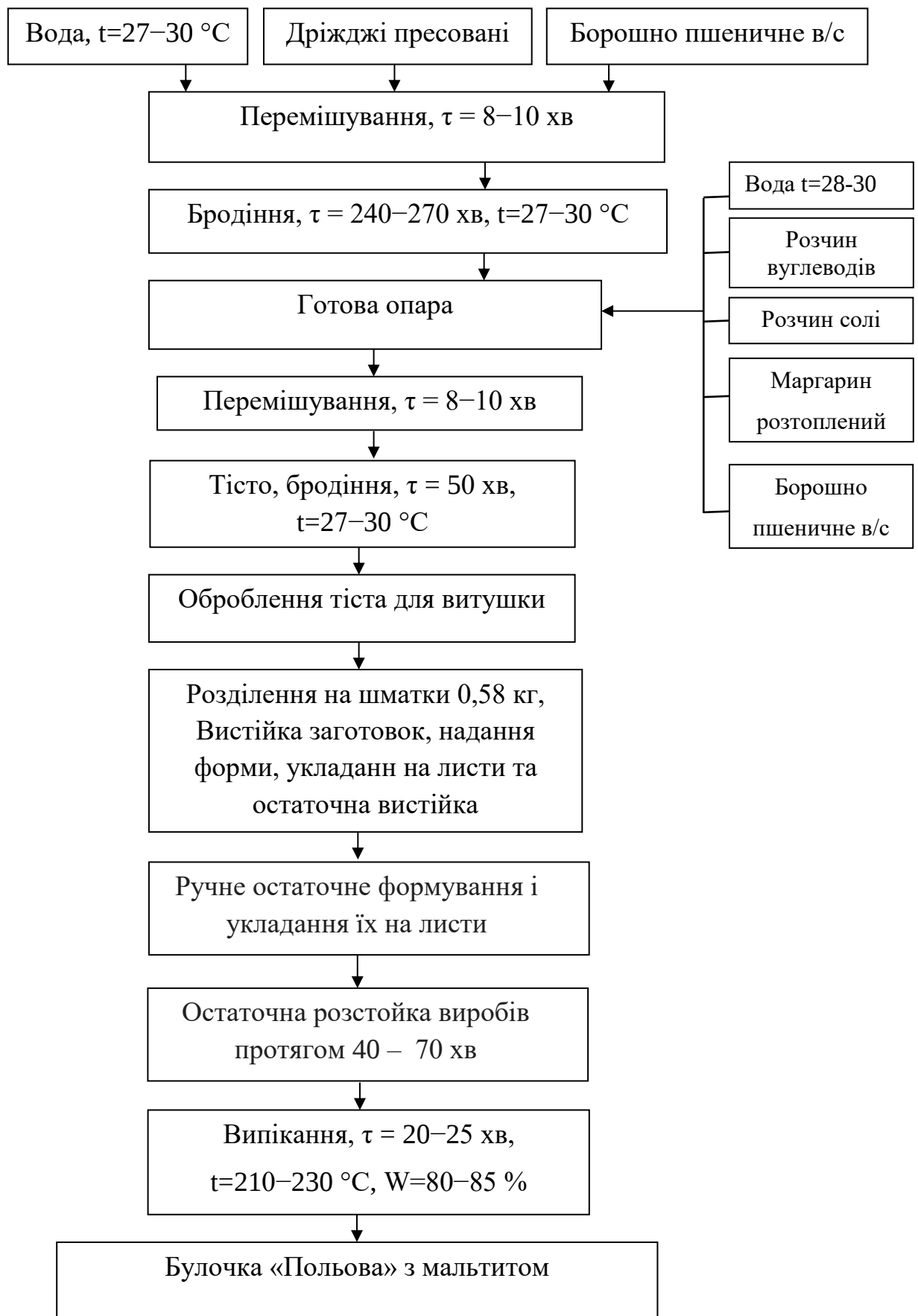


Рисунок 1.1. – Блок-схема виробництва булочки «Польова» із підсолоджувачем мальтитом

усі інші рецептурні складові булочки додавалися у тих же кількостях, що і в контрольному зразку.

Блок-схема технології виробництва булочки «Польова» із різним вмістом мальтиту наведена на рисунку 1.1.

Технологічний процес виготовлення запропонованих булочних виробів включає стандартні етапи, характерні для виробів дріжджового типу. На початковому етапі здійснюють оцінку якості та кількості сировини, після чого готують дріжджову опару з пшеничного борошна вищого сорту, питної води та пресованих дріжджів.

Перемішування компонентів триває 8 – 10 хвилин, а процес бродіння опари – 240 – 270 хвилин і оптимальній температурі 27 – 30 °С.

Після завершення бродіння готують тісто, до якого додають пшеничне борошно, питну воду, розчин мальтиту різної концентрації, соляний розчин та розтоплений маргарин. Заміс триває близько 8 – 10 хвилин, після чого тісто залишають для бродіння при температурі (27 – 30 °С) тривалістю 50 хвилин.

Далі проводять оброблення тіста: його поділяють на шматки масою близько 0,5 кг, здійснюють попередню вистійку, формування заготовок, їх укладання на листи та остаточну вистійку.

Після цього заготовки проходять ручне формування і кінцеву розстойку тривалістю 40 – 70 хвилин, після чого їх випікають при температурі 210 – 230 °С упродовж 20 – 25 хвилин.

За наведеною блок схемою виробництва булочок було розроблено експериментальні зразки булочки «Польова» та виготовлено вироби до оцінювання та випікання. Значення показників кислотності у тісті з мальтитом і цукром наведено в таблиці 1.2.

Кислотність тіста з мальтитом для булочки «Польова» на початок та кінець бродіння, $M \pm m$, $n=5$

Номер зразка	Вміст підсоло-джувачів, %	Початкова кислотність тіста, град	Кислотність на кінець бродіння, град
1	Цукор 6 %	$1,82 \pm 0,03$	$3,02 \pm 0,05^*$
2	Мальтит 4 %	$1,70 \pm 0,03$	$2,51 \pm 0,05^*$
3	Мальтит 6 %	$1,81 \pm 0,03$	$2,53 \pm 0,05^*$
4	Мальтит 8 %	$1,74 \pm 0,03$	$2,65 \pm 0,05^*$
5	Цукор 4 % + Мальтит 4 %	$1,78 \pm 0,03$	$2,84 \pm 0,05^*$

Примітка. $*P \leq 0,05$ – щодо початкової кислотності тіста

Як видно з даних таблиці 1.2, початкова кислотність тіста в досліджуваних зразках перебувала в межах $1,70 - 1,82^\circ$, що свідчить про незначну різницю у рівні активності мікрофлори на початковому етапі бродіння. Найменше значення кислотності ($1,70 \pm 0,03^\circ$) відзначено у зразку з 4 % мальтиту, тоді як найвище ($1,82 \pm 0,03^\circ$) – у контрольному зразку з 6 % цукру.

У процесі бродіння кислотність тіста закономірно зростала внаслідок активізації молочнокислих бактерій. Найбільше підвищення кислотності зафіксовано у зразку з цукром (6 %) – до $3,02 \pm 0,05^\circ$, що свідчить про інтенсивніший перебіг кислототворних процесів порівняно з варіантами, у яких застосовано мальтит. У зразках з мальтитом кінцева кислотність становила $2,51 - 2,65^\circ$, тобто була нижчою, ніж у контрольному зразку.

Комбіноване використання 4 % цукру та 4 % мальтиту забезпечило проміжні результати: початкова кислотність – $1,78 \pm 0,03^\circ$, кінцева – $2,84 \pm 0,05^\circ$, що перевищує показники чисто мальтитних зразків, але поступається контрольному.

На нашу думку більші показники кислотності у зразку тіста в контролі з 6 % цукру та у зразку №5 з 4 % цукру та 4 % мальтиту пов'язані з тим, що дріжджі як заквасочна мікробіота та молочнокислі бактерії, які наявні у борошні не здатні до метаболізму мальтиту, а відповідно повільніше проходили процеси накопичення продуктів бродіння (органічних кислот).

Таким чином, використання мальтиту зумовлює помірніше підвищення кислотності тіста порівняно з традиційним цукром, що може бути технологічно доцільним при розробленні рецептур хлібобулочних виробів із пониженим вмістом цукрів та більш збалансованими органолептичними властивостями.

Дані літератури [15, 51] повідомляють, що мальтит слабо використовується мікроорганізмами, як продукт для забезпечення свого живлення. Бродильні процеси у тісті забезпечують саме мікроорганізми, внесена дріжджова мікрофлора та спонтанна мікробіота, яка наявна у борошні, яким для своєї ферментативної активності потрібні легкодоступні вуглеводи. Одним із методів, який характеризує активність усієї мікробіоти у тісті є визначення газоутворювальної здатності. Оцінка газоутворювальних процесів у тісті є цінною властивістю, оскільки показує величину кількісного вмісту вуглекислого газу, який виробляють дріжджі у тісті. До того ж від газоутворювальної здатності мікробіоти залежить величина готових булочок. Тому, ми проводили оцінку газоутворювальної здатності тіста для булочки «Польова», у якій сахарозу було замінено на мальтти, дані в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

**Газоутворювальна здатність тіста з мальтитом для булочки
«Польова» на початок та кінець бродіння, $M \pm m$, $n=5$**

Номер зразка	Вміст підсолоджувачів, %	Початкова газоутворююча здатність, $\text{см}^3 / 100 \text{ г}$	Газоутворююча здатність, $\text{см}^3 / 100 \text{ г}$, на кінець бродіння
--------------	--------------------------	--	---

1	Цукор 6 %	$280,1 \pm 11,1$	$673,4 \pm 21,3^*$
2	Мальтит 4 %	$277,5 \pm 10,4$	$597,5 \pm 19,1^*$
3	Мальтит 6 %	$275,6 \pm 9,5$	$601,8 \pm 18,7^*$
4	Мальтит 8 %	$278,4 \pm 10,6$	$608,7 \pm 20,3^*$
5	Цукор 4 % + Мальтит 4 %	$279,5 \pm 9,4$	$641,9 \pm 21,0^*$

Примітка. $*P \leq 0,05$ – щодо початкової величини тіста

Як видно з наведених у таблиці 1.3 даних, початкова газоутворювальна здатність тіста перебувала в межах $275,6 - 280,1 \text{ см}^3/100 \text{ г}$, що свідчить про подібну початкову активність дріжджових клітин у всіх досліджуваних зразках. Найвищий показник спостерігався у контрольному зразку з 6 % цукру ($280,1 \pm 11,1$), тоді як найнижчий — у зразку з 6 % мальтиту ($275,6 \pm 9,5$).

У процесі бродіння у всіх варіантах тіста зафіксовано достовірне ($P \leq 0,05$) підвищення газоутворювальної здатності, що свідчить про активний перебіг спиртового бродіння. Найбільше зростання відбулося у контрольному зразку з цукром (6 %) – до $673,4 \pm 21,3 \text{ см}^3/100 \text{ г}$, що вказує на найвищу інтенсивність ферментативної активності дріжджів у присутності сахарози.

У зразках, де цукор замінено мальтитом, кінцеві показники були нижчими, в середньому на 10 % – ($597,5 - 608,7 \text{ см}^3/100 \text{ г}$), що свідчить про обмежену здатність дріжджів до використання мальтиту як джерела вуглеводів. Комбінація 4 % цукру та 4 % мальтиту забезпечила проміжний результат ($641,9 \pm 21,0 \text{ см}^3/100 \text{ г}$), тобто на 5 % нижчий, ніж у контрольній булочці, що свідчить про часткову компенсацію втрати інтенсивності бродіння.

Таким чином, заміна цукру на мальтит призводить до зменшення газоутворювальної здатності тіста, однак поєднання обох підсолоджувачів дозволяє зберегти технологічно прийнятний рівень газоутворення,

необхідний для формування оптимальної пористої структури готових виробів.

Отже, узагальнюючи результати дослідження впливу мальтиту на показники бродіння тіста для булочки «Польова» показали наступне. Порівняльний аналіз показників кислотності та газоутворювальної здатності тіста з різним вмістом підсолоджувачів свідчить, що мальтит чинить помітний вплив на інтенсивність біохімічних процесів під час бродіння. У зразках, де сахарозу повністю замінено мальтитом, спостерігалось помірніше підвищення кислотності та зниження газоутворення, що вказує на зменшення активності як молочнокислих бактерій, так і дріжджів. Це пояснюється обмеженою здатністю мікрофлори засвоювати мальтит порівняно з цукром.

Водночас застосування комбінованого підсолоджувача (4 % цукру + 4 % мальтиту) забезпечило оптимальний баланс між кислототворенням і газоутворенням, що є технологічно важливим для формування належної структури та об'єму готових виробів. Отже, часткова заміна цукру на мальтит може бути ефективним напрямом для створення рецептур хлібобулочних виробів зі зниженим вмістом цукрів без істотного погіршення показників якості тіста.

1.3.3. Дослідження готових виробів булочки «Польова» з мальтитом та цукром

Відповідно до розробленої нами блок-схеми виробництва булочки «Польова» (рис. 1.1) здійснено випікання даних експериментальних зразків виробів із різним вмістом мальтиту та цукру. При цьому оцінювання проводили комплексно використовуючи загальноживані у технології здобних виробів методи, зокрема оцінювали булочки за питомим об'ємом свіжих виробів, їх пористістю та крихкуватістю. Данці щодо оцінювання питомого об'єму булочок «Польова» з мальтитом і цукром представлено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Питомий об'єм булочок «Польова» з різним вмістом мальтиту та цукру, $M \pm m$, $n=5$

Номер зразка	Вміст підсолоджувачів, %	Питомий об'єм, $\text{см}^3/\text{г}$
1	Цукор 6 %	$2,81 \pm 0,07$
2	Мальтит 4 %	$2,45 \pm 0,05^*$
3	Мальтит 6 %	$2,48 \pm 0,06^*$
4	Мальтит 8 %	$2,57 \pm 0,06$
5	Цукор 4 % + Мальтит 4 %	$2,69 \pm 0,06$

Примітка. $*P \leq 0,05$ – щодо зразка №1 з 6% цукру

У таблиці 1.4 наведено результати дослідження питомого об'єму булочок «Польова», виготовлених із використанням різного співвідношення цукру та мальтиту як підсолоджувачів.

Зразок контрольної групи (№1), що містив 6 % цукру, характеризувався найбільшим питомим об'ємом – $2,81 \pm 0,07 \text{ см}^3/\text{г}$. Заміна цукру на мальтит у кількості 4 – 8 % призвела до зменшення цього показника. Найнижче значення питомого об'єму відзначено у зразка з 4 % мальтиту ($2,45 \pm 0,05 \text{ см}^3/\text{г}$), що достовірно менше (на $0,36 \text{ см}^3/\text{г}$) порівняно з контролем ($P \leq 0,05$). При підвищенні концентрації мальтиту до 8 % спостерігалось часткове зростання питомого об'єму до $2,57 \pm 0,06 \text{ см}^3/\text{г}$, однак різниця залишалася статистично незначущою відносно контрольного зразка.

Зразок із комбінованим використанням цукру (4 %) та мальтиту (4 %) мав проміжне значення питомого об'єму – $2,69 \pm 0,06 \text{ см}^3/\text{г}$, що свідчить про пом'якшення негативного впливу повної заміни цукру на мальтит.

Таким чином, часткова заміна цукру на мальтит дозволяє зберегти достатній питомий об'єм виробів, тоді як повна заміна супроводжується його зменшенням, особливо при низькому вмісті підсолоджувача. Такі результати

на нашу думку, вважаються закономірним фактом, оскільки мальтит не використовується мікроорганізмами, а відповідно бродильна активність їх у тісті нижча [5, 61]. Тому враховуючи отримані значення у цьому досліді, вважаємо, що для зниження калорійності булочок, водночас щоб об'єм виробів суттєво не зменшувався оптимальним є використання мальтиту разом із цукром у булочці «Польова».

Згідно з вимогами технічних умов до оцінювання якості булочних виробів, одним із контрольованих показників є пористість готової продукції. Цей параметр має важливе значення для характеристик дріжджових булочок і борошняних виробів, оскільки відображає інтенсивність і стабільність ферментативних процесів, що відбуваються під час бродіння тіста. Пористість також впливає на засвоюваність продукту, адже добре виброджені вироби мають більш розвинену структуру м'якушки, що сприяє кращому перетравленню і засвоєнню поживних речовин. Відповідно до технічних умов на булочку «Польова» (ТУ У 15.8-05415042-002:2011), нормативне значення пористості повинно становити не менше, ніж 70 %, що гарантує належну якість структури та органолептичних властивостей виробу. Тому для обґрунтування впливу мальтиту на пористість булочки «Польова» нами визначено цей показник у експериментальних зразках булочок, дані в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Пористість булочок «Польова» з різним вмістом мальтиту та цукру, $M \pm m$, $n=5$

Номер зразка	Вміст підсолоджувачів, %	Пористість готових булочок, %
1	Цукор 6 %	$74,3 \pm 0,3$
2	Мальтит 4 %	$70,5 \pm 0,3^*$
3	Мальтит 6 %	$70,6 \pm 0,2^*$
4	Мальтит 8 %	$72,0 \pm 0,3$

5	Цукор 4 % + Мальтит 4 %	73,8 ± 0,3
---	-------------------------	------------

Примітка. * $P \leq 0,05$ – щодо зразка №1 з 6% цукру

У таблиці 1.5 наведено результати визначення пористості готових булочок «Польова» залежно від виду та концентрації підсолоджувачів.

Контрольний зразок (№1), що містив 6 % цукру, мав найвищу пористість – $74,3 \pm 0,3$ %, що перевищує нормативний показник для булочних виробів, який становить не менше 70%.

Повна заміна цукру на мальтит у кількості 4 – 6 % призвела до статистично достовірного зменшення пористості ($P \leq 0,05$) – до $70,5 \pm 0,3$ % і $70,6 \pm 0,2$ %, відповідно. Проте навіть за таких умов отримані зразки відповідали вимогам нормативу, демонструючи задовільну аерацію та структурну якість м'якушки.

Підвищення вмісту мальтиту до 8 % супроводжувалося частковим відновленням показника пористості до $72,0 \pm 0,3$ %, що свідчить про поліпшення газоутримувальної здатності тіста при більшій кількості підсолоджувача.

Комбіноване використання цукру у кількості 4 % і мальтиту 4 % забезпечило один із найкращих результатів пористості – $73,8 \pm 0,3$ %, що практично на рівні контрольного зразка. Це підтверджує доцільність часткової заміни цукру на мальтит, яка дозволяє зменшити калорійність виробів без помітного погіршення їх пористості.

Отже, усі дослідні зразки відповідали нормативним вимогам (пористість ≥ 70 %), а найоптимальніше поєднання структурних і технологічних властивостей спостерігалось при комбінованому використанні цукру та мальтиту у співвідношені 1 : 1.

Здатність хлібобулочних виробів зберігати свіжість упродовж тривалого часу є одним із ключових показників їх якості. Під час зберігання борошняних виробів зазвичай спостерігається підвищення крихкуватості, що

знижує споживчі властивості та загальну харчову цінність продукту. У ході дослідження було проаналізовано крихкуватість булочок «Польова» з різним вмістом цукру та мальтиту. Інтерес до використання мальтиту зумовлений тим, що, за даними наукових джерел, молекули мальтиту здатні взаємодіяти з вуглеводами крохмальної матриці тіста, сповільнюючи процес ретроградації крохмалю, який є основною причиною черствіння виробів. Наукові дослідження також свідчать, що мальтит ефективніше, ніж інші сахариди, пригальмовує ретроградацію, завдяки чому зростання крихкуватості під час зберігання відбувається менш інтенсивно [51, 61]. Отже, булочні вироби з додаванням мальтиту краще утримують вологу та довше зберігають свіжість порівняно з виробами, виготовленими із використанням лише сахарози. Характеристика показника крихкуватості у зразках булочок «Польова» наведено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Крихкуватість експериментальних булочок «Польова» з різним вмістом мальтиту та цукру

Номер зразка	Вміст підсолоджувачів, %	Крихкуватість готових булочок, %
1	Цукор 6 %	1,87± 0,05
2	Мальтит 4 %	1,57 ± 0,06
3	Мальтит 6 %	1,42 ± 0,06*
4	Мальтит 8 %	1,36 ± 0,06*
5	Цукор 4 % + Мальтит 4 %	1,63 ± 0,05

Примітка. * $P \leq 0,05$ – щодо зразка №1 з 6% цукру

У таблиці 1.6 подано результати визначення крихкуватості готових булочок «Польова» залежно від кількості та виду використаних підсолоджувачів.

Виявлено, що контрольний зразок №1, який містив 6 % цукру, характеризувався найбільшою крихкуватістю – $1,87 \pm 0,05$ %. Заміна цукру

на мальтит призвела до зменшення цього показника, що свідчить про підвищення еластичності та покращення структурно-механічних властивостей м'якушки.

Найнижчі значення крихкуватості зафіксовано у зразків з 6 % ($1,42 \pm 0,06$ %) та 8 % мальтиту ($1,36 \pm 0,06$ %), різниця між цими зразками та контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$). Це свідчить про позитивний вплив підвищеного вмісту мальтиту на формування більш пластичної та рівномірної структури виробу.

Зразок, у якому 4 % цукру було поєднано з 4 % мальтиту, мав проміжне значення крихкуватості – $1,63 \pm 0,05$ %, що також нижче за контроль, але без статистично достовірної різниці.

Таким чином, повна або часткова заміна цукру на мальтит сприяє зниженню крихкуватості булочок «Польова», покращуючи текстурні властивості виробів та надаючи їм більш ніжної консистенції. Це очевидно пов'язано із здатністю мальтиту утримувати молекули води і тим самим зменшувати ламку структуру булочок.

Отже, аналіз показників питомого об'єму, пористості та крихкуватості булочок «Польова» із різним співвідношенням цукру та мальтиту свідчить про суттєвий вплив типу й кількості підсолоджувачів на формування структурно-механічних властивостей готових виробів.

Встановлено, що повна заміна цукру на мальтит у кількості 4 – 8 % призводить до зменшення питомого об'єму та пористості порівняно з контрольним зразком (6 % цукру), що може бути зумовлено нижчою ферментативною активністю дріжджів у середовищі з мальтитом. Проте навіть за таких умов показники пористості залишалися у межах нормативу (≥ 70 %), що свідчить про задовільну якість готових виробів.

Зі збільшенням концентрації мальтиту до 8 % спостерігалася тенденція до часткового відновлення питомого об'єму та пористості, що, ймовірно, пов'язано з оптимізацією осмотичного тиску в тісті та покращенням умов для газоутримання.

Показники крихкуватості булочок мали зворотну залежність від вмісту цукру: зі зменшенням кількості цукру та збільшенням частки мальтиту крихкуватість знижувалася, що вказує на покращення еластичності та ніжності м'якушки.

Найбільш збалансовані результати за всіма показниками отримано у зразка з комбінованим використанням 4 % цукру та 4 % мальтиту – він мав достатній питомий об'єм, високу пористість і помірну крихкуватість, близьку до оптимальної.

Таким чином, часткова заміна цукру на мальтит у рецептурі булочок «Польова» є доцільною технологічною стратегією, яка дозволяє знизити вміст цукру в продукті без істотного погіршення структурних характеристик та органолептичних властивостей готових виробів.

1.3.4. Дегустаційна характеристика булочки «Польова» з різним вмістом мальтиту і цукру

Споживач оцінює булочні і кондитерські вироби найперше за органолептичними властивостями: зовнішній вигляд та колір поверхні, запахом та потім за смаком. Дані літератури повідомляють, що мальтит набагато здобним виробам із борошна тривалішої свіжості через утримання більшої вологості, однак він приблизно на 10 – 15 % менш солодкий, ніж цукор [15, 51]. Тому обґрунтуванню концентрації мальтиту у борошняних виробках важливе значення має сенсорна їх оцінка за допомогою дегустаційної комісії. Дегустацію експериментальних зразків булочок з різним вмістом мальтиту та цукру наведено на рис. 1.2.

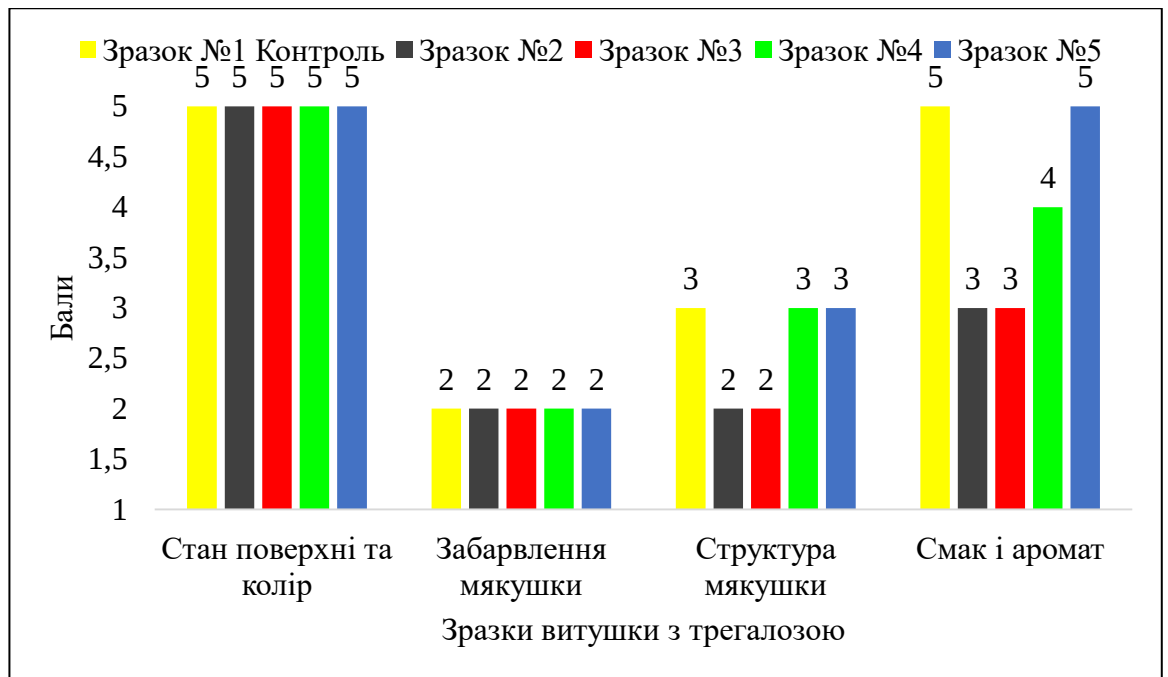


Рисунок 1.2. Бальне оцінювання зразків булочок «Польова» з вмістом мальтиту та цукру

Перед оцінюванням кожному органолептичному показнику було визначено максимальну кількість балів, зокрема, смак поверхні та її колір максимум у 5 балів; забарвлення мякушки у – 2 бали; структура мякушк у – 3 бали та смак і аромат виробів максимум у 5 балів. Максимальна можлива сума балів становила 15.

З рис. 1.2 відзначаємо, що усі зразки мали однаково привабливу поверхню та колір, отримавши максимальну оцінку – 5 балів, що свідчить про правильний перебіг процесів карамелізації та рівномірне підрум'янення скоринки незалежно від складу підсолоджувачів. Забарвлення м'якушки також не зазнало змін – усі зразки отримали по 2 бали з можливих, що вказує на стабільність кольору під час випікання.

Певні відмінності спостерігалися у структурі м'якушки. Зразки з мальтитом у кількості 4 – 6 % (№2 та №3) отримали дещо нижчі оцінки (2 бали) порівняно з контролем (3 бали), що може бути пов'язано зі зменшенням питомого об'єму та пористості. Водночас зразки з 8 % мальтиту

(№4) та комбінованим вмістом 4 % цукру + 4 % мальтиту (№5) мали структуру, близьку до контрольної, – по 3 бали.

Найбільші відмінності відзначено у смакових характеристиках. Контрольний зразок (із 6 % цукру) отримав максимальну оцінку – 5 балів. У зразках із мальтитом (№2, №3) смак і аромат були менш вираженими (3 бали), що пояснюється нижчим рівнем карамелізаційних реакцій та слабшим розвитком ароматичних сполук. Збільшення частки мальтиту до 8 % (№4) покращувало органолептичні властивості (4 бали), а комбіноване використання цукру та мальтиту (№5) забезпечило повне відновлення смакових характеристик до рівня контролю (5 балів).

Таким чином, комбіноване застосування мальтиту та цукру забезпечує найкращі органолептичні властивості булочок, дозволяючи зменшити вміст цукру без суттєвого впливу на зовнішній вигляд, структуру м'якушки та смак виробів.

РОЗДІЛ II

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

2.1. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів

Якість готових хлібобулочних виробів у більший ступіні залежить від якості сировини, що використовується у виробництві. Усі компоненти повинні відповідати вимогам чинних стандартів — ДСТУ, ТУ та санітарно-гігієнічним нормам. Основна сировина для виготовлення хлібобулочних виробів повинна бути свіжою, без сторонніх запахів, домішок і ознак псування.

Для виготовлення ріжків “Горіховий” і булочки “Польова” використовується борошно пшеничне вищого сорту, дріжджі, сіль, цукор, жирова сировина, молочні продукти, а також допоміжні добавки (поліпшувачі, ароматизатори, начинки тощо), що підвищують якість і покращують органолептичні властивості готової продукції.

1. Борошно пшеничне вищого сорту. Є основним компонентом для обох видів виробів. Містить 10–12% білків (глютену), близько 70% крохмалю, незначну кількість жирів, мінеральних речовин і вітамінів групи В. Якість борошна визначає водопоглинальну здатність тіста, еластичність і пористість м'якушки.

2. Вода. Використовується питна, очищена, відповідно до ДСТУ 2874-82. Температура води регулюється залежно від умов бродіння тіста.

3. Дріжджі пресовані хлібопекарські. Забезпечують процес бродіння, утворення вуглекислого газу та спирту, завдяки чому тісто набуває пористої структури. Для виробництва застосовують дріжджі, що відповідають ДСТУ 4813:2007.

4. Сіль кухонна. Виступає регулятором смаку, підсилює аромат, впливає на структуру клейковини. Дозування солі звичайно становить 1,5–2% від маси борошна.

5. Цукор-пісок. Використовується як підсолоджувач і поживне середовище для дріжджів. У ріжках “Горіховий” цукор також бере участь у карамелізації скоринки під час випікання.

6. Жирова сировина (маргарин, вершкове масло). Покращує смак, аромат і зовнішній вигляд виробів, надає м’якості м’якушці, продовжує термін зберігання.

7. Молоко або сухе молоко. Підвищує поживну цінність і покращує колір скоринки завдяки реакції Майяра (взаємодії білків і цукрів при випіканні).

Допоміжна сировина

8. Начинка “горіхова” (для ріжків “Горіховий”). Складається з подрібнених волоських або лісових горіхів, цукру, ванільного цукру та невеликої кількості вершкового масла чи згущеного молока. Начинка додає виробам виразного смаку, аромату та підвищує калорійність.

9. Поліпшувачі якості тіста. Використовуються для стабілізації властивостей борошна, поліпшення структури м’якушки, збільшення об’єму виробів. Це можуть бути ферментні препарати, емульгатори, аскорбінова кислота тощо.

10. Яйця курячі або меланж. Використовуються для поліпшення кольору, смаку, структури тіста, а також для змашування поверхні виробів перед випіканням, що надає їм блиску.

11. Ароматизатори та спеції. Для ріжків “Горіховий” часто додають ванілін або натуральний ванільний екстракт. У булочці “Польовій” можуть бути легкі прянощі — кориця, мускатний горіх, мак або кунжут (залежно від рецептури підприємства).

Додаткові компоненти для булочки “Польова”. Можуть використовуватися зернові домішки (пшеничні, житні пластівці, насіння соняшнику чи льону), що збагачують виріб клітковиною та мінералами.

Уся сировина повинна зберігатися в умовах, що запобігають її псуванню, з дотриманням санітарних норм. Борошно зберігають у сухих,

вентилюваних приміщеннях при температурі не вище +18 °С і відносній вологості не більше 70%. Жири, яйця, молоко та дріжджі зберігаються в холодильних камерах.

Перед використанням сировину піддають контролю якості: перевіряють вологість борошна, активність дріжджів, чистоту води, температуру та відповідність органолептичним показникам.

РОЗДІЛ ІІІ

ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Вихідні дані

Використовують вихідні дані виходячи з інструкцій та нормативної документації: технічних умов, стандартів, довідників, довідкової літератури, а також рецептур на вже існуючі вироби. беруть на 100 кг борошна, яке необхідне . такі вихідні дані оформляють у формі таблиці, в яку вносять значення, потрібні для таких розрахунків (табл. 3.1) [64].

Таблиця 3.1

Вихідні дані для розрахунків

Найменування показників, одиниці виміру	Умовні позначення	Норми для виробів	
		Ріжок «Горіховий», масою 0,1	Булочка «Польова» масою 0,07 кг
1	2	3	4
Стандарт	-	ДСТУ 4585:2006	
Показники якості:			
Вологість, %, не більше	W	35,0	38,0
Кислотність, град, не більше	K	2,5	3,0
Пористість, %, не менше	П	-	70
Рецептура на 100 кг борошна, кг.:			
Борошно пшеничне вищого сорту	G _{б.п.ц.}	100,0	-
Борошно пшеничне 1 сорту			100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	G _{др}	3,0	3,0
Сіль кухонна харчова	G _с	1,5	1,5
Цукор білий	G _ц	15,0	3,5
Маргарин столовий	G _{марг}	6,0	3,5
Меланж	G _{мел}	3,0	3,0
Меланж на змащення	G _{мел}	2,0	-
Молоко сухе не збиране	G _{м.с.}	3,0	-
Горіхи	G _{гор}	8,0	-
Цукрова пудра	G _{ц.п.}	1,5	-
Разом	-	143,0	114,5

Основні показники технологічних режимів			
Вологість опари, %	W_o	-	-
Вологість тіста, %	W_T	35,2	38,5
Плановий вихід, %	-		146
Тривалість бродіння опари, хв	T_o	-	210
Тривалість бродіння тіста, хв	T_T	40,0-60,0	90-120
Спосіб приготування	-		
Тривалість вистоювання, хв	$T_{вис}$	65,0-70,0	35-50
Спосіб випікання	-	У формах	
Тривалість випікання, хв	$T_{вип}$	15,0-18,0	15,0
Марка печі	-		
Концентрація розчину солі, %	$C_{ср}$	26	
Концентрація розчину цукру, %	$C_{ц,р}$	50	
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	$g_б$	0,02 – 0,06	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	g_T	0,03 – 0,05	
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{сух}$	3,3	
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{обр}$	0,6 – 1,0	
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{уп}$	6,0 – 12,0	
Втрати під час укладання гарячого хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{укл}$	0,5 – 0,8	
Втрати від усихання хліба, % до маси гарячого хліба	$g_{ус}$	2,5 – 4,0	
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{кр}$	0,03	
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого хліба	$g_{шт}$	0,04 – 0,05	
Втрати від перероблення хліба, % до маси борошна	$g_{бр}$	Близько 0,02	

3.1.2 Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок рецептури ріжка «Горіховий»

Використовуючи існуючі вимоги нормативів на цей вид тіста приготування ріжка, його готують безопарним способом. Водночас тривалість ферментації цього тіста близько 50 хв [64].

Проводжу визначення маси сухих речовин у компонентах тіста:

Таблиця 3.2

Кількісні показники щодо вологості й сухих речовин у інгредієнтах для ріжка «Горіховий»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р., %	Масова частка с. р., кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	14,5	85,0	85,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	0,75	2,76
Сіль кухонна харчова	1,5	-	1,5	0,02
Цукор білий	15,0	0,15	14,98	2,48
Молоко сухе незбиране	3,0	5,0	2,85	0,08
Маргарин столовий	6,0	16,0	5,04	0,3
Меланж	3,0	73,0	0,81	0,02
Разом	131,5	-	111,43	90,66

Обраховую масу сухих речовин, кг:

Масу тіста визначаю за формулою:

$$G_T = \frac{G_{с.р} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (3.1)$$

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

W_T – вологість тіста, %; $W_T = W_B + 1$; $W_B = 35,0 + 0,2 = 35,2$ %

$$G_T = \frac{111,43 \cdot 100}{100 - 35,2} = 171,96 \text{ кг}$$

Переводжу сировину в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою:

$$G_{c.p} = \frac{G_c * 100}{C_{c.p}} \quad (3.2)$$

де $G_{c.p}$ – концентрація розчину, % 26% - концентрація сольового розчину

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

Маса води в сольовому розчині:

$$G_{в}^{c.p} = G_{c.p} - G_c \quad (3.3)$$

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

Дріжджі в дріжджову суспензію, на 1 частину дріжджів припадає 3 частки води:

$$G_{д.p} = G_{др} + G_{др} * n \quad (3.4)$$

n – кількість розведень, (n -3)

$$G_{др.c} = 3,0 + 3,0 * 3 = 12,0 \text{ кг}$$

Кількість води в дріжджовій суспензії:

$$G_{в}^{др.c} = G_{др.c} - G_{др} \quad (3.5)$$

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

Цукор у розчин цукру за формулою:

$$G_{ц} = \frac{G_c * 100}{C_{ц}} \quad (3.6)$$

де $G_{ц}$ – концентрація розчину, % 50% - концентрація сольового розчину

$$G_{ц} = \frac{15 * 100}{50} = 30,0 \text{ кг}$$

Маса води в цукровому розчині:

$$G_{в}^{c.p} = G_{c.p} - G_c \quad (3.7)$$

$$G_{в}^{c.p} = 30,0 - 15,0 = 15,0 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{в}^T = G_T - G_{сир} \quad (3.8)$$

$$G_{в}^T = 171,96 - 131,5 = 40,46 \text{ кг}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін:

$$G_{в}^3 = G_{в} - [G_{в}^{c.p} + G_{в}^{др.c}] \quad (3.9)$$

$$G_B^3 = 40,46 - [4,27+9,0+15,0] = 12,19 \text{ кг}$$

Таблиця 3.3

Пофазна рецептура для виробництва ріжка «Горіховий», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто	На оздоблення
Борошно пшеничне вищого сорту	100,0	100,0	-
Дріжджова суспензія	12,0	12,0	-
Сольовий розчин	5,77	5,77	-
Цукровий розчин	30,0	30,0	-
Молоко сухе незбиране	3,0	3,0	-
Маргарин столовий	6,0	6,0	-
Меланж	3,0	3,0	-
Вода	12,19	12,19	-
В тісто всього	171,96	171,96	-
Меланж на змащення	2,0	-	2,0
Цукрова пудра	1,5	-	1,5
Арахіс підсушений	8,0	-	8,0
Разом	183,46		11,5

Розрахунок рецептури для булочки «Польова».

За нормативними вимогами тісто для ріжка передбачено готувати безопарним способом. Тривалість бродіння тіста – 90-120 хв [64].

Визначаю масу сухих речовин та вологи в тісті:

Визначаю масу тіста за формулою (3.10):

$$G_T = \frac{94,15 \cdot 100}{100 - 39} = 164,34 \text{ кг}$$

$$W_T = W_B + 1; W_B = 38,5 + 0,5 = 39,0 \%$$

Проводжу заміну сировини, переводжу її в розчини:

Сіль у сольовий розчин за формулою (3.11):

$$G_{c.p} = \frac{1,5 \cdot 100}{26} = 5,8 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині за формулою (3.12):

$$G_{c.p} = 5,8 - 1,5 = 4,3 \text{ кг}$$

Цукор переводжу в розчин цукровий за формулою (3.13):

$$G_{ц.р} = \frac{3,5 \cdot 100}{45} = 7,8 \text{ кг}$$

Таблиця 3.4

Співвідношення сухих речовин та вологи тіста булочки «Польова»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	14,5	85,0	85,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75,0	0,75	0,02
Сіль кухонна харчова	3,5	-	3,5	0,12
Цукор білий	1,5	0,14	1,5	0,02
Маргарин столовий	3,5	16,5	2,9	0,1
Меланж (на змащування)	3,0	75,0	0,75	0,02
Разом	111,5		94,15	85,28

Вага води в цукровому розчині (2.5):

$$G_{в}^{ц.р} = G_{ц.р} - G_{ц}$$

$$G_{в}^{ц.р} = 7,8 - 3,5 = 4,3 \text{ кг}$$

Дріжджі в дріжджову суспензію, згідно формули:

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

За формулою визначаю кількість води в дріжджовій суспензії:

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

Вага води для замішування тіста відповідно до формули (3.8) становить:

$$G_{\text{в}}^{\text{т}} = 164,34 - 111,5 = 52,84 \text{ кг}$$

Визначаю масу води в тісті з урахуванням замін згідно формули (3.9):

$$G_{\text{в}}^{\text{з}} = 52,84 - [5,0 + 3,5 + 4,3] = 40,04 \text{ кг}$$

Таблиця 3.5

Пофазна рецептура для приготування тіста для булочка «Польова»

Сировина	Маса, кг	Тісто	На змашування
Борошно пшеничне першого сорту	100,0	100,0	-
Дріжджова суспензія	9,0	9,0	-
Сольовий розчин	5,8	5,8	-
Цукровий розчин	7,0	7,0	-
Маргарин стооловий	3,5	3,5	-
Вода	40,04	40,04	-
Меланж	-	-	3,0
Разом	164,3	164,3	3,0

3.2 Розрахунок виходу виробів

Вихід хлібобулочних виробів визначається розрахунком виходу тіста, та технологічними витратами і затратами при його виготовленні [64]:

Розрахунок виходу різька «Горіховий»

Для різька «Горіховий» вихід що передбачається знаходжу за формулою:

$$V_{\text{ф}} = G_{\text{т}} - (B_{\text{б}} + B_{\text{т}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{кр}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{бр}}), \quad (3.14)$$

де $B_{\text{б}}$ – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

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

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

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

$Z_{уп}$ – затрати під час упікання;

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

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

$V_{кр}$ – втрати хліба у вигляді крихт та лому;

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

$V_{бр}$ – втрати від переробки браку.

Відповідно до формули визначаю вологість середньозволожену сировини:

$$W_{сер} = \frac{G_б * W_б + G_{кл} * W_{кл} + G_{пл.г} * W_{пл.г} + G_{др} * W_{др} + G_c + G_{о.с} * W_{о.с}}{G_б + G_{кл} + G_{пл.г} + G_{др} + G_c + G_{о.с}} \quad (3.15)$$

$W_б + W_{др}$ – вологість сировини, %.

$$W_{сер} = \frac{100,0 * 14,5 + 15,0 * 0,15 + 3,0 * 5,0 + 3,0 * 75,0 + 1,5 + 3,0 * 73,0 + 6,0 * 16,0}{100,0 + 15,0 + 3,0 + 3,0 + 1,5 + 3,0 + 6,0} = 15,3 \%$$

Обраховую масу тіста за формулою:

$$G_T = \frac{G_{сир} * (100 + W_{сир})}{(100 - W_T)} \quad (3.16)$$

де $W_{сир}$ – маса сировини у тісті з 100 кг борошна, кг;

$$G_T = \frac{131,5 * (100 - 15,3)}{100 - 35,2} = 171,9 \text{ кг}$$

Втрати та затрати, що розраховуються, виражаються у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста $V_б$, кг [64]:

$$V_б = \frac{g_б * (100 - W_б)}{100 - W_T} \quad (3.17)$$

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

$$B_6 = \frac{0,06 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 35,2} = 0,03 \%$$

Визначаю втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг:

$$B_T = \frac{g_T \cdot (100 - W_{cp1})}{100 - W_T} \quad (3.18)$$

де g_T – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна; $g_T = 0,03-0,05 \%$ [5, додаток 10].

де W_c^1 – вологість відходів, %;

$$W_c^1 = \frac{G_T \cdot W_T + 100 \cdot W_6}{G_T + 100} \quad (3.19)$$

$$W_c^1 = \frac{171,9 \cdot 35,2 + 100 \cdot 14,5}{171,9 + 100} = 22,7 \%$$

$$B_T = \frac{0,03 \cdot (100 - 22,7)}{100 - 54} = 0,05 \%$$

Визначаю витрати при бродінні напівфабрикатів, $Z_{бр}$, кг:

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \cdot 0,96 \cdot (G_{сир} - g_{обр}) \cdot (100 - W_{cp})}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_T)} \quad (3.20)$$

де $C_{сух}$ – затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста;

$g_{обр}$ – затрати борошна під час оброблення тіста, % до маси борошна;

$g_{обр} = 0,6-1,0 \%$ [5, додаток 10].

$$Z_{бр} = \frac{3,3 \cdot 0,96 \cdot (131,5 - 1) \cdot (100 - 22,7)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 35,2)} = 2,51 \%$$

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

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} \cdot (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.21)$$

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

$$Z_{обр} = \frac{0,6 \cdot (35,2 - 14,5)}{100 - 35,2} = 0,19 \%$$

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} \cdot [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (3.22)$$

де $g_{уп}$ – затрати на упікання, % до маси тістової заготовки;

$g_{уп} = 6,0 - 12,0 \%$

$$Z_{уп} = \frac{10,0 * [171,9 - (0,03 + 0,05 + 2,51 + 0,19)]}{100} = 16,9 \%$$

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

$$Z_{укл} = \frac{g_{укл} * [G_T - (B_б + B_T + 3б_p + 3об_p + Z_{уп})]}{100} \quad (3.23)$$

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

$$Z_{укл} = \frac{0,5 * [171,9 - (0,03 + 0,05 + 2,51 + 0,19 + 16,9)]}{100} = 0,8 \%$$

Затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг:

$$Z_{ус} = \frac{g_{ус} * [G_T - (B_б + B_T + 3б_p + 3об_p + Z_{уп} + Z_{укл})]}{100} \quad (3.24)$$

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

$$Z_{ус} = \frac{2,5 * [171,9 - (0,03 + 0,05 + 2,51 + 0,19 + 16,9 + 0,8)]}{100} = 3,8 \%$$

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

$$V_{шт} = \frac{g_{шт} * [G_T - (B_б + B_T + 3б_p + 3об_p + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус})]}{100} \quad (3.25)$$

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

$$V_{шт} = \frac{0,4 * [171,9 - (0,03 + 0,05 + 2,51 + 0,19 + 16,9 + 0,8 + 3,8)]}{100} = 0,6 \%$$

Витрати від крихт і лому, $V_{кр}$, кг:

$$V_{кр} = \frac{g_{кр} * [G - (B_б + B_T + 3б_p + 3об_p + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{шт})]}{100} \quad (3.26)$$

де $g_{кр}$ – втрати у вигляді крихти і лому, % до маси борошна;

$g_{кр} = 0,03 \%$

$$V_{кр} = \frac{0,03 * [171,9 - (0,03 + 0,05 + 2,51 + 0,19 + 16,9 + 0,8 + 3,8 + 0,6)]}{100} = 0,04 \%$$

Втрати від переробки браку, $V_{бр}$, кг:

$$V_{бр} = \frac{g_{бр} * [G_T - (B_б + B_T + 3б_p + 3об_p + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + V_{шт} + V_{кр})]}{100} \quad (3.27)$$

де $g_{бр}$ – втрати від переробки бракованих виробів, %до маси борошна,

$g_{бр} = 0,02 \%$

$$V_{бр} = \frac{0,02 * [171,9 - (0,03 + 0,05 + 2,51 + 0,19 + 16,9 + 0,8 + 3,8 + 0,6 + 0,04)]}{100} = 0,03\%$$

Для ріжка «Горіховий» фактичний вихід становитиме:

$$B_{\phi} = 171,9 - (0,03 + 0,05 + 2,51 + 0,19 + 16,9 + 0,8 + 3,8 + 0,6 + 0,04 + 0,03) = 147,0 \%$$

Плановий вихід для ріжка «Горіховий» становить 148,0 % [64].

Розрахунок виходу булочка «Польова»

Середньозволожену кількість вологи в сировині булочка «Польова» обраховую за формулою (3.15):

$$W_{\text{сер}} = \frac{100,0 \cdot 14,5 + 3,0 \cdot 75,0 + 1,5 \cdot 0,14 + 3,5 \cdot 16,5 + 3,5 + 3,0 \cdot 75,0}{100,0 + 3,0 + 1,5 + 3,5 + 3,5 + 3,0} = 17,6 \%$$

Визначаю масу тіста за формулою (2.16):

$$C_T = \frac{111,5 \cdot (100 - 17,6)}{100 - 39} = 150,6 \text{ кг}$$

Усі втрати і затрати, що розраховують, виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах [64].

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг, визначаю за формулою (3.17):

$$B_6 = \frac{0,05 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 39} = 0,07 \%$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання B_T , кг, визначаю за формулою (3.18):

$$W_c^1 = \frac{150,6 \cdot 39 + 100 \cdot 14,5}{150,6 + 100} = 29,2 \%$$

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 29,2)}{100 - 39} = 0,058 \%$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $Z_{\text{бр}}$, кг, визначаю за формулою (3.20):

$$Z_{\text{бр}} = \frac{3,3 \cdot 0,96 \cdot (111,5 - 1) \cdot (100 - 17,6)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 39)} = 2,41 \%$$

Визначаю за формулою (2.21) затрати на оброблення тіста $Z_{\text{обр}}$, кг:

$$Z_{\text{обр}} = \frac{1 \cdot (39,0 - 14,5)}{100 - 39,0} = 0,4 \%$$

Затрати від упікання $Z_{\text{уп}}$, кг, визначаю за формулою (3.22):

$$Z_{\text{уп}} = \frac{10 \cdot [150,6 - (0,07 + 0,058 + 2,41 + 0,4)]}{100} = 14,8 \%$$

Затрати при укладання $Z_{укл}$, кг, визначаю за формулою (3.23):

$$Z_{укл} = \frac{0,8 * [150,6 - (0,07 + 0,058 + 2,41 + 0,4 + 14,8)]}{100} = 1,06 \%$$

Затрати від усихання $Z_{ус}$, кг, визначаю за формулою (3.24):

$$Z_{ус} = \frac{2,5 * [150,6 - (0,07 + 0,058 + 2,41 + 0,4 + 14,8 + 1,06)]}{100} = 3,29 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $V_{шт}$, кг, за формулою (3.25):

$$V_{шт} = \frac{0,5 * [150,6 - (0,07 + 0,058 + 2,41 + 0,4 + 14,8 + 1,06 + 3,29)]}{100} = 0,64 \%$$

Втрати від крихт і лому, $V_{кр}$, кг, визначаю за формулою (3.26):

$$V_{кр} = \frac{0,03 * [150,6 - (0,07 + 0,058 + 2,41 + 0,4 + 14,8 + 1,06 + 3,29 + 0,64)]}{100} = 0,04 \%$$

Втрати від переробки браку $V_{бр}$, кг, визначаю за формулою (3.27):

$$V_{бр} = \frac{0,02 * [150,6 - (0,07 + 0,058 + 2,41 + 0,4 + 14,8 + 1,06 + 3,29 + 0,64 + 0,04)]}{100} = 0,03 \%$$

Для булочки «Польова» передбачений вихід становитиме:

$$V_{\phi} = 150,6 - (0,07 + 0,058 + 2,41 + 0,4 + 14,8 + 1,06 + 3,29 + 0,64 + 0,04 + 0,03) = 127,8 \%$$

Планом передбачено для булочки «Польова» вихід в 127,5 %, тому можна зробити висновок, що фактично розрахований вихід дещо перевищує запланований [64].

3.3 Розрахунок виробничих рецептур

Ріжки «Горіхові» та напівфабрикати для неї виготовляються періодичним (порційним) способом

У випадку порційного приготування напівфабрикатів коефіцієнт перерахунку обчислюють залежно від допустимої величини завантаження діжі борошном

$$E_m = \frac{em * V_d}{100}, \text{ кг}$$

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

V_d – геометричний об'єм діжі, дм³

$$E_m = \frac{30 \cdot 300}{100} 90$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури (3.30)

$$K_{дїж} = \frac{E_m}{100}$$

$$K_{дїж} = \frac{90}{100} 0,9$$

Таблиця 3.6

Виробнича рецептура приготування тіста для ріжків «Горіхові»

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу	
	тісто, на один заміс, кг	на оздоблення тістових заготовок з однієї діжі тіста, кг
Борошно пшеничне в/с	90,0	
Дріжджі пресовані	10,8	
Сіль	5,19	
Цукор	27,0	
Молоко сухе незбиране	3,6	
Маргарин столовий, 82%	5,4	
Меланж	2,7	
Меланж на змащення		1,8
Цукрова пудра		1,35
Арахіс		7,2
Вода	14,12	
Всього	158,81	10,35

Обчислюю температуру води на замішування тіста, t_B^T , °C:

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T * C_6 * (t_T - t_6)}{G_B * C_B} \quad (3.35)$$

$$t_B^T = 28 + \frac{90,0 * 1,257 * (28 - 19)}{14,12 * 4,19} + 2 = 47,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Таблиця 3.7

Технологічний режим приготування ріжків «Горіховий»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	25,0
Кінцева кислотність	град	2,5
Вологість	%	35,2
Тривалість бродіння	в	40,0-60,0
Маса шматків тіста	кг	0,113
Тривалість вистоювання	хв	40,0-60,0
Температура у вистійній шафі	°C	28,0-32,0
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	15,0-18,0
Температура пекарної камери	°C	170-210

Булочка «Польова» подова, масою 0,07 кг готується безопарним способом.

Для приготування булочки готують тісто в тістомісильній машині, яка має періодичну дію. Прима-300, об'ємом 300 л. Оскільки, булочка готується порційно, тісто готується в діжі, коефіцієнт перерахунку обчислюється залежно від допустимої величини завантаження діжі борошном, G_6 д, кг. Для тіста, величина завантаження діжі борошном G_6 д становить

Насамперед розраховую вагу борошна, яке необхідно максимально завантажити у діжу $G_д^6$, кг, за формулою:

$$G_д^6 = \frac{V_д * q}{100}, \text{ кг} \quad (3.28)$$

де $V_д$ – об'єм діжі, дм^3 ; $V_д$ – 140 дм^3 .

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

для опари – $q = 25$; для тіста – $q = 32$.

Для тіста:

$$G_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{300 \cdot 35}{100} = 105,0 \text{ кг/год}$$

Для тіста, коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури становить (за формулою 3.30): $K_{\text{діж}} = 105,0/100 = 1,05$

Таблиця 3.8

Виробнича рецептура приготування тіста для булочки «Польова»

Сировина і напівфабрикати	Тісто на один заміс, кг
Борошно пшеничне І/с	105,0
Дріжджова суспензія	9,45
Сольовий розчин	6,09
Цукровий розчин	7,35
Маргарин столовий	3,7
Вода	31,5
Разом	163,09

Обчислюю температуру води на замішування тіста, $t_{\text{в}}^{\text{т}}$, °C:

$$t_{\text{в}}^{\text{т}} = t_{\text{т}} + \frac{G_{\text{б}}^{\text{т}} \cdot C_{\text{б}} \cdot (t_{\text{т}} - t_{\text{б}})}{G_{\text{в}} \cdot C_{\text{в}}} \quad (3.35)$$

$$t_{\text{в}}^{\text{т}} = 28 + \frac{60 \cdot 1,257 \cdot (25 - 15)}{30,0 \cdot 4,2} = 38 \text{ °C}$$

У таблицю технологічних режимів вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{\text{шм}}^{\text{т}}$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання:

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{G_{\text{хл}} \cdot 100 \cdot 100}{(100 - G_{\text{уп}}) \cdot (100 - G_{\text{ус}})} \quad (3.37)$$

де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг ($G_{\text{хл}} = 0,5$ кг);

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{0,07 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 10,0) \cdot (100 - 4,0)} = 0,08 \text{ кг}$$

Технологічний режим приготування булочки «Польова»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	28-30
Кінцева кислотність	град	2,5-3,0
Вологість	%	38,5
Тривалість бродіння	в	120-150
Маса шматків тіста	кг	0,08
Тривалість вистоявання	хв	50-70
Температура у вистійній шафі	°C	36-40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	60-65
Тривалість випікання	хв	20
Температура пекарної камери	°C	220-240

3.4 Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрат сировини для різка «Горіховий»:

Розраховую годинні витрати борошна вищого сорту, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою [64]:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} * 100}{B_x} \quad (3.38)$$

$$G_6^{\text{год}} = \frac{72,0 * 100}{148,0} = 48,65 \text{ кг/год}$$

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

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} * 23 \quad (3.39)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 48,65 * 23 = 1118,95 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} * C}{100} \quad (3.40)$$

де С – маса дріжджів.

$$G_{др}^{доб} = \frac{1118,95 * 3,0}{100} = 33,57 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг:

Для розрахунку добової витрати солі використовую показник витрати товарної кухонної солі, G_c^T , % до маси борошна, який обчислюю за формулою [64]:

$$G_c^T = \frac{C * 100}{(100 - W_c) * \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 * H} \quad (3.41)$$

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

$$G_c^{доб} = \frac{G_6^{доб} * G_c^T}{100} \quad (3.42)$$

$$G_c^{доб} = \frac{1118,95 * 1,52}{100} = 17,00 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу цукру у за формулою (3.40):

$$G_{ц}^{доб} = \frac{1118,95 * 15,0}{100} = 167,84 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби маргарину:

$$G_m^{доб} = \frac{1118,95 * 6,0}{100} = 67,14 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок добової потреби молока сухого незбираного:

$$G_{мол}^{доб} = \frac{1118,95 * 3,0}{100} = 33,57 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу меланжу:

$$G_{мел}^{доб} = \frac{1118,95 * 3,0}{100} = 33,57 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу меланжу (на змащення):

$$G_{мел.з}^{доб} = \frac{1118,95 * 2,0}{100} = 22,38 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу цукрової пудри:

$$G_{ц.п}^{доб} = \frac{1118,95 * 1,5}{100} = 16,78 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу арахісу :

$$G_{ар}^{доб} = \frac{1118,95 * 8,0}{100} = 89,52 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок витрат сировини для булочки «Польова»:

Витрати за годину борошна $G_6^{\text{год}}$, кг/год, розраховую згідно формули (3.38):

$$G_6^{\text{год}} = \frac{204,12 \cdot 100}{127,5} = 160,00 \text{ кг/год}$$

Витрату добову борошна 1 сорту $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую за формулою (3.39):

$$G_6^{\text{доб}} = 160,00 \cdot 23 = 3681,8 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу дріжджів $G_{\text{др}}^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую відповідно до формули (3.40):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{3681,8 \cdot 3,0}{100} = 110,5 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.10

Добова витрата сировини

Сировина	ріжок «Горіховий»	булочка «Польова»	Разом
Борошно пшеничне вищого сорт	1118,95	-	1118,95
Борошно пшентчне 1 сорту	-	3681,8	3681,8
Дріжджі хлібопекарські пресовані	33,57	110,5	144,07
Сіль кухонна харчова	17,00	55,6	72,6
Цукор білий	167,84	128,9	296,74
Маргарин	67,14	128,9	196,04
Молоко сухе незбиране	33,57	-	29,2
Меланж	55,95	-	55,95
Цукрова пудра	16,78	-	16,78
Арахіс	89,52	-	89,52

Добову потребу солі, $G_c^{доб}$, кг/доб, розраховую за формулою (3.42), для цього розраховую витрату товарної солі за формулою (3.41):

$$G_c^T = \frac{1,5 \cdot 100}{(100 - 0,15) \cdot \frac{100 - 0,45}{100} - 0,6 \cdot 0,45} = 1,51 \text{ кг}$$

$$G_c^{доб} = \frac{3681,8 \cdot 1,51}{100} = 55,6 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу цукру $G_{ц}^{доб}$, кг/доб (3.40):

$$G_{кл}^{доб} = \frac{3681,8 \cdot 3,5}{100} = 128,9 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби маргарину:

$$G_m^{доб} = \frac{3681,8 \cdot 3,5}{100} = 128,9 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок площ для зберігання сировини [64].

Таблиця 3.11

Сумарний запас сировини для виробництва виробів

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативні терміни зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно пшеничне вищого сорту	1118,95	У мішках (12 рядів)	6 – 8 місяців	7	7 832,65
Борошно пшеничне 1 сорту	3681,8	У мішках (12 рядів)	6 – 8 місяців	7	25 772,6
Дріжджі хлібопекарські пресовані	144,07	В ящиках на полицях	12 діб	3	432,21
Сіль кухонна харчова	72,6	В мішках (8 рядів)	1 рік	15	1 089,0
Цукор білий	256,74	В мішках (8 рядів)	4 роки	15	3 851,1
Маргарин	196,04	В ящиках	60 діб	5	980,2
Молоко сухе незбиране	29,2	У поліетиле нових пакетах	-	15	438,0
Меланж	55,95	У жерстяних коробках	60 діб	5	279,75

Цукрова пудра	16,78	У металевих бункерах	90 діб	15	251,7
Арахіс	89,52	У мішках або ящиках	30 діб	15	1 342,8

Здійснюю розрахунок сировини площ необхідних для зберігання:

Площа для зберігання борошна [64]:

$$F = \frac{G_6 * f}{g * k} * \mu \quad (3.43)$$

де G_6 – маса борошна, що зберігається, кг;

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

g – маса мішка, кг.; ($g = 50$ кг);

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

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

Борошно вищого сорту:

$$F = \frac{7832,6 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 10,2 \text{ м}^2$$

Борошно вищого сорту:

$$F = \frac{25772,6 * (1,25 * 1,0)}{50 * 24} * 1,25 = 33,6 \text{ м}^2$$

Розраховую потрібну площу складу для сировини за формулою:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{q_{\text{сер}}} \quad (3.44)$$

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

$q_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , $\text{кг}/\text{м}^2$ (для солі – 800, для цукру – 800, для олії – 660, для сухої пшеничної клейковини – 660, для пластівців гречаних – 660, для дріжджів – 540) [64].

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{1089,0}{800} = 1,36 \text{ м}^2$$

Площа складу для білого цукру:

$$F_c^c = \frac{3851,1}{800} = 4,81 \text{ м}^2$$

Площа для молока сухого незбираного:

$$F_{o.c}^c = \frac{438,0}{540} = 0,81 \text{ м}^2$$

Площа складу цукрової пудри:

$$F_{кл}^c = \frac{251,7}{800} = 0,31 \text{ м}^2$$

Площа складу для арахісу:

$$F_{пл.г}^c = \frac{1342,8}{540} = 2,49 \text{ м}^2$$

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{заг} = 10,2 + 33,6 + 1,36 + 4,81 + 0,81 + 0,31 + 2,49 = 53,58 \text{ м}^2$$

Конструктивно приймаємо площу складу 53,6 м²

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{др}^c = \frac{432,21}{540} = 0,8 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання маргарину:

$$F_{др}^c = \frac{980,2}{400} = 24,5 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання меланжу:

$$F_{др}^c = \frac{279,75}{660} = 0,42 \text{ м}^2$$

Приймаємо холодильну камеру площею $0,8 + 24,5 + 0,42 = 25,72 \text{ м}^2$

3.5. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Розрахунок обладнання силосно – просіювального відділення:

Відповідно до отриманого завдання для ріжка «Горіховий» необхідне борошно пшеничне вищого сорту [64].

Розраховую кількість борошняних ліній за формулою:

$$N_{б.л} = \frac{G_{б}^{год}}{Q_{б.л}^{год}} \quad (3.45)$$

де $G_6^{\text{год}}$ – витрати борошна за годину;

$Q_{6.л}^{\text{год}}$ – годинна продуктивність борошняної лінії т/год (приймають на 5 – 10% меншою за продуктивність просіювача).

Для розрахунку приймаю просіювач, продуктивність згідно технологічних характеристик становить кг/год [64].

$$N_{6.л} = \frac{48,65}{0,15 \cdot 90\%} = 3,6 = 4 \text{ шт.}$$

До встановлення приймаю чотири просіювальні лінії.

Для булочки «Польова» необхідне борошно пшеничне 1 сорту [64].

$$N_{6.л} = \frac{160,0}{0,15 \cdot 90\%} = 11,8 = 12 \text{ шт.}$$

До встановлення приймаю 12 просіювальних ліній.

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Тістоподільники

Вираховую кількість тістових заготовок за хвилину N_d , відповідно до формули:

$$N_d = \frac{P_{\text{год}}}{g \cdot 60} \quad (3.46)$$

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

g_v = маса виробу, кг.

Для ріжка «Горіховий»:

$$N_d = \frac{72,0}{0,1 \cdot 60} = 12 \text{ шт/хв}$$

Для булочки «Польова»:

$$N_d = \frac{204,12}{0,07 \cdot 60} = 49 \text{ шт/хв}$$

Необхідну кількість тістоподільників, шт для даних виробів визначаю за формулою:

$$N = \frac{N_d \cdot x}{n_d} \quad (3.47)$$

де x – коефіцієнт запасу, що враховує зупинку тістоподільника та брак на шматки ($x = 1,04 - 1,05$);

n_d – продуктивність тістоподільника за хвилину ($n_d = 40$).

Для ріжка «Горіховий»:

$$N = \frac{12 \cdot 1,05}{40} = 0,3 = 1 \text{ шт}$$

Для булочки «Польова»:

$$N = \frac{49 \cdot 1,05}{40} = 1,3 = 2 \text{ шт.}$$

Розраховую коефіцієнт використання тістоподільників за формулою:

$$\eta = \frac{N_d}{N} \leq 1 \quad (3.48)$$

Для ріжка «Горіховий»:

$$\eta = \frac{12}{40} = 0,3 \leq 1$$

Для булочки «Польова»:

$$\eta = \frac{49}{40} = 1,23 \geq 1$$

Для розробки даних виробів встановлюю тістоподільник (від 8 до 40 шт/хв), в кількості 2 штуки, для поділу кожного виду тіста [64].

Округлювальну машину не розраховують, а приймають згідно практичних та літературних рекомендацій. Вручну заготовки поміщаються у форми.

Попереднє вистоювання для виробів не проводиться.

Остаточне вистоювання

Для вистоювання тістових заготовок використовують ферментаційну шафу марки. Конструктивно шафа дозволяє завантажити два стелажні візка.

Розрахунок ємності хлібосховища та експедиції.

Розраховую кількість лотків за годину для зберігання виробів, за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n \cdot g_{\text{в}}} \quad (3.49)$$

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

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг; $g_{\text{в}} = 0,5$ кг;

n – кількість виробів на лотку, шт.; ($n = 22$ шт.)

Для ріжка «Горіховий»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{72,0}{22*0,1} = 33 \text{ шт.}$$

Для булочки «Польова»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{204,12}{22*0,07} = 133 \text{ шт.}$$

Потрібна кількість контейнерів на годину для зберігання виробів:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}} \quad (3.50)$$

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

Для ріжка «Горіховий» кількість контейнерів за годину буде:

$$N_{\text{год}} = \frac{33}{8} = 4,13 = 4 \text{ шт.}$$

Для булочки «Польова» кількість контейнерів становитиме:

$$N_{\text{год}} = \frac{133}{8} = 16,63 = 17 \text{ шт.}$$

Розраховую ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

$$R = \frac{60}{N_{\text{год}}} \quad (3.51)$$

Для ріжка «Горіховий» ритм становить:

$$R = \frac{60}{4} = 15 \text{ хв}$$

Для булочки «Польова»:

$$R = \frac{60}{17} = 4 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_{\text{в}} = \frac{\text{Прод} * t_{\text{зб}}}{n_{\text{в}} * g_{\text{в}} * N_{\text{в}}} \quad (3.51)$$

Для ріжка «Горіховий»

$$N_{\text{в}} = \frac{72,0 * 8}{12 * 0,1 * 8} = 10,2 = 60 \text{ шт.}$$

Для булочки «Польова»:

$$N_{\text{в}} = \frac{204,12 * 8}{12 * 0,07 * 8} = 10,2 = 243 \text{ шт.}$$

Кількість загальна контейнерів марки для зберігання ріжка «Горіховий» визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N * 2 + 20\% \quad (3.52)$$

$$N_{\text{заг}} = 60 * 2 + 20\% = 144 \text{ шт.}$$

Для зберігання булочки «Польова» контейнерів загальна кількість становитиме:

$$N_{\text{заг}} = 243 * 2 + 20\% = 583 \text{ шт.}$$

Для двох виробів становитиме контейнерів в загальному потрібно:

$$N_{\text{заг}} = 144 + 583 = 727 \text{ шт.}$$

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}} * 30}{1000} \quad (3.53)$$

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

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

Для ріжка «Горіховий»

$$S_{\text{хл}} = \frac{72,0 * 8 * 30}{1000} = 17,28 = 17 \text{ м}^2$$

Для булочки «Польова»

$$S_{\text{хл}} = \frac{204,12 * 8 * 30}{1000} = 48,98 = 49 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{\text{хл}} = 17 + 49 = 66 \text{ м}^2$$

Обраховую площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 * S_{\text{хл}} \quad (3.54)$$

$$S_{\text{експ}} = 0,2 * 66 = 13,2 \text{ м}^2, \text{ приймаємо } 13 \text{ м}^2$$

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1. Аналіз травматизму на підприємствах харчової галузі

Для запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням, на основі аналізу стану охорони праці розробляють коротко- та довгострокові комплекси заходів, спрямовані на покращення умов праці, зниження рівня травматизму та профзахворювань [66, 67].

Травма (грец. *trauma* – рана, пошкодження) – це раптове порушення анатомічної цілісності або функцій організму, спричинене короткочасним впливом зовнішніх чинників, що призводить до тимчасової чи постійної втрати працездатності.

Небезпечний виробничий чинник – це фактор, дія якого в певних умовах спричиняє травму або різке погіршення стану здоров'я працівника.

Виробнича травма – це пошкодження, отримане на виробництві внаслідок порушення вимог охорони праці.

Захворювання – порушення нормальної діяльності організму, викликане функціональними або морфологічними змінами.

Шкідливий виробничий чинник – фактор, дія якого призводить до розвитку захворювань або зниження працездатності.

Професійне захворювання виникає внаслідок тривалого впливу специфічних шкідливих факторів, властивих певному виду діяльності, і не може розвиватися поза контактом із ними.

Виробничо зумовлене захворювання – це хвороба, перебіг якої ускладнюється умовами праці, а частота її проявів перевищує середній рівень серед осіб, не зайнятих у відповідних шкідливих умовах.

Метою аналізу травматизму і захворюваності є виявлення причин їх виникнення з подальшою розробкою ефективних профілактичних заходів для

поліпшення умов та безпеки праці, зниження рівня непрацездатності. Для цього необхідно систематично збирати, узагальнювати та аналізувати інформацію про всі випадки травматизму.

Виділяють чотири основні групи причин травматизму:

- Організаційні: порушення вимог законодавства і нормативних актів з охорони праці, неякісне проведення інструктажів, недотримання санітарно-гігієнічних норм, несвоєчасний ремонт обладнання.
- Технічні: несправність або невідповідність вимогам безпеки виробничого обладнання, інструментів і засобів захисту, конструктивні недоліки.
- Психофізіологічні: втома, надмірне навантаження, монотонність, необережність, хворобливий стан працівника.
- Санітарно-гігієнічні: надмірні рівні шуму, вібрації, несприятливі метеорологічні умови, наявність шкідливих речовин у повітрі, недостатнє освітлення, порушення правил особистої гігієни [66, 67].

Для дослідження виробничого травматизму застосовують статистичний, монографічний, топографічний, економічний та експертний методи [66].

Статистичний метод базується на аналізі даних актів розслідувань нещасних випадків (форми Н-1, Н-5, П-4, П-5), звітів за формами 7-ТНВ, 1-ПВ, листків тимчасової непрацездатності. Він дозволяє групувати випадки за статтю, віком, професією, стажем, характером травм тощо, виявляючи динаміку травматизму та закономірності його змін.

Топографічний метод передбачає нанесення місць травмування на план виробничого приміщення. Скупчення позначок на певній ділянці свідчить про підвищену небезпечність робочої зони, що вимагає проведення профілактичних заходів [66].

Монографічний метод включає глибокий аналіз умов і факторів виробничого процесу, що спричинили нещасні випадки. Він дозволяє

виявити потенційно небезпечні чинники та використати результати при проектуванні виробництва й розробленні заходів з охорони праці [67].

Економічний метод дає змогу оцінити економічні збитки від травматизму та ефективність витрат на впровадження заходів з охорони праці [67].

Основними складовими збитків є:

- а) виплати за лікарняними листками;
- б) пенсії потерпілим та їх родинам;
- в) компенсації у разі втрати працездатності;
- г) витрати на підготовку заміни вибулих працівників тощо.

Найбільшу частку становлять виплати за лікарняними листками — понад 50 %.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Підвищення стійкості роботи підприємств харчової галузі у воєнний час

Планування заходів із підвищення стійкості функціонування підприємств харчової промисловості здійснюють з урахуванням місцевих умов, виробничого значення об'єкта, його географічного розташування та економічної доцільності.

У мирний період розробляються переважно трудомісткі заходи, які потребують значних матеріальних ресурсів і часу на реалізацію. У період загрози чи воєнних дій планують заходи, що можуть бути виконані у стислі терміни або є недоцільними для впровадження у мирний час [68].

Заходи, що реалізуються у мирний час

Комплекс заходів із підвищення стійкості роботи підприємств поділяють на організаційні, інженерно-технічні та технологічні (адаптація технологічних процесів до умов воєнного часу).

У мирний період доцільно реалізовувати насамперед організаційні та інженерно-технічні заходи, які охоплюють такі основні напрями:

- захист працівників, службовців і членів їхніх сімей;
- підвищення стійкості будівель і споруд;
- захист технологічного обладнання;
- забезпечення надійності систем електро-, водо- та газопостачання;
- захист сировини, напівфабрикатів і готової продукції від радіоактивного, хімічного та біологічного зараження;
- мінімізація ураження вторинними факторами;
- підтримання безперервності матеріально-технічного постачання;
- підвищення надійності систем управління;
- раціональне розміщення запасів матеріальних ресурсів;
- підготовка до швидкого відновлення виробництва у разі руйнувань.

Захист працівників і членів їхніх сімей

Для забезпечення надійного захисту персоналу підприємств у разі виникнення надзвичайних ситуацій здійснюють такі заходи:

- завчасне будівництво захисних споруд (сховищ, протирадіаційних укриттів) на території об'єкта та в заміській зоні;
- створення та підтримання у готовності систем сповіщення й зв'язку;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- підготовка до організованої евакуації персоналу в безпечні райони;
- проведення навчань із цивільного захисту та відпрацювання дій за сигналами оповіщення.

Підвищення стійкості будівель і споруд

Для підвищення опірності будівель і споруд до дії вражаючих факторів виконують комплекс конструктивних заходів:

- зміцнення несучих і огорожувальних конструкцій шляхом встановлення додаткових колон, рам, балок;
- посилення цокольних поверхів прогонами, закладання віконних прорізів цеглою або щитами;
- монтаж допоміжних перекриттів, підкосів, розпірок;
- обкладка конструкцій мішками з піском для підвищення стійкості;
- встановлення додаткових зв'язків між елементами споруд;
- закріплення високих або нестійких конструкцій відтяжками;
- створення захисних валів або часткове заглиблення споруд;
- заміна легкозаймистих конструкцій на вогнестійкі матеріали, використання вогнезахисних покриттів.

Захист технологічного обладнання

Заходи з підвищення стійкості технологічного обладнання спрямовані на мінімізацію його пошкоджень під дією ударної хвилі та інших вражаючих факторів. Зокрема:

- розміщення важкого обладнання на нижніх поверхах будівель;
- надійне кріплення агрегатів на фундаментах;
- встановлення контрфорсів та інших опорних елементів для запобігання перекиданню обладнання.

Підвищення стійкості систем електро-, водо- та газопостачання

Безперервність функціонування систем енергозабезпечення досягається шляхом комплексного впровадження як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів, зокрема:

- підключення підприємства щонайменше до двох незалежних джерел енергопостачання;
- створення автономних резервних систем — артезіанських свердловин, резервуарів води, мобільних електростанцій, підземних газосховищ;
- захист і розосередження джерел постачання на безпечні відстані;

- кільцювання систем комунікацій;
- можливість роботи на різних видах палива (газ, вугілля, мазут) і створення резервів пального;
- заглиблення комунікацій для зменшення їх уразливості;
- встановлення пристроїв автоматичного відключення пошкоджених ділянок та перенаправлення потоків ресурсів.

Захист сировини, напівфабрикатів і готової продукції

З метою запобігання зараженню сировини, напівфабрикатів та готової продукції радіоактивними, токсичними або бактеріологічними речовинами у мирний час проводять:

- будівництво герметизованих складських і виробничих приміщень;
- розроблення планів простої герметизації приміщень, які не мають повної ізоляції;
- випуск продукції в герметичній упаковці;
- технічне обслуговування герметичних транспортних засобів для перевезення харчових продуктів;
- використання підземних приміщень, гірських виробок і заглиблених сховищ для створення запасів сировини та продовольства, що забезпечує додатковий захист не лише від зараження, а й від інших вражаючих факторів [68].

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Мальтит, як представник багатоатомних спиртів (поліолів), характеризується солодкістю на рівні 75 – 90 % від сахарози при енергетичній цінності 2,1 ккал/г, має чистий солодкий смак без стороннього присмаку, нижчу гігроскопічність. Він здатний утримувати вологу в готових виробах, що сприяє подовженню строків збереження їхньої свіжості.

2. Установлено, що заміна цукру мальтитом знижує інтенсивність кислототворення та газоутворення під час бродіння тіста, оскільки дріжджі та молочнокислі бактерії не здатні активно засвоювати мальтит як джерело вуглецю. Повна заміна сахарози призводила до зменшення кінцевої кислотності та газоутворювальної здатності тіста. Найбільш збалансовані показники спостерігались у зразку з комбінованим вмістом 4 % цукру та 4 % мальтиту, що забезпечувало оптимальні умови для бродіння і формування правильної структури тіста.

3. Повна заміна цукру на мальтит супроводжувалася зменшенням питомого об'єму булочок (у середньому на 10 – 15 %) та незначним зниженням пористості, проте усі зразки відповідали нормативному показнику (≥ 70 %). Найвищі значення питомого об'єму (2,81 см³/г) і пористості (74,3 %) мав контрольний зразок із 6 % цукру, а найкраще поєднання структурних властивостей досягалося при частковій заміні цукру на мальтит (4 % + 4 %), де пористість становила 73,8 %. Водночас крихкуватість у зразках із мальтитом знижувалась, що свідчить про підвищення еластичності м'якушки та уповільнення процесу черствіння.

4. Встановлено, що всі зразки мали привабливий зовнішній вигляд, рівномірне забарвлення скоринки та м'якушки. Смакові характеристики дещо знижувалися при повній заміні цукру на мальтит, однак за умови їх комбінованого використання (4 % цукру + 4 % мальтиту) органолептичні показники не поступалися контрольному зразку, що свідчить про збереження характерного аромату й приємного смаку виробів.

5. Підтверджено технологічну доцільність часткової заміни цукру на мальтит у рецептурі булочок «Польова». Така заміна дозволяє знизити калорійність виробів приблизно на 20 – 25 %, зберігаючи при цьому нормативні структурно-механічні та органолептичні показники. Комбінація цукру та мальтиту у співвідношенні 1 : 1 (по 4 %) є оптимальним варіантом для отримання виробів з гармонійним смаком, доброю пористістю, еластичною структурою та підвищеною свіжістю під час зберігання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. 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. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, (1-1 (72)), 109-116.
3. 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.
4. Verbitska, V., Kukhtyn, M., Procak, P., Sidorov, A., & Koval, H. (2025). Assessment of technological indicators of Zaporizhzhya roll with a microbial metabolite–Tregalose. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 27(103), 23-30.
5. Dragomir, N., Grigore, D. M., & Pogurschi, E. N. (2025). Beyond Sugar: A Holistic Review of Sweeteners and Their Role in Modern Nutrition. *Foods*, 14(18), 3182.
6. Rippe, J.M.; Angelopoulos, T.J. Relationship between Added Sugars Consumption and Chronic Disease Risk Factors: Current Understanding. *Nutrients* 2016, 8, 697.
7. Shanmugasundaram, S.; Karmakar, S. Excess Dietary Sugar and Its Impact on Periodontal Inflammation: A Narrative Review. *BDJ Open* 2024, 10, 78.
8. Kukhtyn, M., Salata, V., Pelenyo, R., Selskyi, V., Horiuk, Y., Boltyk, N., ... & Dobrovolsky, V. (2020). Investigation of zeranol in beef of Ukrainian

production and its reduction with various technological processing. *Slovak journal of food sciences*, 14.

9. Deliza, R.; Lima, M.F.; Ares, G. Rethinking Sugar Reduction in Processed Foods. *Curr. Opin. Food Sci.* 2021, 40, 58–66

10. Turck, D.; Bohn, T.; Castenmiller, J.; de Henauw, S.; Hirsch-Ernst, K.I.; Knutsen, H.K.; Maciuk, A.; Mangelsdorf, I.; McArdle, H.J.; Naska, A.; et al. Tolerable Upper Intake Level for Dietary Sugars. *EFSA J.* 2022, 20, e07074

11. Hartman-Petrycka, M.; Klimacka-Nawrot, E.; Ziora, K.; Suchecka, W.; Gorczyca, P.; Rojewska, K.; Błońska-Fajfrowska, B. Sweet, Salty, and Umami Taste Sensitivity and the Hedonic Perception of Taste Sensations in Adolescent Females with Anorexia Nervosa. *Nutrients* 2022, 14, 1042.

12. Malik, D.; Narayanasamy, N.; Pratyusha, V.A.; Thakur, J.; Sinha, N. Dietary Carbohydrates and Health. In *Textbook of Nutritional Biochemistry*; Malik, D., Narayanasamy, N., Pratyusha, V.A., Thakur, J., Sinha, N., Eds.; Springer Nature: Singapore, 2023; pp. 127–159.

13. Zhou, R.; Zhu, J.; Niu, Y.; Zhang, J.; Xiao, Z.; Zhao, L. Identification of Characteristic Compounds of Sweet Orange Oil and Their Sweetening Effects on the Sucrose Solution with Sweetness Meter, Sensory Analysis, Electronic Tongue, and Molecular Dynamics Simulation. *Food Chem.* 2024, 461, 140815.

14. Dragomir, N.; Bahaciu, G.V. Studies regarding market trends gluten-free organic products. *Sci. Pap. Ser. D Anim. Sci.* 2022, LXV, 378–384.

15. Rogers, P.J.; Appleton, K.M. The Effects of Low-Calorie Sweeteners on Energy Intake and Body Weight: A Systematic Review and Meta-Analyses of Sustained Intervention Studies. *Int. J. Obes.* 2021, 45, 464–478.

16. Lisovska, T., Rybak, O., Kuhtyn, M., & Chorna, N. (2015). Investigation of water binding in sponge cake with extruded corn meal. *Ukrainian food journal*, 4(3), 413-422.

17. Pang, M.D.; Goossens, G.H.; Blaak, E.E. The Impact of Artificial Sweeteners on Body Weight Control and Glucose Homeostasis. *Front. Nutr.* 2021, 7, 598340

18. Rayo-Mendez, L.M.; Rodriguez-Llanos, J.H. Natural Sweeteners. In *Natural Additives in Foods*; Valencia, G.A., Ed.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2023; pp. 123–150.
19. 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.
20. Eissa, M.E. The Role of Allulose and Sugar Alcohols in Gut Microbiota Modulation and Metabolic Health: A Review. *Univers. J. Pharm. Res.* 2025, 9, 39–44.
21. Slade, L.; Kweon, M.; Levine, H. Exploration of the Functionality of Sugars in Cake-Baking, and Effects on Cake Quality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021, 61, 283–311
22. 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.
23. Mora, M.; Wijaya, F.; Jiang, G.; Gibney, P.; Dando, R. Sensory Profiling of Natural Sweeteners and Sucrose–Sweetener Binary Mixtures. *J. Food Sci.* 2023, 88, 2984–2995.
24. Sun, Y.; Zhang, S.; Bao, T.; Jiang, Z.; Huang, W.; Xu, X.; Qiu, Y.; Lei, P.; Wang, R.; Xu, H.; et al. Comprehensive New Insights into Sweet Taste Transmission Mechanisms and Detection Methods. *Foods* 2025, 14, 2397.
25. Kawakami, C.A.; Selani, M.M.; Saldaña, E.; Pimentel-Filho, N.d.J.; Fontenele Domingues, M.A. Sensory Dynamic Profile and Consumer Acceptance of Short-Dough Biscuits with Reduced Sucrose and Thaumatin Addition. *Food Res. Int.* 2025, 200, 115524.
26. 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.

27. Silva, M.M.; Reboredo, F.H.; Lidon, F.C. Sweetener Food Additives: A Synoptical Overview on Their Chemical Properties, Applications in Food Products and Side Effects. *Emirates J. Food Agric.* 2023, 35, 1–16

28. Wang, C.; Liu, Y.; Zhao, X.; Liu, B. Current Advances and Future Aspects of Sweetener Synergy: Properties, Evaluation Methods and Molecular Mechanisms. *Appl. Sci.* 2022, 12, 5096.

29. Del Pozo, S.; Gómez-martínez, S.; Díaz, L.E.; Nova, E.; Urrialde, R.; Marcos, A. Potential Effects of Sucralose and Saccharin on Gut Microbiota: A Review. *Nutrients* 2022, 14, 1682.

30. Keskin, F.N.; Şahin, T.Ö.; Capasso, R.; Ağagündüz, D. Protein Substitutions as New-Generation Pharmanutrition Approach to Managing Phenylketonuria. *Clin. Exp. Pediatr.* 2023, 66, 320–331.

31. Hanna, E.G. Health Hazards. In *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*; Oxford Academic: Oxford, UK, 2012; pp. 1–28.

32. Horyuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Y. B., Horyuk, V. V., & Semenyuk, V. I. (2016). Identification of Enterococcus isolated from raw milk and cottage cheese “home” production and study of their sensitivity to antibiotics. *Scientific Messenger LNUVMBT named after SZ Gzhytskyj*, 18(3), 70.

33. Dudure, R.; Ganorkar, K.; Beldar, V.; Ghosh, S.K.; Panda, A.K.; Jadhao, M. Effect of Artificial Sweetener Saccharin on Lysozyme Aggregation: A Combined Spectroscopic and in Silico Approach. *Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 2023, 290, 122269.

34. Schorb, S.; Gleiss, K.; Wedekind, R.; Suonio, E.; Kull, A.K.; Kuntz, M.; Walch, S.G.; Lachenmeier, D.W. Assessment of Aspartame (E951) Occurrence in Selected Foods and Beverages on the German Market 2000–2022. *Foods* 2023, 12, 2156.

35. Shankar, P.; Ahuja, S.; Sriram, K. Non-Nutritive Sweeteners: Review and Update. *Nutrition* 2013, 29, 1293–1299.

36. Gerwig, G.J.; te Poele, E.M.; Dijkhuizen, L.; Kamerling, J.P. Chapter One—Stevia Glycosides: Chemical and Enzymatic Modifications of Their Carbohydrate Moieties to Improve the Sweet-Tasting Quality. In *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*; Baker, D.C., Ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2016; Volume 73, pp. 1–72.
37. Safwa, S.M.; Ahmed, T.; Talukder, S.; Sarkar, A.; Rana, M.R. Applications of Non-Thermal Technologies in Food Processing Industries—A Review. *J. Agric. Food Res.* 2024, 18, 100917.
38. Dalevska, D., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Kopchak, N., Salata, V., Horiuk, Y., & Uglyar, T. (2021). Changes in organoleptic, microbiological and biochemical properties of kefir with iodine addition during the storage. *Slovak Journal of Food Sciences/Potravinarstvo*, 15(1).
39. Benavente-García, O.; Castillo, J.; Del Baño, M.J.; Lorente, J. Improved water solubility of neohesperidin dihydrochalcone in sweetener blends. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 189–191.
40. Slade, L.; Kweon, M.; Levine, H. Exploration of the Functionality of Sugars in Cake-Baking, and Effects on Cake Quality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021, 61, 283–311.
41. Dhartiben, K.; Aparnathi, K.D. Chemistry and Use of Artificial Intense Sweeteners. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 2017, 6, 1283–1296.
42. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Safety of the Proposed Extension of Use of Sucralose (E 955) in Foods for Special Medical Purposes in Young Children. *EFSA J.* 2016, 14, 4361.
43. Lobach, A.R.; Roberts, A.; Rowland, I.R. Assessing the in Vivo Data on Low/No-Calorie Sweeteners and the Gut Microbiota. *Food Chem. Toxicol.* 2019, 124, 385–399.
44. Behrens, M.; Blank, K.; Meyerhof, W. Blends of Non-Caloric Sweeteners Saccharin and Cyclamate Show Reduced Off-Taste Due to TAS2R Bitter Receptor Inhibition. *Cell Chem. Biol.* 2017, 24, 1199–1204.e2.

45. Zhang, S.; Li, H.; Meng, G.; Zhang, Q.; Liu, L.; Wu, H.; Gu, Y.; Zhang, T.; Wang, X.; Zhang, J.; et al. Added Sugar Intake and Its Forms and Sources in Relation to Risk of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: Results from the Tianjin Chronic Low-Grade Systemic Inflammation and Health Cohort Study. *Br. J. Nutr.* 2023, *129*, 2094–2101
46. Naik, A.Q.; Zafar, T.; Shrivastava, V.K. Environmental Impact of the Presence, Distribution, and Use of Artificial Sweeteners as Emerging Sources of Pollution. *J. Environ. Public Health* 2021, *2021*, 6624569.
47. Panel, E.; Faf, F.; Castle, L.; Andreassen, M.; Aquilina, G.; Lourdes, M.; Polly, B.; Biagio, B.; Reginald, F.; Jose, M.; et al. Evaluation of Neotame (E 961) as Food Additive. *EFSA J.* 2025, *23*, e9480
48. Otabe, A.; Fujieda, T.; Masuyama, T.; Ubukata, K.; Lee, C. Advantame—An Overview of the Toxicity Data. *Food Chem. Toxicol.* 2011, *49*, S2–S7.
49. Patel, Y.; Mohamed Elfadil, O.; Patel, S.; Ghanem, O.M.; Hurt, R.T.; Mundi, M.S. Rediscovering Sweetness: The Evolution and Impact of Non-Nutritive and Natural Sweeteners. *Curr. Nutr. Rep.* 2025, *14*, 54.
50. Zeng, C.; Lai, J.; Lin, H.; Ye, G.; Chen, Y.; Hu, F.; Wang, Z.; Yan, R. Direct and Accurate Purity Evaluation for Isovanillin Conversion to HMCA through Aldol Condensation by Using RID and Its Comparison with UV Detection. *Arab. J. Chem.* 2025, *18*, 106054
51. Xue, L.; Chen, X.; Sun, J.; Fan, M.; Qian, H.; Li, Y.; Wang, L. Maternal Dietary Carbohydrate and Pregnancy Outcomes: Quality over Quantity. *Nutrients* 2024, *16*, 2269.
52. Tkach, V.V.; Morozova, T.V.; Kushnir, M.V.; de Oliveira, S.C.; Odyntsova, V.M.; Kras'ko, M.P.; Antonyuk, I.Y.; Hrabovska, O.V.; Fedorova, D.V.; Kormosh, Z.O.; et al. The Theoretical Description of Sucralose and Lugduname Electrochemical Determination in Beverages. *Lett. Appl. NanoBioScience* 2024, *13*, 192.

53. Basson, A.R.; Rodriguez-Palacios, A.; Cominelli, F. Artificial Sweeteners: History and New Concepts on Inflammation. *Front. Nutr.* 2021, 8, 746247.
54. Umai, D.; Kayalvizhi, R.; Kumar, V.; Jacob, S. Xylitol: Bioproduction and Applications-A Review. *Front. Sustain.* 2022, 3, 826190.
55. Nalabothu, R.L.; Fisher, K.J.; Labella, A.L.; Meyer, T.A.; Opulente, D.A.; Wolters, J.F.; Rokas, A.; Hittinger, C.T. Codon Optimization Improves the Prediction of Xylose Metabolism from Gene Content in Budding Yeasts. *Mol. Biol. Evol.* 2023, 40, msad111
56. Xu, Y.; Zheng, X.; Tang, B.; Yang, X.; Vit, P.; Popova, M.; Bankova, V.; Wu, L.; Wang, K. Mannitol: A Novel Chemical Marker in Stingless Bee Honey. *Food Chem.* 2025, 472, 142967.
57. Koju, N.; Mao, G.-H.; Sheng, R. Interconversion of Coenzyme I and II, Trans-Organellar Transport and Its Significance. In *Biology of Nicotinamide Coenzymes: From Basic Science to Clinical Applications*; Qin, Z.-H., Ed.; Springer Nature: Singapore, 2025; pp. 197–214.
58. 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.
59. Martins, M.J.N.; Augusto, P.E.D.; Telis-Romero, J.; Polachini, T.C. Transport Properties of Saturated Sucrose and Maltitol Solutions as Affected by Temperature. *J. Mol. Liq.* 2021, 336, 116254.
60. Dana, H.; Sonia, A. Substituting Sugar in Pastry and Bakery Products with Functional Ingredients. *Appl. Sci.* 2024, 14, 8563.
61. Otter, D.E.; Wu, S.; Jayasinghe, D.N.D.S. Galacto-Oligosaccharides and Other Products Derived from Lactose. In *Advanced Dairy Chemistry: Volume 3: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*; McSweeney, P.L.H., O'Mahony,

J.A., Kelly, A.L., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2022; pp. 125–228.

62. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. ТНТУ, 157 с.

63. Дробот, В. І. (2002). Технологія хлібопекарського виробництва. К.: Логос, 368.

64. 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.

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

66. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.

67. Основи охорони праці / Під ред. К.Н. Ткачука, Н.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с

68. 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 МАУНТ-СЕНТ-ВІНСЕНТ
(Канада)
КАУНАСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Литва)
УНІВЕРСИТЕТ АГРАРНИХ НАУК
ТА ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ В КЛЮЙ-НАПОКА
(Румунія)
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН УКРАЇНИ
(Україна)
ПАП «АГРОПРОДСЕРВІС»
(Україна)
ПРАТ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД»
(Україна)

VIII Міжнародна науково-технічна конференція Стан і перспективи харчової науки та промисловості

*присвячена 30-річчю заснування
кафедри харчової біотехнології і хімії
ТНТУ імені Івана Пулюя*

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

УДК 664

К. І. Войтович, студент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬТИТОЛУ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БУЛОЧОК ЗНИЖЕНОЇ КАЛОРИЙНОСТІ

K. I. Voitovich

THE PROSPECT OF USING MALTITOL IN THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF LOW CALORIE BUN BUNS

Сучасний споживач дедалі більше звертає увагу на здорове харчування, що зумовлює актуальність розроблення борошняних виробів зі зниженою енергетичною цінністю [1]. Традиційні булочки містять значну кількість цукру, який визначає їх солодкий смак, проте суттєво підвищує калорійність і глікемічний індекс продукції. Тому перспективним напрямом є використання замінників цукру, зокрема мальтиту [2].

Мальтит (мальтитол) належить до групи цукрових спиртів (поліолів) і характеризується рядом переваг у технології виробництва хлібобулочних виробів. Його солодкість становить близько 75–90 % від сахарози, при цьому енергетична цінність значно нижча – близько 2,4 ккал/г порівняно з 4 ккал/г у цукру. Це дозволяє суттєво знизити калорійність кінцевого продукту [2].

Важливою технологічною властивістю мальтиту є його здатність утримувати вологу, що сприяє збереженню м'якості та свіжості булочок протягом тривалого часу. Крім того, мальтит має термостабільність, що забезпечує збереження смакових характеристик під час випікання. Його використання не призводить до кристалізації у готових виробках, завдяки чому поліпшується текстура і рівномірність структури м'якушки [3].

З точки зору здоров'я, мальтит має низький глікемічний індекс, не викликає різких коливань рівня глюкози у крові, що робить його безпечним для людей із цукровим діабетом. Він також не спричиняє карієсогенну дію, що є додатковою перевагою у харчуванні дітей і дорослих [3].

Впровадження мальтиту у рецептуру булочок дозволяє створювати продукти функціонального спрямування для дієтичного та профілактичного харчування. Поєднання з борошном грубого помелу, рослинними білками чи харчовими волокнами відкриває широкі можливості для формування асортименту корисних виробів.

Висновок. Використання мальтиту у технології виробництва булочок є перспективним напрямом, що забезпечує зниження калорійності, покращення споживчих властивостей і розширення ринку здорових харчових продуктів.

Література

1. 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.
2. Ding, S., Peng, B., Li, Y., & Yang, J. (2019). Evaluation of specific volume, texture, thermal features, water mobility, and inhibitory effect of staling in wheat bread affected by maltitol. *Food chemistry*, 283, 123–130.
3. Sahin, A. W., Axel, C., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2018). Xylitol, mannitol and maltitol as potential sucrose replacers in burger buns. *Food & function*, 9(4), 2201–2212.