

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет Технології виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра Харчових технологій

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття вищої освіти
ступеня Бакалавр

на тему : **«Удосконалення технології виробництва борошняних
кондитерських виробів функціонального призначення»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Харчові технології
спеціальності 181 Харчові технології
ступеня вищої освіти Бакалавр
групи 181ХТ бд 2019 р.н.

Катерина ДРУЖКО

Прізвище та ім'я здобувача вищої освіти

Керівник:

доцент, к.с-г.н. Володимир ТЕНДІТНИК

Прізвище та ім'я керівника

Рецензент: **к.с-г.н. Ольга БАРАБОЛЯ**

Полтава – 2023 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет Технології виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра Харчових технологій

Освітньо-професійна програма Харчові технології
назва освітньо-професійної програми
 Спеціальність 181 Харчові технології
код та найменування спеціальності
 Ступінь вищої освіти бакалавр
бакалавр, магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Харчових технологій

 к.т.н. доцент Ніна БУДНИК.
 «28» «вересня» 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

ДРУЖКО КАТЕРИНИ АНАТОЛІВНИ
Прізвище, ім'я та по-батькові здобувача вищої освіти

Тема роботи: «Удосконалення технології виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення»

керівник роботи **к.с-г. н. Володимир ТЕНДІТНИК**
(наукове звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)

затверджені наказом ПДАУ від «03» «квітня» 2023 року № «209- ст»

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «25» «травня» 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Удосконалити технологію виробництва пісочного печива з ядром насіння соняшника.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ

Розділ 1. Огляд літератури 1.1. Використання олійної сировини та продуктів її переробки в технології борошняних кондитерських виробів

1.2. Використання в технології борошняних кондитерських виробів жирових продуктів, зокрема ядер соняшника

1.3. Можливі способи запобігання окисленню жирів в пісочному тісті

Розділ 2. Матеріали та методи досліджень

2.1. Планування експерименту та програма досліджень

2.2. Об'єкти та предмети досліджень

2.3. Методи та методики експериментальних досліджень

Розділ 3. Результати експериментальних досліджень. 3.1. Дослідження основних якісних показників сировини. 3.2. Зміни харчової та біологічної цінності пісочного

напівфабрикату. 3.3. Дослідження процесів окислення ліпідів пісочного напівфабрикату з ядром насіння соняшнику

3.4. Розроблення способу запобігання окисленню жирів ядра насіння соняшнику.

3.5. Вплив ядра насіння соняшнику на властивості пісочного тіста.

3.6. Дослідження впливу ядра насіння соняшнику на якість випечених виробів

3.7. Впровадження системи управління безпечністю виробництва пісочного печева

Висновки та пропозиції

Список використаних джерел інформації.

Додатки

Дата видачі завдання: «28» «вересня» 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи	26.09.2022 02.10.2022	викон.
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	03.10.2022 – 06.10.2022	викон.
3	Опрацювання літературних джерел	07.10.2022 – 07.11.2022	викон.
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	08.11.2022 – 08.12.2022	викон.
5	Виконання теоретичного розділу роботи	09.12.2022 – 09.01.2023	викон.
6	Засвоєння та опробування методик досліджень	10.01.2023 – 15.02.2023	викон.
7	Виконання власних досліджень	16.02.2023 – 16.03.2023	викон.
8	Оформлення тексту роботи	17.03.2023 – 28.05.2023	викон.
9	Нормоконтроль та перевірка на плагіат	29.05.2023 – 04.06.2023	викон.
9	Попередній захист роботи на кафедрі	05.06.2023 – 07.06.2023	викон.
11	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	08.06.2023 – 18.06.2023	викон.
	Захист кваліфікаційної роботи	19.06.2023 – 21.06.2023	викон.

Здобувач вищої освіти _____

_____ Катерина ДРУЖКО
(підпис) (прізвище та ініціали ЗВО)

Керівник роботи _____

_____ Володимир ТЕНДІТНИК
(підпис) (прізвище та ініціали керівника)

АНОТАЦІЯ

Дружко Катерина Анатоліївна

Удосконалення технології виробництва борошняних кондитерських виробів функціонального призначення

Кваліфікаційна робота зі спеціальності 181 Харчові технології, освітня програма «Харчові технології» – Полтавський державний аграрний університет. Полтава, 2023.

Бакалаврська робота складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних інформаційних джерел та додатків. Робота присвячена удосконаленню технології виробництва пісочного печева збагаченого поліненасиченими кислотами ядра соняшника.

У вступі обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, сформульовані мета і завдання роботи, визначені об'єкт, предмети та методи досліджень. В розділі «Огляд літератури» розглянуто напрямки збагачення борошняних кондитерських виробів важливими нутрієнтами та вивчено ряд антиоксидантів, які можна використовувати для подовження терміну зберігання борошняних кондитерських виробів. Другий розділ присвячено плануванню та організації досліджень. В цьому розділі дано характеристику об'єкту та предметів, використаних у даній роботі, методів та методик досліджень, викладено послідовність проведення досліджень. В третьому розділі «Результати експериментальних досліджень» наведена послідовність проведення досліджень необхідних для удосконалення технології виробництва пісочного печева. Теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено доцільність використання ядер соняшника в технології печева. Зроблені висновки і пропозиції.

Робота представлена на 85 сторінках основного тексту, містить 28 таблиць, 25 рисунків, 3 додатки. Список інформаційних джерел складається з 47 найменувань.

Ключові слова: пісочне печево, ядро насіння, адгезійні властивості, жирні кислоти, антиокислювачі, перекисне число

Druzhko Kateryna Anatoliivna

Improvement of the technology of production of functional flour confectionery products - Manuscript.

Qualification work in the specialty 181 Food Technologies, educational program "Food Technologies" - Poltava State Agrarian University. Poltava, 2023.

The bachelor's work consists of an introduction, 3 chapters, conclusions, a list of used information sources and appendices. The work is devoted to the improvement of the technology of production of shortbread enriched with polyunsaturated acids of sunflower kernels.

The introduction substantiates the relevance of the chosen direction of research, formulates the goal and objectives of the work, defines the object, subjects and methods of research. The section "Literature Review" considers the directions of enrichment of flour confectionery with important nutrients and studies a number of antioxidants that can be used to extend the shelf life of flour confectionery. The second section is devoted to planning and organization of research. This section describes the object and objects used in this work, methods and research techniques, and outlines the sequence of research. The third section "Results of experimental research" presents the sequence of research necessary for improving the technology of shortbread production. The feasibility of using sunflower kernels in baking technology is theoretically substantiated and experimentally confirmed. Conclusions and suggestions are made.

The work is presented on 85 pages of the main text, contains 28 tables, 25 figures, 3 appendices. The list of information sources consists of 47 items.

Keywords: shortbread, seed kernel, adhesive properties, fatty acids, antioxidants, peroxide value

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Використання олійної сировини та продуктів її переробки в технології борошняних кондитерських виробів.....	9
1.2. Використання в технології борошняних кондитерських виробів жирових продуктів.....	14
1.3. Можливі способи запобігання окисленню жирів в пісочному тісті.....	18
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1. Планування експерименту та програма досліджень.....	27
2.2. Об'єкт та предмет досліджень.....	29
2.3. Методи та методики експериментальних досліджень.....	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
3.1. Дослідження основних якісних показників сировини.....	37
3.2. Зміни харчової та біологічної цінності пісочного напівфабрикату з використанням ядра насіння соняшнику.....	43
3.3. Дослідження процесів окислення ліпідів пісочного напівфабрикату з ядром насіння соняшнику.....	51
3.4. Розроблення способу запобігання окисленню жирів ядра насіння соняшнику.....	53
3.5. Вплив ядра насіння соняшнику на властивості пісочного тіста.....	59
3.6. Дослідження впливу ядра насіння соняшнику на якість випечених виробів.....	67
3.7. Впровадження системи управління безпекою виробництва пісочного печева.....	79
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	86
ДОДАТКИ	92

ВСТУП

Правильне повноцінне харчування - важлива умова підтримання здоров'я, працездатності і активного довголіття людини. Погіршення екологічної обстановки в усьому світі, пов'язане з технічним прогресом, а також недолік або надлишок окремих компонентів їжі призвели до появи нових і різкого збільшення відомих хвороб. Спостережувані порушення в структурі харчування дітей шкільного віку, студентів, дорослих і літніх людей обумовлені малорухливим способом життя, неправильним режимом харчування і недостатньо широким асортиментом продуктів лікувально-профілактичної спрямованості [7, 28, 48, 51, 57, 78, 89, 114]

У зв'язку з цим одним з пріоритетних напрямків ХХІ в харчовій промисловості є розширення спектру продуктів здорового харчування. Створення таких продуктів в даний час здійснюється шляхом використання функціональних інгредієнтів і регулювання складу продуктів, призначених для конкретних груп населення. Борошняні вироби належать до найважливіших харчових продуктів щоденного раціону населення України. До їх складу входить близько 50 % вуглеводів, 5-8 % білків і до 1 % жиру. Вони є джерелом багатьох мінеральних речовин, особливо калію, фосфору, магнію і вітамінів групи В. Добру третину всієї енергії та рослинних білків людина отримує від споживання хлібобулочних виробів [4].

Незважаючи на їх високу енергетичну цінність, необхідно брати до уваги, що для кожної вікової групи населення потрібні вироби спеціального призначення. Тому кількість основних харчових і мінеральних речовин, вітамінів в хлібобулочних виробах, виготовлених за традиційною технологією, недостатня для збалансованого харчування людини, в тому числі невисокий вміст білку не забезпечує організм повною мірою незамінними амінокислотами. Тому настає необхідність створення нових продуктів, які будуть містити інгредієнти, здатні поліпшити фізіологічні процеси в організмі людини, підвищити його імунну систему, спроможні подовжити активний спосіб життя в складних екологічних умовах. З цією метою можна використовувати різноманітні види сировини для підвищення харчової і біологічної цінності хлібобулочних виробів, надання їм

лікувально – профілактичних властивостей. В першу чергу, природну сировину рослинного і тваринного походження, а також спеціальні однокомпонентні і багатоконпонентні добавки [5]. Розглянемо докладніше які інгредієнти використовують для створення борошняних виробів з заданими властивостями.

Найбільш перспективними збагачувачами борошняних виробів є соєві білки, оскільки їх амінокислотний склад у порівнянні з білками зернових культур є набагато збалансованішим. Вміст білка в соєвих бобах – 30..50 %. Білки сої посідають проміжну сходинку між рослинними білками та білками тваринного походження і наближаються до білка коров'ячого молока. Висока біологічна цінність сої зумовлена тим, що вона є багатим джерелом незамінних амінокислот, передусім лізину. Значний вміст у сої жиру і білка зумовлює створення на її основі білкових добавок для борошняних виробів.

Не менш перспективним є введення до рецептури ядра насіння соняшнику, які містять білки, поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини, клітковину. Білок ядра насіння за вмістом незамінних амінокислот переважає інші зернові культури, його кількість – 20,7 %.

Актуальність теми полягає у створенні профілактичного пісочного печива збагаченого білком та поліненасиченими жирними кислотами із ядра соняшника.

Мета та завдання роботи Удосконалення технології пісочного печива за рахунок додавання оптимально підібраної кількості ядер соняшника.

Завдання досліджень:

- провести аналіз існуючих технологій виробництва борошняних кондитерських виробів, зокрема печива пісочного, визначити шляхи удосконалення технологій його виробництва та розширення асортименту;
- обґрунтувати використання ядер насіння соняшнику при виробництві нового виду печива з функціональними харчовими інгредієнтами;
- проаналізувати хімічний склад насіння в залежності від сортової належності;
- дослідити зміни харчової та біологічної цінності пісочного напівфабрикату з використанням ядра насіння соняшнику.

- визначити терміни зберігання печива за фізико – хімічними та мікробіологічними показниками.

Об'єкт дослідження Технологія виробництва печива

Предмет дослідження Ядра соняшникового насіння, цукор, борошно, антиоксиданти, пісочний напівфабрикат, печиво та ін.

Методи дослідження: У роботі використовуються аналітичні та експериментальні методи дослідження: фізико-хімічний (для визначення якісного та кількісного складу, технологічних та функціональних характеристик рослинної сировини), інструментальний (для визначення стану води в харчових системах, структурно-механічних властивостей), біологічний (для визначення мікробіологічних властивостей) показники сумішей та морозива), математичні та математико-статистичні.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Використання олійної сировини та продуктів її переробки в технології борошняних кондитерських виробів

На сьогоднішній день насіння соняшнику стало одним з високоліквідних товарів українського ринку, суттєво впливаючи на рентабельність агропромислового комплексу [18]. В останні роки соняшник займав 9,1...10,1, в структурі посівних площ України і більше 20% посівних площ всіх олійних культур [19]. Соняшник висівається майже у всіх кліматичних зонах України, однак найбільші його посіви у Запорізькій та Дніпропетровській областях (більше, ніж по 300 тис. га). Значні площини ця культура займає також в Одеській, Миколаївській, Херсонській та інших областях. Валові збори насіння соняшнику щорічно підвищуються. Так в 2002 році було зібрано 2,8 млн. т насіння, що на 25% більше, ніж у 2021 [12], в 2024 р. – 3,05 млн. т, а в 2005 – 4,86 млн. т .

До реєстру сортів рослин України включено 77 гібридів і 8 сортів соняшника. З них 28 сортів вітчизняної селекції.

Хімічний склад насіння соняшника значно коливається в залежності від району вирощування, сорту та інших факторів (табл. 1.1) [16].

Таблиця 1.1.- Хімічний склад насіння соняшнику

Компоненти	Вміст складових частин (в % на суху речовину) в		
	сім'янці	ядрі	лушпинні
Жир	28,50 – 46,40	40,10 – 67,80	0,50 – 1,00
Білок (N x 6,25)	13,50 – 19,12	21,58 – 34, 40	1,33 – 5,67
Безазотні екстрактивні речовини	23,90 – 26,55	13,81 – 17,20	24,80 – 40,39
Клітковина	23,50 – 32,30	1,76 – 3,84	52,85 – 63,68
Зола	1,83 – 4,93	1,52 – 4,52	1,78 – 2,92

У порівнянні з іншими олійними культурами насіння соняшнику має східну харчову цінність (табл. 1.2) [6, 13].

Таблиця 1.2- Порівняльна харчова цінність олійних культур

Компоненти, %	Соняшник [86]	Соя [86]	Рапс [86]	Бавовник [86]	Льон [86]	Люпин [123]	Арахіс [86]	Кунжут [86]
Білки	22...35	35...50	23...25	34...37	19...20	41...42	24...25	27...28
Ліпіди	40...67	13...24	42...45	37...41	59...60	12...13	55...57	50...56
Вуглеводи	6...8	25...27	15...16	27...28	16...18	35...36	11...17	20...21
Целюлоза	2...5	10...11	8...9	1,2...2,0	1...2	7...8	2...3	2...11
Попіл	2...5	5...6	4...5	4,5...6	4...5	5...6	4...6	3...9

Дані таблиці свідчать, що за вмістом білку ядро соняшнику знаходиться на третьому місці після сої та бавовнику. Білки соняшнику за своїм значенням для людини майже не поступаються білкам соєвих бобів.

В насінні соняшнику міститься 45...48% від загального вмісту білка глобуліну, 15...32% альбуміну, 8...9% глютеліну і 8,5...13,5% нерозчинюваних білків. Головний білок соняшникового насіння – геліантин. Це 115-глобулін у складі якого багато глютамінової, аспаргінової кислот та аргініну – відповідно 26, 14 та 9,7% від суми амінокислот [36].

Білок соняшнику представляє 90...95% всіх азотвміщуючих речовин. Небілковими є близько 3% від всіх азотних з'єднань, які відносяться до основних органічних основаній та амідів. По кількості незамінних амінокислот соняшник посідає третє місце після сої та рапсу. Білок соняшнику, у порівнянні з білком сої містить менше лізину та сірковміщуючих амінокислот, але більше валіну і відрізняється кращою перетравлюваністю [33, 15]. Вміст деяких амінокислот – треоніну, гістидіну, сірковміщуючих – вище ніж у білку яловичини. За засвоюваністю білок насіння соняшнику наближається до білка курячого яйця [26].

Таблиця 1.3. - Порівняльний амінокислотний склад основних олійних культур

(у % від загальної кількості амінокислот)

Амінокислоти	Соняшник [48]	Соя [48]	Рапс [48, 124]	Бавовник [48, 86]	Арахіс [48, 86]	Кунжут [86]
1	2	3	4	5	6	7
Незамінні	33,1	36,6	33,5	29,6	29,7	29,5
валін	6,5	4,9	4,7	4,5	4,9	4,9
ізолейцин	3,5	4,7	3,4	3,6	3,6	3,3
лейцин	6,9	7,8	7,5	5,8	7,0	6,4
Лізин	3,6	6,2	6,2	4,1	3,7	2,8
метіонін	2,0	1,9	1,5	0,9	1,1	2,8
треонін	2,0	4,3	4,8	3,9	2,9	4,2
триптофан	1,7	1,9	1,4	1,0	1,2	1,6
фенілаланін	5,4	4,9	4,0	5,8	5,3	4,4
Замінні	66,9	63,4	66,5	70,4	70,3	70,5
аланін	4,4	5,2	5,7	4,6	4,2	4,9
аргінін	9,1	7,4	6,1	11,4	11,8	10,4
аспаргинова кислота	9,1	11,0	9,0	11,1	10,5	9,1
гістидін	2,7	2,9	3,3	4,9	2,6	2,6
гліцин	5,8	4,5	5,6	5,7	6,0	7,6
глутаминова кислота	21,0	18,0	20,7	20,1	19,9	21,6
пролін	6,0	5,0	7,0	4,0	4,7	4,1
серін	4,0	5,3	4,7	6,1	5,2	5,2
тирозин	2,8	2,9	2,9	2,5	4,1	3,9
цистін	2,0	1,2	1,5	1,5	1,3	1,7

Олійність ядра насіння соняшнику досягає 64% і близько 64% всіх його жирних кислот складають поліненасичені (лінолева і ліноленова кислоти) [35, 36], які є есенціальними для організму людини: входять до складу клітинних мем-

бран і інших структурних елементів тканини, забезпечують нормальний ріст і обмін речовин, еластичність судин, підвищують опір організму до інфекцій та радіоактивного випромінювання, беруть участь у побудові нервової тканини [39, 40]. Співвідношення окремих кислот в жирі коливається в залежності від умов вирощування та сортових особливостей соняшнику. Наприклад, олеїнової кислоти міститься від 21,0 до 40,5 %, лінолевої від 46,3 до 65,0 %. Середній жирнокислотний склад жирів соняшнику у порівнянні з іншими олійними культурами представлений у табл. 1.5 [36, 24].

Таблиця 1.4 - Порівняльний жирнокислотний склад ацилгліцеринів олійних культур (у % від ваги насіння)

Жирні кислоти	Соняшник [86]	Соя [86]	Рапс [124]	Бавовник [86]	Арахіс [86]	Кунжут [86]
Насичені	5,7	2,5	2,87	8,9	8,3	6,6
мірістинова	0	0	0	0	0,1	0
пальмітинова	3,2	1,8	2,06	7,5	4,8	4,2
стеаринова	2,1	0,6	0,6	1,1	1,5	2,2
арахінова	сл.	0	0,13	сл.	0,7	0,1
бегенова	0,3	сл.	0,08	0,	1,1	сл.
лігноцеринова	0	0	0	0	0,16	сл.
Мононенасичені	12,5	3,5	24,16	7,0	19,3	19,5
пальмітолеїнова	сл.	0	0,13	0,3	0	0,1
олеїнова	12,5	3,5	23,17	6,7	18,8	19,4
гадолеїнова	сл.	0	0,43	0	0,5	сл.
ерукова	0	0	0,43	0	сл.	0
Поліненасичені	31,9	10,6	13,9	18,6	15,2	19,6
лінолева	31,8	8,8	9,65	18,5	15,0	19,6
ліноленова	0	1,8	4,25	сл.	сл.	сл.
Взагалі жирних кислот	50,1	16,6	40,96	34,5	42,8	45,7

З таблиці видно, що ядро насіння соняшнику містить найбільше поліненасичених жирних кислот, порівняно з іншими олійними культурами, зокрема в 3 рази більше, ніж соя, в 2,1...2,3 рази більше, ніж арахіс та рапс і на 30...40% більше, ніж кунжут та бавовник.

Фосфоліпіди складають 1,3% від загальної кількості ліпідів ядра соняшнику [35, 26]. У зв'язку з тим, що ліпіди в ядрі займають до 64%, то така кількість фосфоліпідів є суттєвою для організму людини. Найважливішим з них є лецитин, що містить вітаміноподібну речовину – холін. Лецитин грає значну біологічну роль, входячи до складу подвійного шару мембран і регулюючи їхню проникність. Холін має противосклеротичену, ліпотропну активність, зменшує нагромадження жирів у печінці, сприяючи їхньому транспорту в кров, а також служить структурним елементом медіатора нервової системи ацетилхоліну і входить до складу нервової і мозкової тканини [27].

Вміст вуглеводів в насінні олійних культур невеликий (18...20%) і змінюється залежно від сорту.

Ядро соняшникового насіння містить значну кількість мікронутрієнтів, зокрема, жиророзчинних (А, Є, провітамін Д) та водорозчинних (В1, В2, РР) вітамінів та мінеральних речовин (К, Са, Mg, Na, Р, Fe, Se, Zn) [36]. Мінеральні речовини виконують пластичну функцію в процесах життєдіяльності людини, беручи участь в обміні речовин практично будь-якої тканини організму та у ферментативних процесах [35, 17].

Насіння соняшнику містить фенольні з'єднання, 70% з них складають хлорогенова та кавава кислоти, до 15% – з'єднання подібні п-кумариловій, ізоферулової та синапсовій кислотам, а також ефіри оксикоричної кислоти. Фенольні з'єднання викликають затемнення білків шроту соняшнику та виробів з ним, що обмежує застосування шроту в технологіях кондитерських виробів [26].

На підставі вищевикладеного, можна судити про високу харчову цінність ядра насіння соняшнику поруч з іншими олійними культурами, що робить доцільним розроблення нових видів борошняних кондитерських продуктів з цією си-

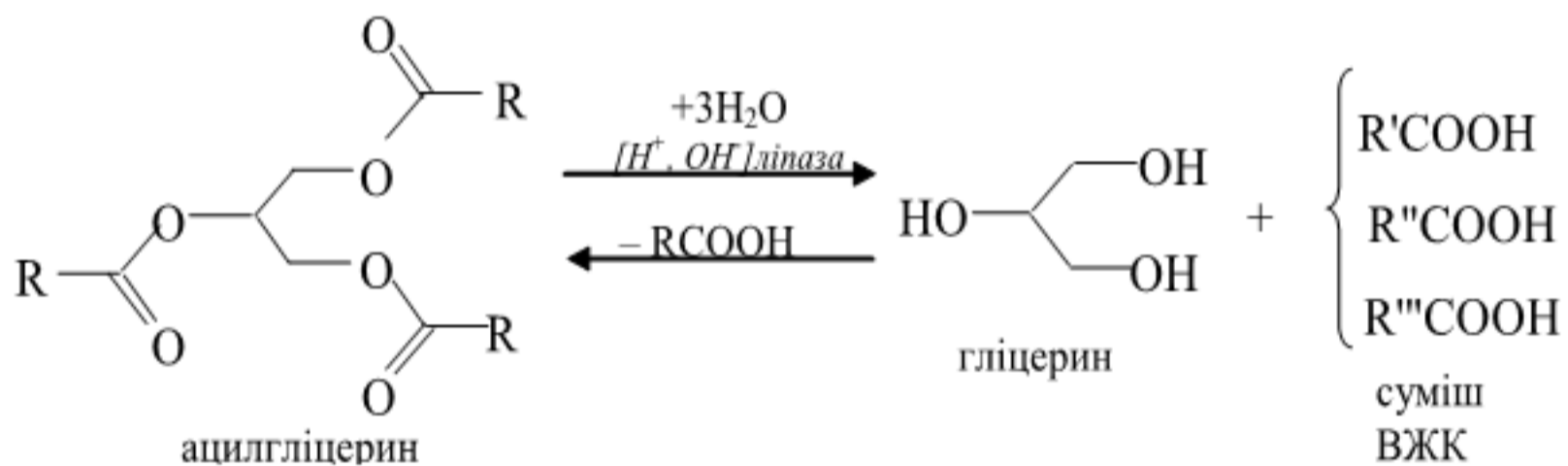
ровиною. Але під час застосуванні соняшникового ядра в харчових продуктах, технологія яких включає теплову обробку та тривале зберігання, виникає проблема окислення його жирових компонентів, що обумовлене особливостями хімічного складу ядра, зокрема високим вмістом поліненасичених жирних кислот. Внаслідок цього погіршуються органолептичні показники кінцевого продукту та знижується його харчова цінність.

1.2. Використання в технології борошняних кондитерських виробів жирових продуктів

Під час отримання виробів з пісочного тіста протягом технологічного процесу ліпіди похідної сировини перетерплюють різноманітні перетворення; значні зміни відбуваються в ліпідному комплексі продуктів і при зберіганні [18, 19]. На здатність жирів до окислення і на швидкість цього процесу впливає ступінь ненасиченості жирних кислот – особливо легко окислюються жири, що вміщують значну кількість ацилів ненасичених кислот [19, 13]. Для пісочного тіста одним з найважливіших рецептурних складових є жировий компонент, а саме вершкове масло або маргарин (до 30%) [11]. У вершковому маслі 2/3 всіх жирних кислот є насиченими (на 50% складаються з пальмітинової кислоти), 1/3 – мононенасиченими (олеїнова). Поліненасичені жирні кислоти у вершковому маслі практично відсутні [35]. У вершковому маргарині кількість насичених жирних кислот складає 27%, мононенасичених – 60% і поліненасичених – 10%. Крім того маргарин у своєму складі містить значну кількість сильних антиоксидантів [12]. У ядрі соняшнику 88,4% всіх жирних кислот складають ненасичені, доля поліненасичених – 63,5% [35]. Водночас, ядро має високий вміст природного антиоксиданту вітаміну Е (36...40 мг %), що складається з суміші токоферолів α , β , γ і δ [35]. В ядрі соняшnikового насіння вітамін Е на 92% представлений α -токоферолом, якому властива висока біологічна активність [12, 13, 14]. Серед інших токоферолів α -токоферол найменш стійкий до впливу високих температур в присутності молекулярного кисню [32, 33]. Тобто, під час випікання виробів з ядром насіння соняшнику відбуватиметься часткове руйнування вітаміну Е, що зводить його антиок-

Окислення ліпідів об'єднує три групи реакцій, які, за винятком періоду початку процесу, протікають одночасно [15, 18].

Розрізняють два основних шляхи згіркнення жирів: хімічний і біохімічний. Згіркнення жирів внаслідок проходження хімічних процесів відбувається при контакті їх з киснем повітря. Воно підсилюється за наявності факторів і умов, які прискорюють окислювальні процеси (рис. 1.3), і пригнічується чи уповільнюється за відсутності таких умов. При біохімічному шляху згіркнення жирів речовини, що зумовлюють відповідні зміни їх складу і властивостей, утворюються внаслідок життєдіяльності різноманітних мікроорганізмів [132]. Для харчових жирів нормативними документами регламентується величина кислотного числа жиру, що в певній мірі характеризує наявність в ньому вільних жирних кислот (ВЖК). Причин накопичення в жирах ВЖК може бути декілька. Однією з них є гідроліз ацилгліцеринів жиру, що проходить обов'язково за наявності в жирі води і прискорюється з підвищенням температури, в наслідок дії молекулярного кисню та під впливом ферментів за такою схемою]:



У процесах окислення беруть участь ферменти соняшнику, зокрема, ліпаза. Ліпаза сухого ядра соняшнику неактивна. При підвищенні вологості і температури ліпаза починає розщеплювати ацилгліцерини, що призводить до накопичення вільних жирних кислот в олії ядра [126]. Активність ліпаз знаходиться в інтервалі температур 40...67°C. При вищій температурі ферменти інактивуються.

Однак ВЖК не викликають відчуття згіркнення жиру. Більш характерна для прогірклих жирів наявність в їх складі пероксидних речовин, в основному

кликають руйнування пігментів, інактивують вітаміни А, Е, водорозчинні вітаміни [19, 140]. Також вони утворюють комплекси з протеїнами, які денатурують і втрачають розчинність. В результаті реакції альдегідів з амінами іноді відбувається ферментативне побуріння виробів. Продукти окислення можуть утворювати також окклюзивні комплекси з вуглеводами. Припускають, що за появу у продуктах неприємного запаху відповідають саме ліпіди, захоплені в середину вуглеводних спіралей [14].

Таким чином, при введенні до рецептури виробів з пісочного тіста ядра соняшникового насіння в його ліпідних речовинах під час виготовлення продукції і подальшого її зберігання можуть протікати наступні процеси:

1. Накопичення вільних жирних кислот – пов'язане з тим, що ядро насіння соняшнику має високий вміст поліненасичених жирних кислот, які легко підлягають окисленню.
2. Накопичення пероксидів – відбувається під дією кисню та ініціюється температурою випікання пісочного напівфабрикату.
3. Накопичення карбонільних сполук – в результаті перетворення пероксидів в альдегіди та кетони під дією кисню повітря в процесі зберігання.

Тобто, можна зробити висновок, що жири виробів з пісочного тіста з ядром насіння соняшнику більше підлягатимуть псуванню під дією температур випікання та наступному зберіганню, ніж жири виробів, виготовлених за традиційною рецептурою, що може скоротити тривалість зберігання готового продукту. Тому постає проблема запобігання процесам псування жирів ядра соняшнику при використанні його в рецептурі виробів з пісочного тіста тривалого зберігання. Вирішення проблеми стабілізування жирів можливе за рахунок застосування інгібіторів окислення [14 – 44].

1.3. Можливі способи запобігання окисленню жирів в пісочному тісті

Окислення жирів – складний ланцюговий, вільнорадикальний процес з вираженим розгалуженням ланцюгів [132, 145]. Для зниження швидкості цього

процесу застосовують або спеціальні методи, спрямовані на запобігання впливу деяких фізичних умов (вологість, температура, наявність кисню, світлового випромінювання та інші), або використовують речовини-інгібітори [12, 16, 17]. Речовини-інгібітори умовно можуть бути класифіковані за трьома основними ознаками: за принципом дії, за напрямком використання, за походженням (рис. 1.2).



Рисунок 1.2.- Класифікація речовин-інгібіторів

Іноді інгібітори можуть бути застосовані у комплексі з речовинами, які самі антиоксидантних властивостей не мають, але стимулюють діяльність інгібіторів. Такі речовини називають синергістами. Вважають, що механізм дії синергістів полягає в їх участі у регенерації похідної форми інгібіторів, але достовірної картини процесів регенерації поки не існує .

За принципом дії речовини-інгібітори діляться на два основних типи. До першого типу відносяться речовини, які зменшують кількість вільних радикалів. Тобто вони здатні розірвати ланцюг радикалів, віддаючи радикал водню (H•) жирнокислотному вільному радикалу, переводячи його у стабільний стан. При цьому утворюються радикали неліпідної природи, які є відносно стійкими і з ліпідами не реагують. Вони вступають у взаємодію між собою і утворюють похідні нерадикальної природи. Антиоксиданти другого типу перешкоджають або знижують можливість утворення вільних радикалів, в основному за рахунок

зв'язування металів. Найбільш широко застосовуються в технологіях харчових продуктів антиоксиданти першого типу, які є в основному похідними фенолів.

За термостійкістю антиоксиданти можна поділити на стійкі, які використовуються у фритюрних жирах для покращення їх стабільності та у технологіях харчових продуктів, що передбачають термічну обробку і наступне зберігання, та нестійкі, що застосовуються для подовження зберігання олій та жирів.

За походженням антиоксиданти можуть бути штучні або природні.

Серед синтетичних антиоксидантів найбільш широко розповсюджені бутилгідрокситолуол (БГТ), бутилгідроксианізол (БГА), бутилокситолуол (БОТ), бутилоксианізол (БОА), дифеніламін, пропілгаллат, аскорбілпальмітат, ізоевгенол та інші (табл. 1.5).

Таблиця 1.5. - Основні синтетичні антиоксиданти та напрямки їх використання

№ з/п	Найменування антиоксиданту	Застосування	Можливі синергисти	Джерело інформації
1	БГТ	Фритюрні олії, лінолева кислота, жири БКВ	-	[18, 19]
2	БГА	Лінолева кислота, жири БКВ	-	[15 – 12]
3	БОА	Олії, тваринні жири, лінолева кислота, жири БКВ	Оксикислоти (винна, лимонна, яблучна)	[13, 15 – 15]
4	БОТ	Олії, лінолева кислота, жири БКВ	-	[15]
5	Пропілгаллат	Фритюрні олії,	-	[148]
6	Дифеніламін	Олії, жири БКВ	-	[14]
7	Ізоевгенол	Лінолева кислота, жири БКВ	-	[15 – 12]
8	Аскорбілпальмітат	Жири БКВ	α -токоферол, лецетин	[15, 16]

Аналіз матеріалів таблиці свідчить, що майже всі перелічені антиоксиданти є ефективними для жирів БКВ, тобто запобігають не тільки автоокисленню, а й термоокисленню. Така дія обумовлена стійкістю цих речовин до впливу високих температур. Внаслідок сильної активності синтетичні антиокислювачі

використовуються в основному без додавання синергістів. Для спрощення використання деякі фірми випускають готові суміші або антиоксидантів, або їх комплексів з синергістами. Фірма “РошВітаміи” (Росія) випускає суміш аскорбілпальмітату з α -токоферолом і лецитином (препарат “Роноксан А”) для застосування в кондитерському виробництві. Використання препарату при виробництві вафель дозволить подовжити їх термін зберігання з 9 до 14 тижнів [155, 156]. Фірма „BEARS” (Україна) випускає антиоксидант „Antrancine-55”, що представляє собою олійний розчин BOA та BOT (1:1), які виявили здатність проявляти в суміші синергізм. На сьогоднішній день цей антиоксидант широко застосовується в олійно-жировій промисловості [12].

Найефективнішими серед фенольних антиоксидантів штучного походження для стабілізування лінолевої кислоти виявилися БГТ, БГА, БОА, БОТ та ізоевгенол [15]. Ця інформація представляє особливий інтерес для даної роботи у зв'язку з тим, що лінолева кислота є основною жирною кислотою жирів ядра соняшнику. Крім того встановлена ефективність дії цих антиоксидантів для жирів борошняних кондитерських виробів [17].

Не зважаючи на те, що синтетичні антиокислювачі порівняно з природними мають меншу собівартість і часто більшу активність, в останні роки особлива увага приділяється дослідженням з впровадження антиоксидантів природного походження, які містять складний комплекс речовин і за своєю біохімічною природою діють на організм м'якше, ніж синтетичні інгредієнти [18]. При застосуванні рослинних компонентів з антиокислювальними властивостями досягається синергізм дії вітамінів, фітохімічних і мінеральних речовин, що входять до їх складу [16]. Більшість з них добре засвоюється, підвищує харчову та біологічну цінність пряників, печива, крекери, а також надає певних лікувально-профілактичних властивостей цим виробам [16]. Антиоксидантні властивості мають деякі традиційні харчові продукти: сухі виноградні вина (червоні, рожеві та білі), кагор, настойки, темні сорти пива, соки (антиоксидантна активність свіжеприготованих соків більше ніж у соків заводського приготування), різні чаї,

чорна кава. Антиоксидантна активність харчових продуктів рослинного походження залежить від вмісту біологічно активних речовин [41].

Основними джерелами антиоксидантів являються екстракти, порошки або пюре з фруктів та овочів (цитрусові, яблука, топінамбур, гарбуз столовий), лікувальних або пряноароматичних трав (звіробій, чебрець, шавлія, розмарин), листя (смородина чорна, брусниця, селера, чай), кори (дуб звичайний, береза біла), ягід (малина, чорниця, горобина звичайна та чорноплідна).

Таблиця 1.6. - Основні плоди, що використовуються для отримання антиоксидантів

№ з/п	Найменування сировини	Вид застосування	Місце застосування	Діючі речовини	Джерело
1	Плоди оливи і вторинні продукти з них	Спиртові та ефірні екстракти	Стабілізація рослинних жирів	токофероли	[18]
2	Обліпиха	Біодобавка „Поліс”	Уповільнення окислення комбінованих жирів		[19]
3	Вишня	Порошки	Уповільнення окислення тваринних жирів	антоціаніни ціанідини	[17]
4	Цитрусові	Ефірні масла	Стабілізація рослинних жирів	Гераніол, терпинолен, терпинен	[11]
5	Виноград	Кріо-порошки	Подовження зберігання пісочного печива та бісквіту	Токофероли катехіни, антоціани,	[12]
		Подрібнене насіння	Подовження зберігання вафель	флавоноли, дубильні речовини	[13, 14]

Для стабілізації жирів та жировмісних продуктів часто застосовують також антиоксиданти з лікувальних або пряноароматичних трав (табл. 1.7).

Таблиця 1.7. -Антиоксиданти з лікувальних або пряноароматичних трав

№ з/п	Сировина	Вид застосування	Місце застосування	Діючі речовини	Можливі синергісти	Джерело
	Звіробій	Водно-спиртовий екстракт	В 2...3 р. подовжує період згортання фритюрних олій	Дубильні речовини, вільні органічні кислоти, каротин, гіперіцин	-	[19, 15]
		Сухий екстракт	В 1,9 р. гальмує окислення при 1 міс. зберіганні курячого жиру		-	[19]
		Спиртовий екстракт	Стабілізація жирів варених ковбас		-	[16]
	Толокнянка	Сухий екстракт	В 2,5 р. гальмує окислення при зберіганні куриного топленого жиру впродовж місяця	Гидрохинон, арбутин, галлова, еллаглова, кавова, саліцилова кислоти, гіперозид, дубильні речовини (пірогалол)	-	[15]
		Спиртовий екстракт	Стабілізація жирів варених ковбас		-	[16]
		Гексанові, водні, ефірні екстракти	Стабілізація лядру, соняшnikової олії		-	[17]
	Розмарин	Ефірне масло	фритюрні олії	Карнозинова кислота, токофероли	Лимонна кислота	[18, 19]
	Шавлія	Ефірне масло	фритюрні олії	Ефірні масла, дубильні речовини, флавоноїди, карнозинова кислота, хінони	Лимонна кислота	[18]
		Олійний екстракт	В 1,8 р. подовжує термін зберігання кондитерських жирів В 3,8 р. подовжує термін зберігання кордит. жирів		Олійні екстракти кори дубу і зеленого чаю Те саме та токоферол	[180, 181, 18] [10, 181, 13]
	Чабрець	Водно-спиртовий екстракт	Подовження терміну зберігання крекерів в 4 р.		-	[14]

Аналіз таблиці свідчить, що лікувальна та пряноароматична сировина в основному застосовується у вигляді різноманітних екстрактів, що на наш погляд

пов'язано з відносною легкістю їх отримання, зручністю їх зберігання та дозування.

Таблиця 1.8. - Антиоксиданти з листя або кори дерев

№ з/п	Сировина	Вид застосування	Місце застосування	Діючі речовини	Синергісти	Джерело
1	Кора дубу	Водно-спиртовий екстракт	В 2–3 рази подовжує період згіркнення фритюрних олій	Евгенол, галлова та еллагова кислоти, кверцетин, катехінові таніни	-	[17,19,20,23,2221]
		Сухий екстракт	В 1,8 р гальмує окислення при зберіганні курячого топленого жиру впродовж місяця		-	[159]
		Спиртовий екстракт	Стабілізація жирів варених ковбас		-	[176]
2	Зелений чай	Водний екстракт	Подовження терміну зберігання олій	Епігалокатехін, епігалокатехінтригаллат, токоферолі, теофлавіни	-	[158,178]
		Олійний екстракт	Подовження терміну зберігання кондитерських жирів		-	[11]
3	Чорний байховий чай	Спиртовий екстракт	Збільшення стійкості до окислен.смальцю в 19 р.	Епігалокатехін, епігалокатехінтригаллат, токоферолі, теофлавіни	Аскорбінова кислота	[19,19]
			Збільшення стійкості до окислення соняшникової олії в 4,3 р.			
			Збільшення стійкості до окислен. смальцю в 17 р.		Оксиетилдифосфонова кислота	
			Збільшення стійкості до окислення соняшникової олії в 3,5 р.			

Розроблені товарні форми препаратів з відходів переробки дикоросів далекосхідної тайги – „Каліфен” (водно-спиртовий екстракт відходів виробництва соку калини), „Еклікіт” (водно-спиртовий екстракт відходів при виробництві соку лимоннику *Schisandra chinensis* Baill), спиртовий екстракт березового листя та бере-

зових бруньок . Їх застосування дозволить подовжити строк зберігання рослинних жирів та маргаринів у 1,5...2,3 рази [11, 12, 14].

Таблиця 1.9 - Склад товарних форм препаратів з отходів переробки дикоросів далекосхідної тайги

№ з/п	Препарат	Речовини, що забезпечують антиоксидантні властивості
1	„Каліфен”	<u>Поліфенольні з’єднання</u> : катехіни та їх полімерні форми, процианідіни; <u>органічні кислоти</u> : винна, аскорбінова, гліцеринова, гліколева; <u>вільні амінокислоти</u> : лізин, гистидин, треонін, валін, метіонін, лейцин
2	„Еклікіт”	<u>Поліфенольні з’єднання</u> : катехіни та їх полімерні форми, процианідіни; <u>органічні кислоти</u> : фумарова, аскорбінова, гліцеринова, оксалатна, галактуронова; <u>вільні амінокислоти</u> : гистидин, аргінін, треонін, серін, метіонін, ізолейцин, цистеїн, тирозин
3	Спиртовий екстракт березового листя	<u>Поліфенольні з’єднання</u> : пірокатехіни, кумарини, антоціани, кверцетин, кверцитрин, монотерпенові та тритерпенові глікозиди; <u>органічні кислоти</u> : аскорбінова
4	Спиртовий екстракт березових бруньок	

Необхідно відзначити, що описані товарні форми антиоксидантів рослинного походження існують також у вигляді екстрактів, що підтверджує попит на ринку рослинних антиоксидантів саме у такому вигляді.

Добавки, отримані з ягідної сировини, найчастіше використовуються у технологіях кондитерських виробів (табл. 1.10).

Таблиця 1.10 - Добавки з ягідної сировини для подовження тривалості зберігання кондитерських виробів

№ з/п	Найменування сировини	Вид застосування	Місце застосування	Джерело інформації
1	Горобина	підварка	Цукрові драже	[13]
		порошок	Пісочне печиво	[14, 15]
		сушені плоди	Цукрове печиво	[16]
2	Калина	підварка	Цукрові драже	[13]
		сироп	Цукрове печиво	[16]
3	Чорна смородина	пюре	Цукрове печиво	[16]
4	Голубика	пюре	Цукрове печиво	[17]
5	Чорниця	пюре	Цукрове печиво	[17]

Для подовження зберігання кондитерських виробів крім ягідної широко застосовують іншу рослинну сировину. Запропоновано для гальмування окислення ліпідного комплексу начинки вафель додавати зародки пшениці, антиоксидантна дія яких обумовлена високим вмістом амінокислот [17]. В технології цукрового та пісочного печива рекомендовано з цією метою використовувати водно-спиртові екстракти з соєвого борошна, що дозволяє протягом 60-добового зберігання в 2...2,3 рази загальмувати процес накопичення пероксидів, або соєвий фосфатидний концентрат, що в 1,5 рази подовжує тривалість зберігання готових виробів [14, 16]. Така дія компонентів обумовлена високою антиокислювальною активністю ізофлавонів сої [17]. Рекомендовано також в цих виробках застосовувати овочеві пюре (з моркви, брукви, буряку) [16]. Подовжити тривалість зберігання крекери можна за рахунок використання м'яти перцевої, цикорію та мускатного горіху [21].

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Планування експерименту та програма досліджень

Експериментальні дослідження виконані на базі науково-дослідних лабораторій кафедри харчових технологій ПДАУ та науково - дослідної лабораторії центру метрології та стандартизації м. Полтава.

Всі етапи проведення досліджень сформовані в схему експериментальних досліджень. При проведенні експериментальних робіт за основний об'єкт досліджень обрано напівфабрикат пісочний основний пісочне печиво з використанням цілого ядра насіння соняшнику. Також як об'єкти досліджень виступали борошно, ядро насіння соняшнику, пісочне тісто без ядра. В процесі досліджень використовували як традиційну сировину так і спеціально підготовлені розчини антиоксидантів, основною сировиною було борошно пшеничне вищого гатунку, виробництва Покровського борошномельного комбінату згідно ДСТУ 46.004-99; а також інші види сировини, які перераховані нижче

- маргарин “Молочний особливий” ТУ У 15.5-00373847-009-2001;
- масло вершкове ДСТУ 4399:2005
- яйця курячі харчові ДСТУ 5028: 2008
- натрій двовуглекислий ГОСТ 2156-76 ;
- амоній вуглекислий ГОСТ 9325-79;
- сіль поварену ДСТУ 3583-97;
- ядро насіння соняшнику ДСТУ 18.35-99;
- пальмову олію за ТВУ 25-660994.023-2003;
- антиоксидант “Antrancine-55” (виробництва фірми “Jan Dekker”, Німеччина)

у відповідності з постановою Кабінету міністрів України №12 від 04.01.1999, № 342 від 17.02.2000, № 1140 від 21.07.2000.

Водно-етанольні, субкритичні та олійні екстракти з шавлії та комплекси аналогічних екстрактів з шавлії кори дубу та зеленого чаю згідно ТУ У 30657408.003-2000 (виробництва ТОВ „Лабораторія хімоіл).



Рисунок - 2.1. Схема проведення експериментальних досліджень

2.2. Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт дослідження :

Традиційна технологія виготовлення печива пісочного та удосконалена з використанням ядер соняшника.

Предмет дослідження:

- молоко сухе згідно ДСТУ 4273: 2003;
- яйця курячі харчові - згідно ДСТУ 5028: 2008 Технічні умови
- модельні пісочні напівфабрикати;
- борошно із соняшника – згідно ТУ У 15.1 – 23949066 – 008 – 03
- дослідні зразки печива;
- контрольні зразки печива;
- - цукор білий згідно ДСТУ 4623:2006 [12];
- сіль кухонна згідно ДСТУ 3583 - 97 [30].

Експериментальну частину роботи проведено згідно наведеної схеми досліджень. В роботі використані методи, які дозволили охарактеризувати хімічний склад, харчову та біологічну цінність, органолептичні, функціонально-технологічні показники предметів дослідження. Кількість повторень проведених експериментів 3...5, кількість паралельних проб дослідних зразків – 3.

2.3. Методи та методики експериментальних досліджень

Якість харчових продуктів формується на основі ґрунтовних наукових досліджень складу харчових продуктів, їх структурно-механічних властивостей та інших показників за допомогою інноваційних методів аналізу. Теоретично і експериментально доведено, що комплексне дослідження продуктів харчування дає змогу науковцям визначити структуру хімічних речовин, що входять до складу харчового продукту і зробити комплексну якісну оцінку [34].

У відповідності до мети і завдань роботи застосовувалися стандартні методи дослідження. Відбір проб для дослідження проводили відповідно до нормативної документації [35-40]. Результати досліджень опрацьовано за допомогою методів математичної статистики [41]. Всі отримані результати експериментальних дослі-

джень відображено в одиницях міжнародної системи СІ. Відносна похибка експериментальних досліджень в межах встановленого інтервалу варіювання 0,95.

В ході роботи використовували комплекс загальноприйнятих традиційних і спеціальних хімічних, фізичних, фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних методів аналізу, які викладено у відповідних стандартах і керівництвах з технічного і мікробіологічного контролю, а також методи, що описані у спеціальній літературі.

Всі отримані результати досліджень оброблялись методами математичної статистики.

2.3.1. Методи досліджень сировини, напівфабрикатів та готових виробів

Методи визначення якості борошна

- Відбір проб пшеничного борошна проводили згідно ДСТУ 4683: 2006 року. Якість борошна оцінювали за показниками вологості, вмісту та властивостям сирової клейковини та зольності.

ДСТУ 5023:2008 Вироби кондитерські борошняні. Метод визначення здатності до намокання.

- Масову частку вологи в борошні визначали за ДСТУ 5060: 2008.
- Вміст золи встановлювали спалюванням наважки борошна в муфельній печі при температурі 450...500°C .
- Кількість клейковини в борошні оцінювали стандартним методом за Фізичні властивості клейковини досліджували на пристрої ІДК-1 [216].

МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ЯКОСТІ ЯДРА НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

- Відбір проб ядра насіння соняшнику проводили згідно ДСТУ 4843:2007 Масову частку вологи в ядрі оцінювали за ДСТУ 4601.2006 Насіння олійних культур.

Методи відбирання проб

- Масову частку олійної домішки – за ГОСТ 10854-88
- Масову частку залишків лушпиння – за ГОСТ 6502-94

- Масову частку битих ядер встановлювали просіюванням крізь сито діаметром отворів 2,5 мм проходу сита з отворами діаметром 3,0 мм. Після чого зважували сід сита діаметром отворів 2,5 мм з точністю до 0,01 г. Результат виражали у процентах до маси наважки, яку аналізують [17].

- Вміст жиру в ядрі соняшнику визначали екстракційно-ваговим методом. Для екстракції жиру використовували хлороформ.

Якість ліпідного комплексу ядра оцінювали за показниками кислотного, перекисного та карбонільного чисел жиру.

- Кислотне та перекисне число вимірювали з використанням стандартних методик.

МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ РОЗЧИНІВ РЕЧОВИН З АНТИОКСИДАНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

- Розчини речовин з антиоксидантними властивостями готували на основі екстрактів з рослинної сировини та синтетичного антиоксиданту “Antrancine-55”, який уявляє собою олійний розчин бутілгідроксіанізолу та бутілгідроксітолуолу (1:1). З цією метою, готові рослинні екстракти або “Antrancine-55” змішували з високостійкою олією (пальмовою) у певному співвідношенні (табл. 2.6) на лабораторній мішалці з числом обертів 250 об/хв. впродовж 5 хв.

Вибір пальмової олії обґрунтований насамперед її високою стійкістю до окислення (завдяки низькому ступеню ненасиченості), доступністю вітчизняному виробнику та відносно невисокою вартістю. Крім того, в країнах ЄЕС на сьогоднішній день пальмова олія є основним компонентів жирів для виготовлення печива.

Оброблення соняшникового ядра окремо пальмовою олією або пальмовою олією з додаванням речовин з антиоксидантними властивостями проводили наступним чином.

Таблиця 2.1-Перелік використаних антиоксидантних речовин і їх частка у складі

пальмової олії

Найменування речовини	Скорочена назва	Співвідношення речовина : пальмова олія :
Синтетичний антиоксидант “Antrancine-55”	-	100 : 0,075
Антиоксидантні речовини рослинного походження		
Водно-етанольний екстракт з шавлії	ВЕШ	90 : 10
Водно-етанольний комплексний екстракт	ВЕК	90 : 10
Етанольно-гліцериновий екстракт з шавлії	ЕГШ	90 : 10
Етанольно-гліцериновий комплексний екстракт	ЕГК	90 : 10
Олійний екстракт з шавлії	ОШ	90 : 10
Олійний комплексний екстракт	ОК	90 : 10

- Ядро занурювали у приготовану розплавлену суміш ($t = 42...43^{\circ}\text{C}$), витримували $(1...3)\cdot\text{хв}$ і зціджували надлишок суміші за допомогою сита. При цьому на поверхні утворювався шар рідкого покриття товщиною $(0,1\pm 0,05)\cdot\text{мм}$, який застигав через $(5...7)\cdot\text{хв}$ при температурі повітря 20°C . Підготоване в такий спосіб ядро використовували в технології пісочного напівфабрикату.

МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ЯКОСТІ ПІСОЧНОГО ТІСТА

- Вивчення адгезійних властивостей пісочного тіста проводили на модельній системі за допомогою спеціального приладу. Методика визначення адгезійної напруги полягає у фіксації зусилля відриву певної маси продукту від поверхні пластини штоку адгезіометра, яка імітує поверхні технологічного обладнання. Час взаємодії тіста з контактуючою пластиною прибору приймали як постійну величину (30 с). Постійною була температура тіста (20°C), та напруга контактування. Контактуючу пластину виготовлено зі сталі марки Ст3 Rz 30. Міцність адгезії оцінювали за силою відриву, віднесеній до площі контакту. Дослідженню підлягала адгезійна напруга між ядром та тістом („внутрішня”) та адгезійна напруга

між тістом з ядром та поверхнями технологічного обладнання („зовнішня”). Для визначення показника „внутрішньої” адгезійної напруги по всій поверхні контактуючої пластини штоку адгезіометра зафіксували ядро насіння соняшнику, після чого проводили дослідження за методикою.

- Реологічні властивості пісочного тіста досліджували на ротаційному віскозиметрі “Реотест-2” з індексом циліндру “Н” при температурі 20°C за показниками напруження зсуву та ефективної в’язкості тіста. За результатами вимірювань розраховували дотичне напруження зсуву (σ , Па) :

$$\sigma = Z \cdot \alpha \cdot 0,1, \quad (2.1)$$

де Z - константа циліндру, $Z = 289,3$ Па/діл.шкали;

α – показання шкали приладу в діленнях шкали.

Це дозволило визначити ефективну в’язкість:

$$\eta_{\text{еф}} = \sigma / \gamma, \text{ Па} \cdot \text{с}, \quad (2.2)$$

де γ – градієнт швидкості зсуву, с^{-1} .

На основі отриманих результатів будували криві течії ($\gamma = f(\sigma)$) та повні реологічні криві ($\eta_{\text{еф}} = f(\sigma)$).

- Тривалість замісу тіста визначали на основі такої статистичної характеристики, як коефіцієнт варіації (неоднорідності) рівномірності розподілення ядра в готовому виробі (V), який розраховували за формулою [228]:

$$V = 100/X_{\text{ср}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{\text{ср}})^2}{(n-1)}}, \quad (2.3)$$

де $X_{\text{ср}}$ – середній вміст ядра в виробу, %;

X_i – вміст ядра в кожній пробі, %;

n – число проаналізованих проб.

Розраховано, що для отримання 100 г готового напівфабрикату з вмістом ядра насіння соняшнику 15% від загальної ваги рецептурних компонентів середній вміст ядра (X_i) складатиме 16,5%.

2.3.2. Методи досліджень властивостей готових виробів

Відбір проб готових виробів для досліджень проводили згідно ДСТУ. Якість виробів оцінювали за наведеними нижче методами.

- Вологість готових виробів вимірювали стандартним методом
- Визначення намочуваності виробів проводили стандартним методом.
- Міцність пісочного печива встановлювали за допомогою модифікованого пристрою Валента. Методику розроблено на кафедрі хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів Харківського державного університету харчування та торгівлі, згідно деклараційного патенту України №9197. Раціональний розмір печива для вимірювання міцності встановлювали експериментально. Виготовляли печиво з різними геометричними характеристиками, оцінювали його міцність і знаходили мінімальну середньоквадратичну помилку для кожного розміру (рис. 2.1).

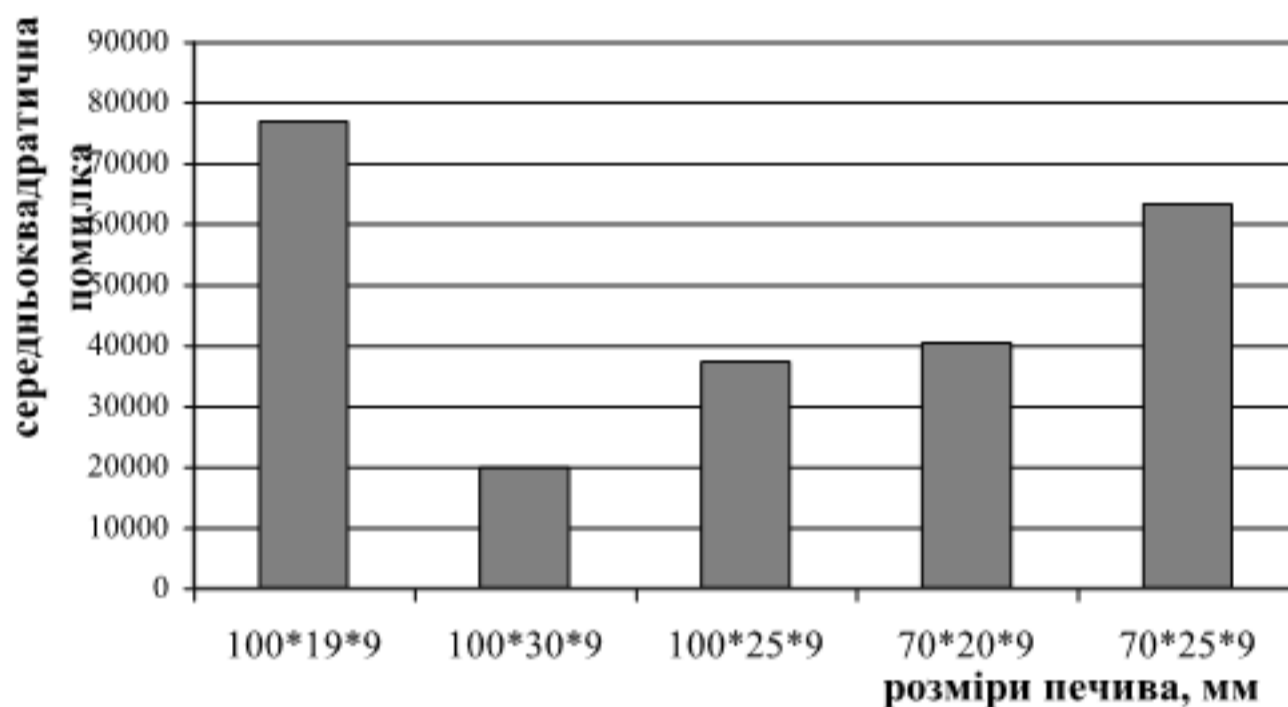


Рисунок 2.2. Обґрунтування вибору раціонального розміру печива для визначення міцності.

Встановлено, що мінімальна середньоквадратична помилка має місце при розмірах печива 100 x 30 x 9 мм.

Визначення міцності виробів здійснювалось наступним образом.

Вимірювали геометричні розміри зразка та клали його на опори, відстань між якими зафіксована. Насадку штоку прибору розташовували по центру печива перпендикулярно його поверхні. На пластину, закріплену на верхньому кінці штоку, встановлювали сміть, до якої з постійною швидкістю подавали

рідину. Міцність печива (σ , Па розраховали через граничну напругу при якій відбувається розламування зразка (рис. 2.3) за формулою:

$$\sigma = (7,35 * m * (l_1 + l_2)) / (b * h^2), \quad (2.4)$$

де m – маса судини з рідиною, кг; l_1 – відстань між опорами, м;

l_2 – довжина печива, м; b – ширина печива, м; h – висота печива, м.

Проводили десять вимірювань, розраховували середнє арифметичне значення, яке й приймали за кінцевий результат. Чутливість методу складає 200Па, а відносна помилка вимірювання – 3,5%.

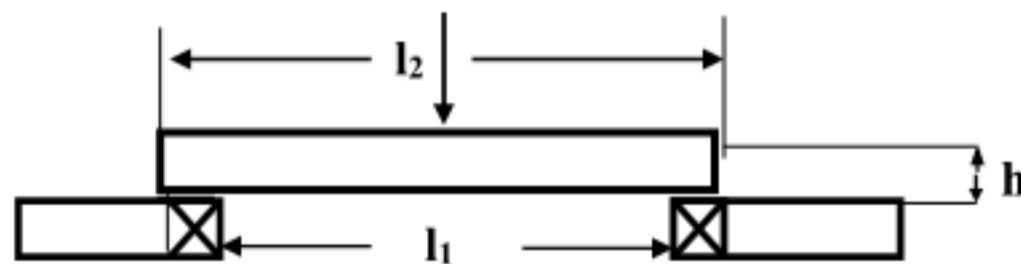


Рисунок 2.3.- Схематичне зображення принципу дії пристрою Валента

Розроблену методику визначення міцності печива включено до лабораторного практикуму дисципліни „Харчові технології” розділ „Методи контролю” (кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів Харківського державного університету харчування та торгівлі) (акт впровадження наведений у додатку В).

- Оцінювання твердості пісочного печива проводили за методикою, розробленою для зефірних виробів . Твердість розраховували через значення об'єму печива. Об'єм встановлювали за об'ємом води, що витиснулась з судини Брюма під час занурювання до нього виробу. Для запобігання намоканню об'єкт досліджень попередньо покривали тонким шаром парафіну. Твердість (ρ , г/см³) розраховували за формулою:

$$\rho = (0,9 * m_1) / (0,9 * V - m_2 - m_1), \quad (2.5)$$

де m_1 – маса наважки печива (з точністю до 0,01 г), г;

m_2 – маса запарафінованої наважки (з точністю до 0,01 г), г;

V – об'єм витисненої води (об'єм запарафінованої наважки), мл;

0,9 – твердість парафіну, г/см³.

- Упик виробів визначали за різницею між масою заготовки печива до і після випікання, яку виражали у %.
- Масу напівфабрикатів та готових виробів встановлювали зважуванням на вагах лабораторних електронних 4-го класу ВЛ Е134 з точністю до 0,01 г.
- Мікробіологічні показники пісочного напівфабрикату оцінювали за наявністю в ньому патогенних мікробів та визначенню мікробного числа.
- Безпечність технології пісочного печива з ядром насіння соняшнику досліджували за методом аналізу ризиків та критичних точок контролю (Hazard Analysis Critical Control Point).
- Попередній розрахунок хімічного складу виробів з пісочного тіста з ядром насіння соняшнику проводили з використанням даних довідникової літератури [35] стосовно хімічного складу рецептурних компонентів напівфабрикату пісочного основного №8. Вміст жиру в виробах та якість ліпідного комплексу печива за значеннями кислотного, перекісного та карбонільного чисел встановлювали з використанням методик, аналогічних для визначення цих показників в ядрі насіння соняшнику.
- Жирнокислотний склад ліпідів готових виробів визначали методом газорідинної хроматографії на хроматографі „Хром-5” з полум'яно-іонізаційним детектором з ідентифікацією жирних кислот за відносними об'ємами утримування метилових естерів жирних кислот порівняно зі стандартними еталонами розрахунково-графічним методом [221].
- Органолептичні показники якості готових виробів оцінювалися в рамках експертної групи за 50-бальною системою: дуже погано 0 – 20; погано 20 – 30; задовільно 30 – 40; добре 40 – 45; дуже добре 45 – 50 [24].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

3.1. Дослідження основних якісних показників сировини

Наукове обґрунтування етапів нової технології насамперед передбачає аналіз існуючої. Технологія виробів із пісочного тіста являє собою велику систему зі значною кількістю зв'язків у середині та з навколишнім середовищем. На першому етапі аналізу традиційної технології виробів із пісочного тіста проводили її горизонтальну декомпозицію з визначенням підсистем на прикладі пісочного печива (рис. 3.1).



Рисунок 3.1.- Горизонтальна декомпозиція традиційної технології пісочного печива

Для визначення мети функціонування кожної підсистеми і шляхів досягнення цієї мети проводили структуризацію технологічної системи у вигляді схеми (рис. 3.2).

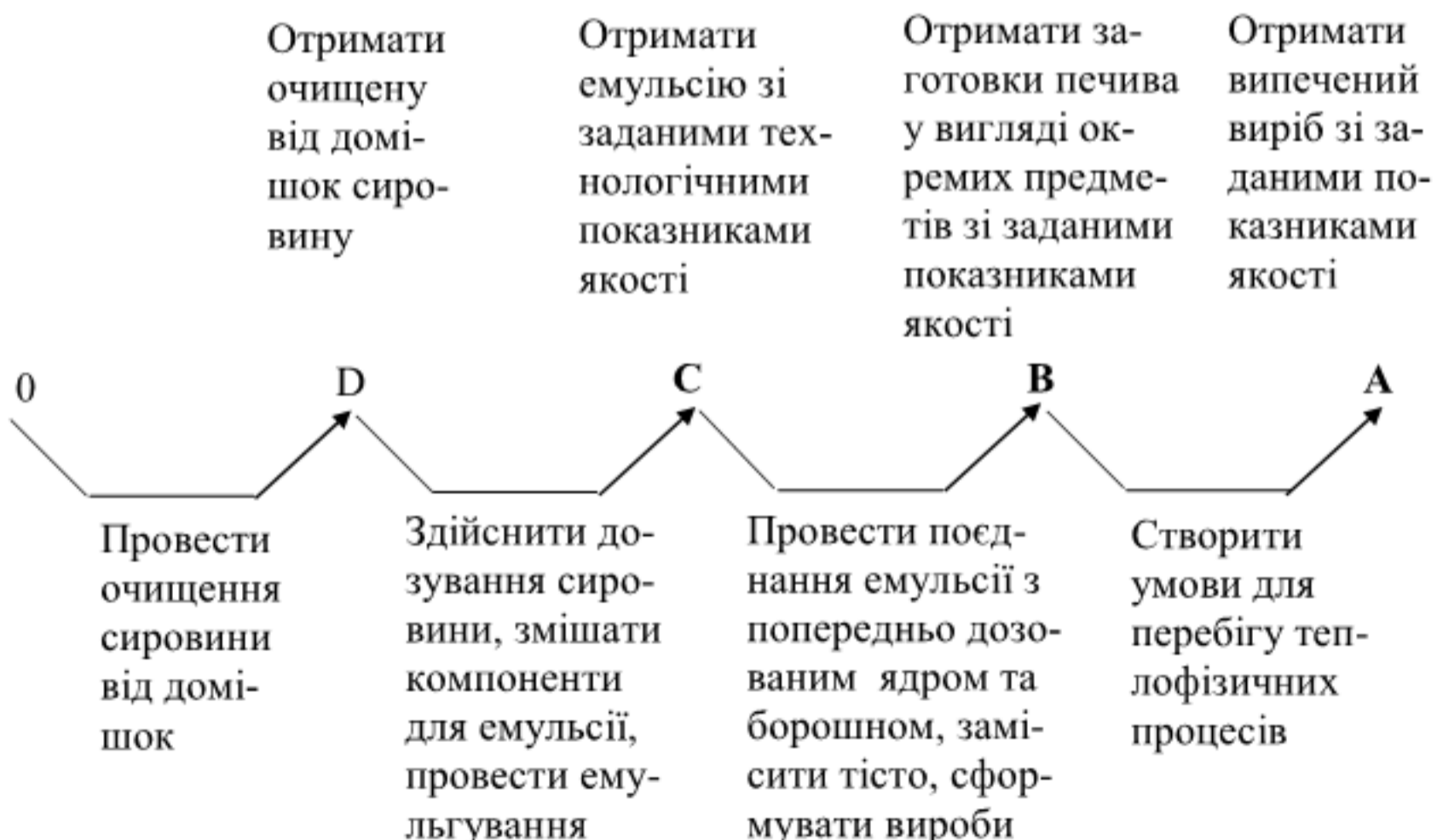


Рис.унок 3.2. Схема цілей і задач технологічної системи виробництва печива за рецептурою пісочного основного напівфабрикату

Вершини графів А, В, С, D являють собою цілі підсистеми, ребра АВ, ВС, CD, D0 – задачі, які необхідно вирішити для досягнення поставлених цілей. Мета функціонування кожної підсистеми обов'язково пов'язана з загальною метою функціонування великої системи. Граф цілей і задач носить загальний характер і може бути з незначними змінами застосований до будь-якої технології виробів із пісочного тіста. Дослідна система складається зі чотирьох підсистем. До підсистеми D віднесені операції, пов'язані з підготуванням сировини, до підсистеми С – дозування сировини, поєднання рецептурних компонентів, утворення емульсії. Призначення підсистеми В – отримання тіста та заготовок печива, підсистеми А – випеченого виробу. В аналогу з горіховою сировиною введення горіхів здійснюють або на стадії приготування емульсії (в підсистемі С) разом з іншими компонентами, або на стадії замішування тіста та формування виробів (в підсистемі В) попередньо поєднавши з борошном для рівномірного розподілу добавки. У зв'язку з цим досліджували можливість введення ядра насіння соняшнику саме на таких стадіях. В дослідженнях використано зразок ядра № 2 (розділ 2). Але при обґрунтуванні вибору стадії технології для введення ядра необхідно дотримуватись наступних умов:

1. Збереження цілісності ядра. Подрібнення ядра призведе до збільшення площини дотику між ліпідними речовинами ядра і киснем під час термообробки і наступному зберіганні готових виробів, що прискорить протікання окислювальних процесів. Крім того, у разі використання ядра, обробленого пальмовою олією з речовинами-антиоксидантами, його подрібнення призведе до порушення шару інгібіруючих речовин на поверхні.
2. Збереження тривалості стадій тістотворення. Подовження стадії замісу може викликати затягування тіста і погіршення якості готових виробів.

Кількість битих ядер в тісті визначали прямим підрахуванням у порівнянні з цим показником для похідної сировини. Тривалість замісу тіста оцінювали за часом, який потрібний для рівномірного розподілу ядер у системі. Порівняльні дослідження введення добавки на різних стадіях технології пісочного тіста наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1- Результати досліджень впливу стадії введення ядра насіння соняшнику на тривалість замісу пісочного тіста і вміст в ньому битих ядер

Стадія введення ядра	Збільшення кількості битих ядер, на %	Тривалість замісу тіста, ·60 с
В підсистему С, разом з іншими компонентами	10,0±1,5	2,0±0,5
В підсистему С, через 10 хв. збивання	4,5±1,5	2,0±0,5
В підсистему В, попередньо змішав з борошном	0	6,0±0,5
В підсистему В, перед додаванням борошна	0	2,0±0,5

Видно, що введення ядра насіння соняшнику на стадії приготування емульсії (підсистема С) разом з іншими компонентами є недоцільним незважаючи на можливість більш рівномірного розподілу ядра в системі тіста, ніж під час його введення разом з борошном. Визначено, що при введенні ядра на початку цієї стадії кількість ядер з порушеною цілісністю зростає на 10±1,5%, а при додаванні через 10 хв збивання – на 4,5±1,5%, що не задовольняє встановленим нами вимогам. Додавання ядра, попередньо змішаного з борошном, на стадії замісу (підсистема В) подовжує її тривалість в 3 рази.

Таким чином, доцільно вводити ядро соняшнику на стадії замішування (в підсистему В), але перед додаванням борошна, що дозволяє досягти рівномірного розподілу ядра в системі, зберігаючи при цьому його цілісність і тривалість замішування з борошном.

Зважаючи на те, що параметри технологічного процесу виготовлення емульсії не змінюються, вважаємо за доцільне під час розроблення технології виробів з пісочного тіста з ядром насіння соняшнику досліджувати тільки стадію замішування тіста і формування виробів (підсистема В) та стадію випікання (підсистема А).

Таблиця 3.2- Показники якості пшеничного борошна, що використано під час проведення експерименту

№ зразка	Назва борошна	Показники якості			
		Вологість, %	Вихід сирі клейковини, %	Пружність на ІДК, од.прил.	Зольність, %
1	Рідне село	14,1±0,1	26,0±0,13	61,0±0,05	0,47±0,1
2	Покровське	14,3±0,1	25,4±0,13	57,0±0,05	0,56±0,1
3	Диканське	14,5±0,1	24,0±0,13	49,0±0,05	0,49±0,1

Для випікання дослідних зразків вибрали борошно з середнім значенням сирі клейковини. Для досліджень використовували ядро насіння соняшнику кулінарного сорту “Княжий”, виготовленого за новою вітчизняною технологією, яка передбачає отримання харчового безлузгового ядра сухим способом. Вибір сорту ядра насіння соняшнику обумовлений його високими сільськогосподарськими характеристиками: скоростиглістю (вегетаційний період 85...90 діб), стійкістю до захворювань (95%), відносно низькою лузжистістю (26...30%) та тим, що початі посіви цього насіння для промислової переробки.

Таблиця 3.3 - Органолептичні показники використаних зразків ядра насіння соняшнику

Найменування показника	Характеристика за ДСТУ	
Зовнішній вигляд	Суміш цілих і битих ядер соняшникового насіння	Незначна кількість битих ядер
Колір	Світло-жовтий з сіруватим відтінком	
Смак	Притаманний ядру соняшникового насіння, без стороннього присмаку і ознак прогірклості	
Запах	Притаманний ядру соняшникового насіння без сторонніх запахів	

Таблиця 3.4- Фізико-хімічні показники використаних зразків ядра насіння соняшнику

Найменування показника	Згідно ДСТУ	Використані зразки			
		№1	№2	№3	№4
Рік врожаю	-	2019	2020	2021	2022
Масова частка вологи, %	≤6,0	3,9±0,1	3,9±0,1	4,0±0,1	3,9±0,1
Кислотне число, мг КОН	≤2,0	0,66	0,43	0,32	0,95
Масова частка битих ядер, % до маси основних ядер	≤50	3,2±0,1	4,8±0,1	4,3±0,1	3,4±0,1
Масова частка олійної домішки, %	≤1,0	0	0	0	0
Масова частка залишків лущиння, %	≤1,0	0,02	0,05	0,03	0,02
Наявність інших побічних домішок, слідів пошкоджень зерновими шкідник-ками та їх личинками	не допускається	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня
Вміст токсичних елементів, мг/кг*	≤1,0	0,11	0,15	0,14	0,13

*згідно посвідченням якості АК “Контакт”

Інформацію стосовно хімічного складу ядра насіння соняшнику сорту „Княжий” урожаю 2022 р. отримано з літературних джерел (табл.3.5).

Таблиця 3.5

Хімічний склад ядра насіння соняшнику сорту „Ранок” урожаю 2022 р.

Найменування компоненту	Вміст, %
Білок	22,3
Клітковина	4,54
Жир, в т.ч. жирні кислоти:	60,3
пальмітинова	4,8
стеаринова	4,0
олеїнова	29,6
лінолева	61,2
ліноленова	0,4

Наведені дані використано у розділі для розрахунку харчової та біологічної цінності виробів з пісочного тіста з ядром насіння соняшнику.

В дослідженнях використано окремі екстракти шавлії або комплексні рослинні екстракти, що являють собою суміші відповідних екстрактів шавлії, кори дубу та зеленого чаю у певному співвідношенні. Екстракти з рослинної сировини обирали згідно рекомендацій фахівців Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. Встановлено, що сильніші антиоксидантні властивості притаманні екстрактам з шавлії, а екстракти з кори дубу та зеленого чаю проявляють у суміші з ними синергізм.

Вибір екстрактів обґрунтований тим, що за літературними даними рослинна сировина для їх виготовлення містить термостабільні речовини, здатні стабілізувати як лінолеву кислоту соняшникової олії, так і жири борошняних кондитерських виробів. Антиоксидантна дія обраних екстрактів обумовлена хімічним складом похідної сировини (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.-Види речовин-антиоксидантів, що містяться в обраній рослинній сировині

Рослинна сировина		Найменування речовин-антиоксидантів
Вид	Документ, регламентуючий якість	
Кора дубу	П.04.02/04641	Евгенол та близькі за молекулярною масою феноли]; кверцетин (флавіон), катехінові таніни .
Зелений чай	ТУ У 25609854-001-2000	Поліфеноли: епігалокатехін, епігалокатехінгаллат; токофероли, теофлавіни .
Листя шавлії	П.03.02/04420	Ефірні масла, дубильні речовини, флавоноїди .

До водно-етанольних та етанольно-гліцеринових екстрактів переходять більшість фенольних з'єднань, а до олійних – токофероли, ефірні масла або феноли з подовженим боковим ланцюгом з ОН-групою або кислотоміщуючою групою. В перспективі планується отримання субкритичних екстрактів вище

наведених рослин, які будуть отримані в науково – дослідній лабораторії ПДАУ.

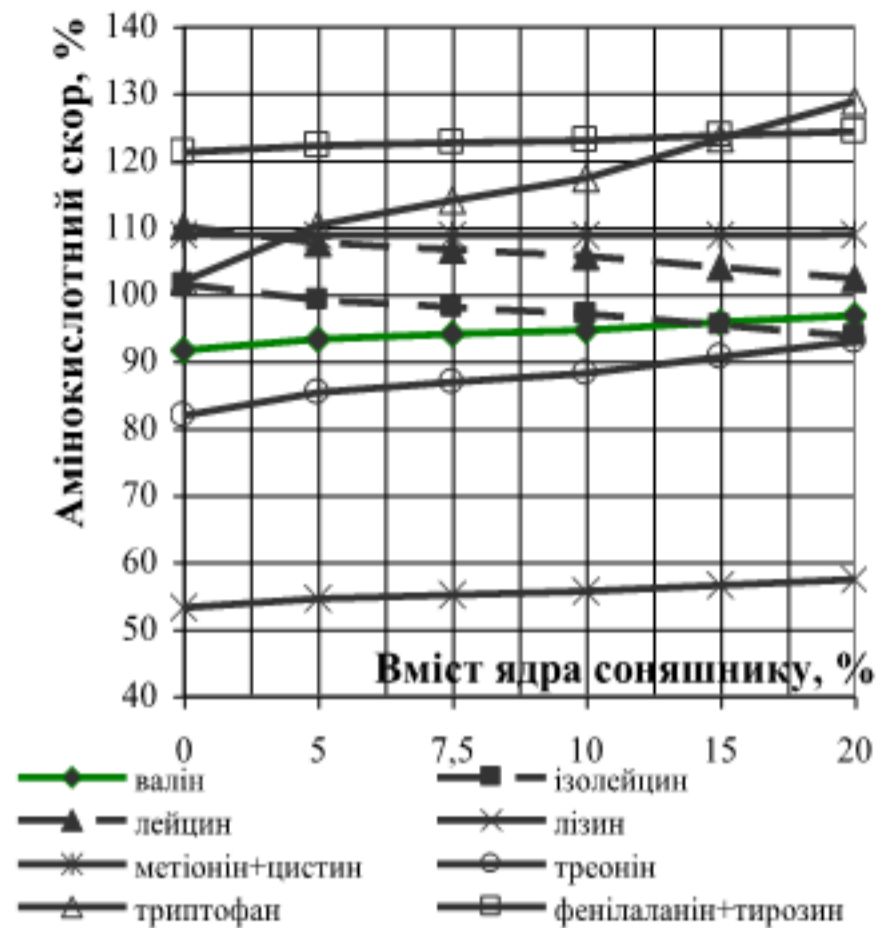
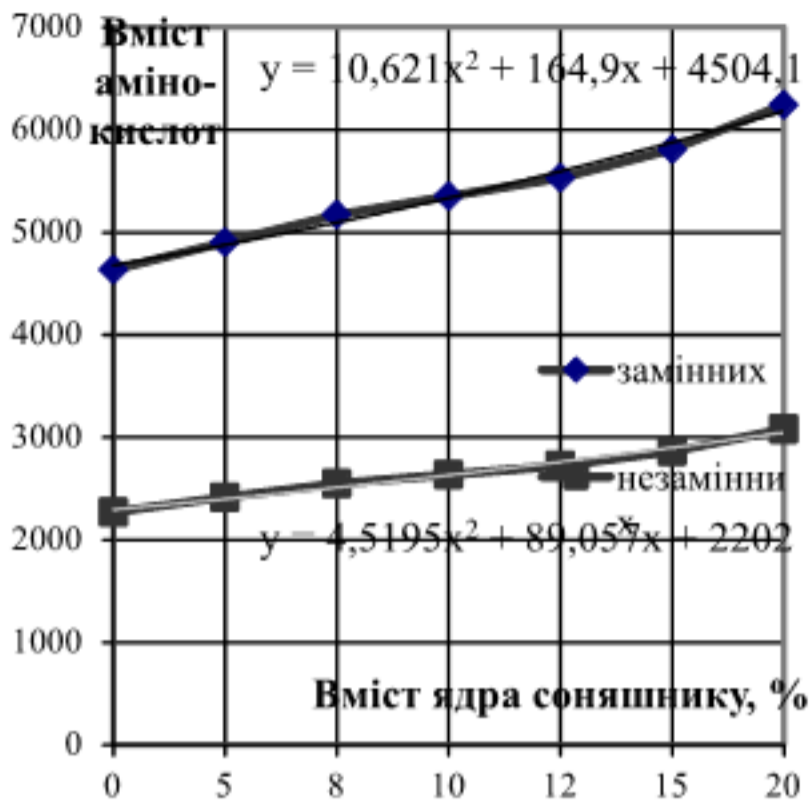
3.2. Зміни харчової та біологічної цінності пісочного напівфабрикату з використанням ядра насіння соняшнику

Висока харчова цінність ядра насіння соняшнику обумовлює підвищення цього показника у виробках з пісочного тіста з його використанням.

Визначення зміни вмісту основних харчових нутрієнтів в пісочному напівфабрикаті з ядром насіння соняшнику проводили розрахунковим шляхом з використанням даних довідникової літератури про хімічний склад сировини для пісочного тіста [35] і соняшникового ядра сорту «Княжийк». Розрахунки проведено зі застосуванням програмного забезпечення Exele для виробів, виготовлених за рецептурою пісочного напівфабрикату основного (рец. №16), з додаванням ядра соняшнику в кількості 5...20% від загального вмісту сировини.

Одним з найважливіших компонентів харчування є білки. Біологічна цінність білків обумовлена наявністю замінних і незамінних амінокислот та їх якістю (наближеністю до “ідеального білка”). Біологічна цінність визначається амінокислотним скором, який відображає відношення амінокислот, що містяться в 100 г білку досліджуваного продукту, до їх кількості в 100 г ідеального білку. Через брак у раціоні замінних амінокислот для утворення тканинних білків у збільшеній кількості витрачаються незамінні, що свідчить про важливість дотримання певного співвідношення між цими речовинами [39]. Застосування ядра насіння соняшнику в технології пісочного напівфабрикату дозволить суттєво підвищити вміст в готових виробках замінних і незамінних амінокислот (рис. 3.3, а), а також покращити біологічну цінність продукту (рис. 3.3, б).

Лімітуючою амінокислотою як для виробів з пісочного тіста так і для ядра соняшнику є лізин. Проте амінокислотний скор для пісочного напівфабрикату, виготовленого за традиційною рецептурою за лізином складає 53,2%, а для ядра – 62,4%.



а)

Рисунок 3.3. Вплив ядра насіння соняшнику на:

- вміст амінокислот в пісочному напівфабрикаті;
- амінокислотний скор пісочного напівфабрикату.

Під час додавання в рецептуру 15 та 20% соняшникового ядра розрахована величина вмісту лізину підвищиться порівняно з контрольним зразком на 6,2 і 7,9% відповідно, а амінокислотний скор виробу за лізином складатиме 56,5 та 57,4%. Відповідно, амінокислотний скор за треоніном збільшиться з 81,9 до 90,6 та 93,0%, наблизиться до 100% амінокислотний скор білків продукту за валіном (з 91,6 до 95,3 і 96,8%). Відмічено зниження в виробах з пісочного тіста з ядром насіння соняшнику розрахованої кількості лейцину, що не є суттєвим, тому що значення амінокислотного скору за цією амінокислотою не перетинає відмітку в 100%. Незначно знижується також вміст ізолейцину. Амінокислотний скор за ізолейцином у зразка з 15% ядра становить 95,3%, а з 20% ядра – 93,7% при значенні в контролі – 101,5%.

Загальний вміст білку в продукції з пісочного тіста з використанням 15 і 20% добавки підвищується відповідно на 27 та 38% (рис. 3.4).

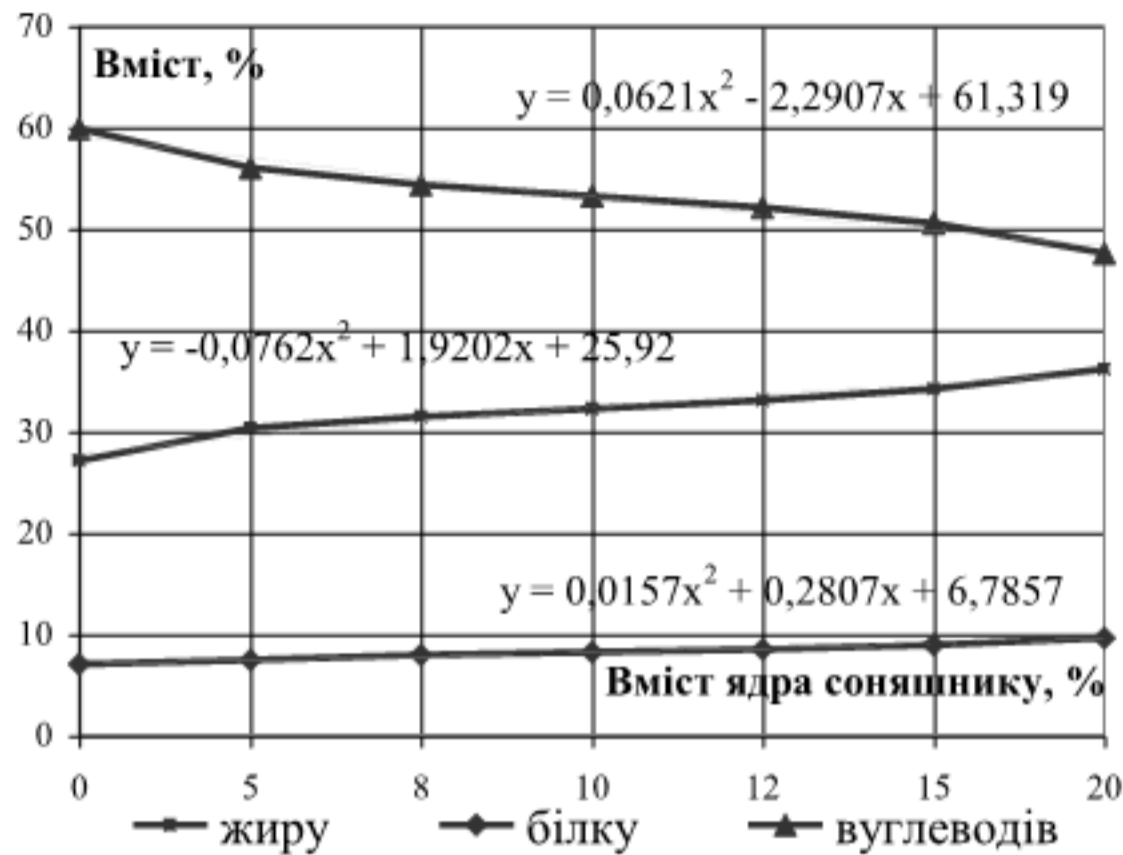


Рисунок 3.4. Вплив ядра насіння соняшнику на вміст основних харчових нутрієнтів у пісочному напівфабрикаті.

Розраховано, що 100 г пісочного печива з 15% ядра насіння соняшнику на 10% задовольнить добову потребу людини в білку, а з 20% ядра – на 12%. При введенні до 20% ядра розрахункова кількість жирів в пісочному напівфабрикаті зростає з 27,1% до 36,2%. Цінність жирів обумовлено їх жирнокислотним складом. Введення в рецептуру пісочного тіста ядра насіння соняшнику в досліджуваних кількостях майже не впливає на вміст в виробі насичених та мононенасичених жирних кислот (рис. 3.5). Водночас, розрахункова кількість поліненасичених жирних кислот, які за біологічним значенням прирівнюють до вітамінів, зростає більше, ніж в 10 разів.

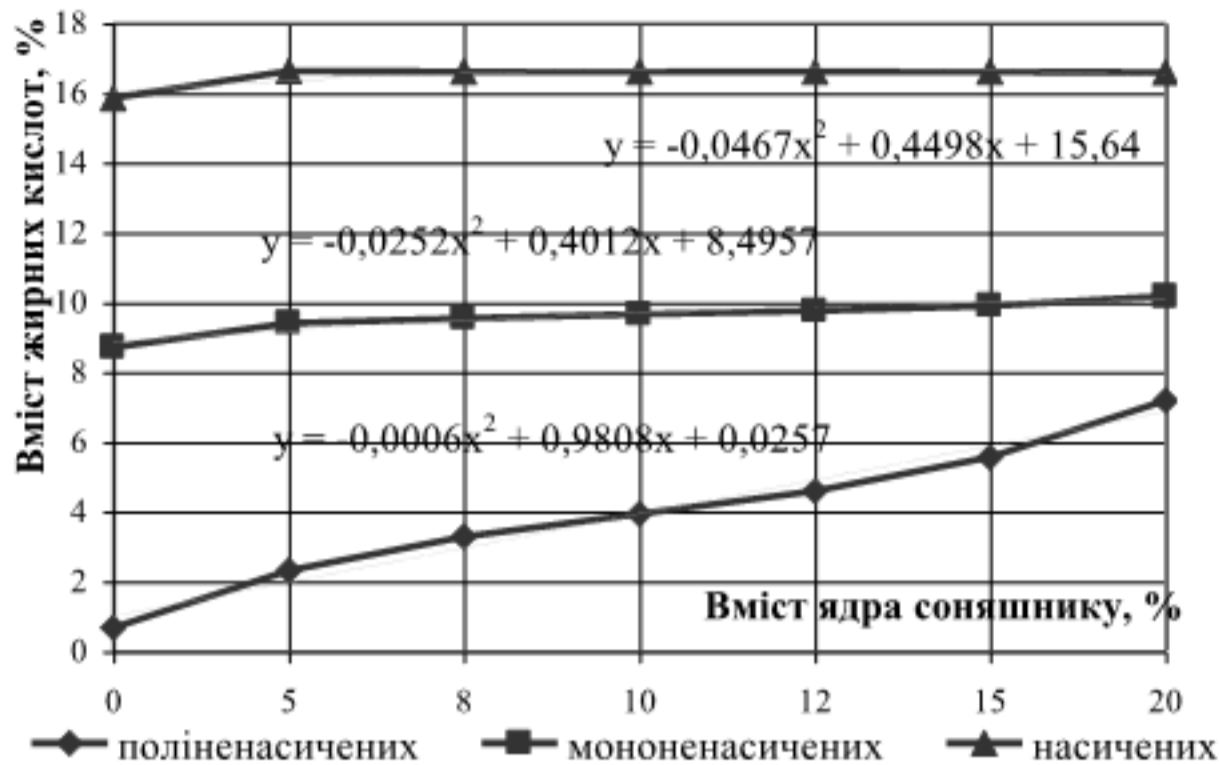


Рисунок 3.5. Вплив ядра насіння соняшнику на вміст жирних кислот

Основна жирна кислота ядра насіння соняшнику – лінолева. Добова потреба людини в лінолевій кислоті складає 4...10 г [42]. У 100 г печива з 10% ядра міститься 3,9 г лінолевої кислоти, у зразків з 15 та 20% добавки – відповідно 5,3 та 7,12 г, що більше ніж в контрольному зразку в 8,8 та 11,9 разів.

Під час збільшення вмісту ядра насіння соняшнику в виробах з пісочного тіста до 20% розрахункова загальна кількість вуглеводів знижується з 60% до 47% (рис. 3.3), що обумовлене зменшенням в рецептурі борошна, жиру та цукру. Водночас, в 9 разів підвищується вміст клітковини (рис. 3.6), у зв'язку з тим, що значну частину ядра складають нерозчинні полісахариди.

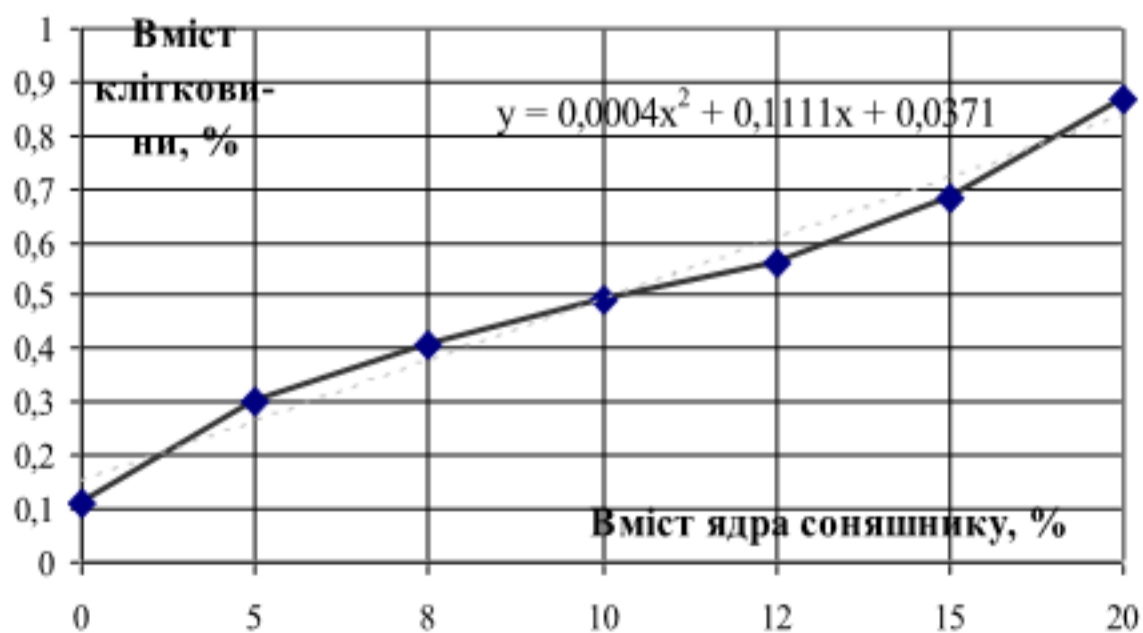


Рисунок 3.6. Вплив ядра насіння соняшнику на вміст клітковини в пісочному напівфабрикаті.

Розрахункова енергетична цінність пісочного напівфабрикату при введенні 20% ядра насіння соняшнику зростає на 10,2% (рис. 3.7), що обумовлене порівняно високою енергетичною цінністю самого ядра.

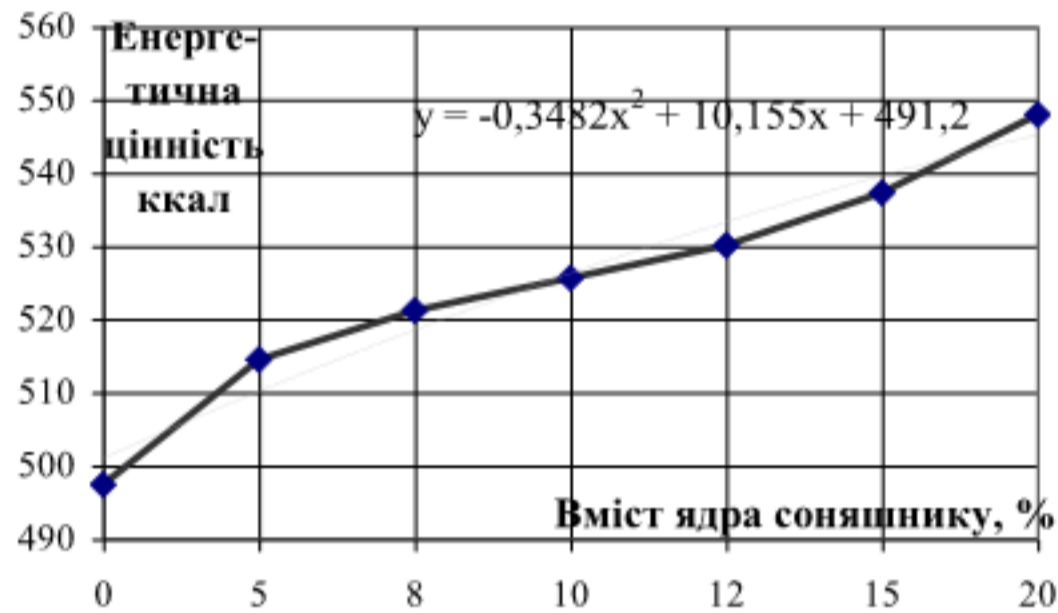


Рисунок 3.7. Вплив ядра насіння соняшнику на енергетичну цінність пісочного напівфабрикату.

У зв'язку з тим, що загальна кількість вуглеводів з підвищенням концентрації ядра знижується, таке підвищення калорійності здійснюється в основному за рахунок збільшення вмісту жирів. Висока біологічна цінність ліпідів ядра дозволяє розглядати підвищення енергетичної цінності виробів з пісочного тіста з його використанням як позитивний фактор.

Наведені на рисунках дані апроксимовано поліномом другого ступеню і відображено в рівняннях, розв'язання яких дозволить визначити харчову та біологічну цінність виробів з пісочного тіста при різних концентраціях ядра насіння соняшнику. Ці результати можуть бути корисними для виробника при варіюванні дозування ядра у виробках подібного типу.

Харчові фактори мають важливе значення для підтримання здоров'я, працездатності та активного довголіття людини. Особлива роль серед цих факторів відводиться таким незамінним компонентам, як мікронутрієнти – вітаміни і мінеральні речовини. Незважаючи на те, що раціон сучасної людини є достатнім для покриття енерговитрат, він не забезпечує поступлення до організму необхідної кількості мікронутрієнтів [27].

Вироби з пісочного тіста є висококалорійним продуктом, багатим на рафіновані компоненти (цукор, борошно пшеничне вищого ґатунку). Використання ядра соняшникового насіння при виготовленні пісочного напівфабрикату суттєво підвищить вміст в ньому таких життєво важливих мінеральних речовин як калій, кальцій, магній, натрій, фосфор, залізо та вітамінів Е, РР, В1. Розраховано, що в 100 г ядра соняшнику міститься 45% добової норми фосфору та кальцію і 80% норми магнію. Встановлено, що введення до 20% ядра насіння соняшнику від загальної кількості рецептурних компонентів супроводжується підвищенням вмісту мікроелементів на 82%. У виробах з 15 та 20% ядра розрахункова кількість К виросла у 1,6 і 1,9 рази, Са – у 3,2 і 3,9 рази, Mg – в 2,8 і 3,3 рази, Na – у 1,8 і 2,1 рази, Fe – на 7 і 9 %, відповідно (рис. 3.7).

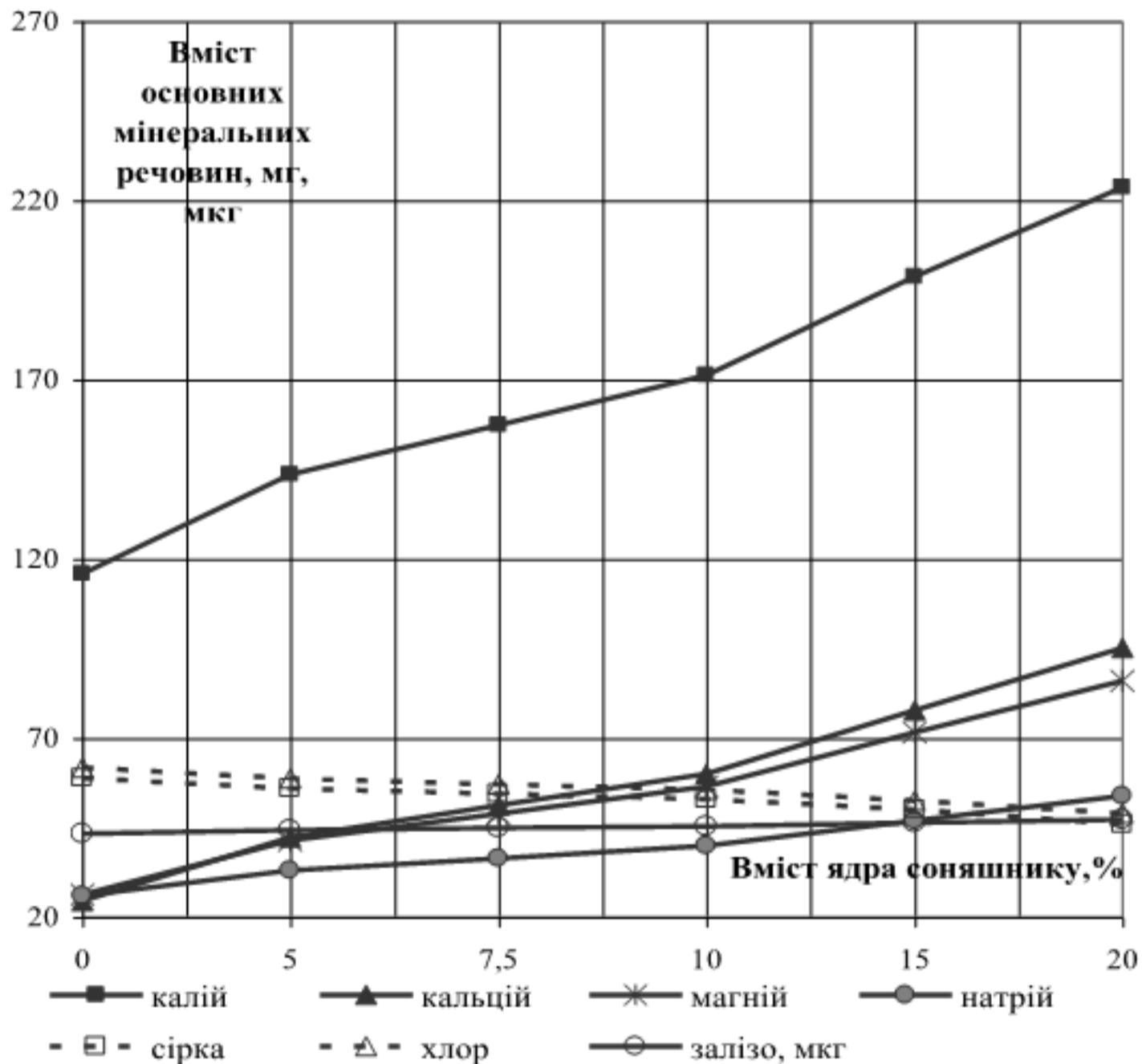


Рисунок 3.8. Вплив ядра насіння соняшнику на вміст основних мінеральних речовин в пісочному напівфабрикаті.

Основними вітамінами ядра є ніацин (PP), тіамін (B₁) та вітамін E. Вітамін E уявляє собою суміш токоферолів, найважливішим з яких є α -токоферол. Для вітаміну E соняшникового ядра α -токоферол складає 95% [35]. При кількості ядра 15 та 20% в пісочному напівфабрикаті розрахунковий вміст вітаміну E збільшується, відповідно, в 2,8 і 3,3 рази (табл. 3.3), що для 100 г готового продукту складає майже половину добової потреби організму. Кількість ніацину при цьому збільшується в 2,1 і 2,4 рази, а тіаміну – в 2,9 і 3,5 рази відповідно.

Таблиця 3.7- Вплив ядра насіння соняшнику на вміст вітамінів в пісочному напівфабрикаті

Найменування вітаміну	Добова норма	Вміст вітаміну в 100 г						
		ядра соняшнику	пісочного напівфабрикату з концентрацією ядра, %					
			0	5	7,5	10	15	20
E, мг	8...10	22,22	1,84	2,93	3,47	4,01	5,08	6,17
PP (ніацин), мг	14...26	10,12	1,27	1,73	1,96	2,19	2,65	3,07
B ₁ (тіамін), мг	1,1...1,9	1,84	0,14	0,23	0,28	0,32	0,41	0,49
B ₂ (рибофлавін), мг	1,3...2,2	0,18	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
B ₆ (піридоксин), мг	1,8...2,0	0,00	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10
B ₉ (фолацін), мкг	200	0,00	20,27	19,25	18,75	18,24	17,23	15,65
B ₁₂ (кобаламін), мкг	3	0,00	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
A, мг	80...100	0,00	0,2	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16
β -каротин, мг	-	0,00	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10
H (біотин), мкг	-	0,00	3,013	2,97	2,89	2,81	2,66	2,45
Холін, мкг	-	0,00	60,42	57,4	55,89	54,38	51,36	47,12

На адекватність теоретичних розрахунків реальному вмісту мікронутрієнтів має суттєвий вплив фактор термічної обробки. Параметри технології виробів з пісочного тіста не впливають на збереженість мінеральних речовин, але можуть бу-

ти руйнівними для вітамінів. Вітамін Е достатньо стійкий до впливу високих температур в вакуумі [133], між тим він може частково руйнуватися в присутності кисню. На вміст тіаміну (B_1) звичайна теплова обробка впливає мало, але нагрівання в лужному середовищі призводить до його значних втрат. Пісочне тісто має лужне середовище завдяки наявності хімічних лужних розпушувачів, проте контакт між тістом і вітаміном B_1 здійснюється лише по поверхні ядра. Таким чином використання ядра насіння соняшнику в цілому вигляді, а також відносно незначна вологість пісочного тіста сприяють мінімальному руйнуванню вітамінів ядра під час випікання пісочного напівфабрикату. Ніацин (вітамін РР) є достатньо стійким до нагрівання, тому його фактичний вміст буде не суттєво відрізнятися від розрахункового.

Аналіз отриманих даних показує, що під час використання ядра насіння соняшнику в пісочному напівфабрикаті знизиться розрахунковий вміст деяких мікроелементів (Si, Cl, S) та вітамінів (А, B_6 , B_2 , B_9 , Н), що пояснюється відсутністю цих мікронутрієнтів в самому ядрі. Але зважаючи на встановлені добові норми цих речовин та попередній незначний вміст в пісочному напівфабрикаті таке зниження їх кількості є не суттєвим.

Таким чином, з точки зору збагачення продукції з пісочного тіста життєво важливими біологічно активними речовинами (поліненасиченими жирними кислотами, незамінними амінокислотами та ін.) і мікронутрієнтами (макро, мікроелементами, вітамінами) доцільно вводити соняшникове ядро у кількості не менш 15%. Але якість харчового продукту – це сукупність властивостей, що визначає не лише його здатність забезпечувати потреби організму людини в основних речовинах, але й безпеку для її здоров'я, стабільність складу і споживчих властивостей протягом строку придатності до споживання. Поліненасичені жирні кислоти, на які багате ядро соняшнику, є нестійкими речовинами, і під впливом певних факторів, зокрема високих температур випікання пісочного напівфабрикату, можуть окислюватись з утворенням під час зберігання з'єднань, шкідливих для здоров'я людини. Тому особливе значення при визначенні якості виробів із пісочного тіста, є їх безпека для здоров'я споживачів.

3.3. Дослідження процесів окислення ліпідів пісочного напівфабрикату з ядром насіння соняшнику

Теоретичними дослідженнями попереднього розділу виявлено, що на стадії випікання виробів із пісочного тіста з ядром насіння соняшнику, для якої характерні жорсткі температурні режими, можуть мати місце процеси окислення ліпідів ядра, що заглиблюються під час зберігання. Даний розділ присвячений дослідженню процесів окислення ліпідів випеченого пісочного напівфабрикату з ядром насіння соняшнику та розробленню способу запобігання небажаним змінам жирно кислотного складу при зберіганні.

Попередніми дослідженнями визначено, що вміст ядра соняшникового насіння в пісочному напівфабрикаті з точки зору його збагачення має бути не менш 15%. У зв'язку з цим в дослідженнях використано зразки випеченого пісочного напівфабрикату з вмістом ядра 15%, які виготовлені зі співвідношенням рецептурних компонентів тіста згідно базової рецептури з використанням зразка ядра №1. В якості жирового компоненту застосовано вершковий маргарин, вміст якого в готовому виробі складає 27%. Дослідженню підлягала жирова фракція наведених нижче зразків випеченого пісочного напівфабрикату:

Підготування зразків для дослідження здійснювали після дводобового зберігання пісочного напівфабрикату для більш значної прояви окислювальних процесів. Жирову фракцію з перелічених зразків виділено екстракційно-ваговим методом. Дослідження показали, що кислотне число борошняної фракції напівфабрикату незначно відрізняється від цього показника в контрольному зразку (відповідно 0,29 та 0,25 мг КОН/г тоді як кислотне число його загальної жирової фракції (зразок 2) вище ніж в контролі більше ніж на 20% (рис. 3.9, а). Це обумовлене підвищенням вмісту вільних жирних кислот саме в жирах насіння соняшнику (в 1,8 рази більше ніж в борошняній частині). Аналогічні результати отримані і при визначенні кількості накопичених в дослідних зразках перекисних сполук (рис. 3.9, б). Кількість пероксидів в загальній жировій фракції пісочного напівфабрикату з ядром соняшнику майже в 1,4 рази більше, ніж у жирі контрольного зразка. Під час досліджень окремої борошняної складової виробу (зразок 3) встановлено, що

значення показника перекісного числа її жиру відрізняється від цього показника в контролі на 19,4% і дорівнює 2,4 ммоль $\frac{1}{2}\text{O}$ /кг.

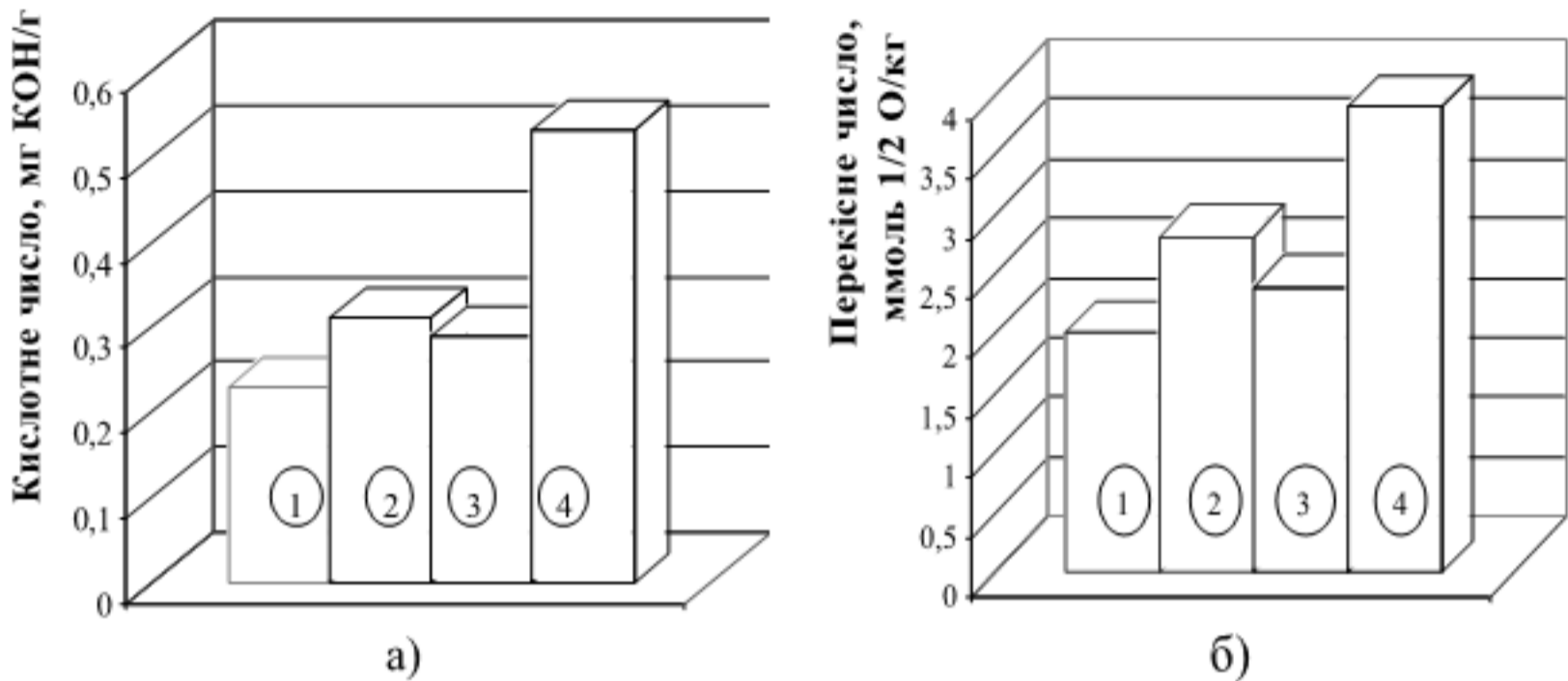


Рис.унок3.9. Накопичення продуктів окислення а – вільних жирних кислот, б – перекісних сполук в дослідних зразках жиру:

- 1 – напівфабрикат без ядра (контроль); 2 – напівфабрикат з ядром;
- 3 – борошняна фракція напівфабрикату після видалення ядра;
- 4 – ядро соняшнику, видалене з готового виробу

Водночас, жирові компоненти ядра насіння соняшнику, видаленого з пісочного напівфабрикату, містять в 1,6 разів більше пероксидів, ніж жири борошняної фракції цього ж виробу. Більше накопичення продуктів окислення в останній пояснюється тим, що під впливом високих температур відбувається витоплювання частини жиру ядра до тіста. Витоплений жир обволакує зерна крохмалю та білкові міцели і перемішується з власним жиром тіста. Стійкість такого жиру до окислення знижується за рахунок збільшення площі контакту з киснем та лужного середовища пісочного тіста, що особливо помітне під час зберігання дослідних зразків.

3.4. Розроблення способу запобігання окисленню жирів ядра насіння соняшнику

Серед існуючих заходів уповільнення окислювальних процесів у жирах соняшникового ядра особливої уваги заслуговує спосіб утворення на поверхні ядра покриття з високостійкої олії. Такий спосіб є достатньо технологічним і не потребує дорогого додаткового обладнання. У зв'язку з цим нами обрано його за основу для подальших досліджень. В якості стійкої олії використано пальмову, тому що вона широко представлена на ринку України, має відносно невисоку вартість та застосовується у складі шортренінгів для виробництва різних видів печива [23,24]. Оцінку ефективності гальмування окислювальних процесів жирів ядра покриттям із пальмової олії проводили на модельній системі – використовували ядро безпосередньо, а не в складі готового виробу. Зразки ядра після занурювання до розплавленої пальмової олії витримували 5...7 хв за температури 20°C для застигання на його поверхні шару олії і прогрівали в умовах близьких до умов випікання пісочного напівфабрикату (200°C впродовж 10 хв). В якості контролю застосоване необроблене ядро, прогріте в аналогічному режимі. Після охолодження зразків екстрагували з них жир і оцінювали вміст в ньому вільних жирних кислот та пероксидів. Визначення показників окислення проводили також через 2, 14 та 28 діб. Результати досліджень представлені на діаграмах (рис. 3.10, а, б). Відомо, що для доброякісних олій значення перекісного числа не повинно перебільшувати 10 ммоль $\frac{1}{2}\text{O}$ /кг, а значення кислотного числа – 2 мг КОН/г. Цю інформацію використовували для оцінювання ступеню збереженості доброякісності жирів прогрітого соняшникового ядра протягом часу. Встановлено, що нанесене покриття забезпечує належне значення кислотного числа жирів ядра наприкінці зберігання.

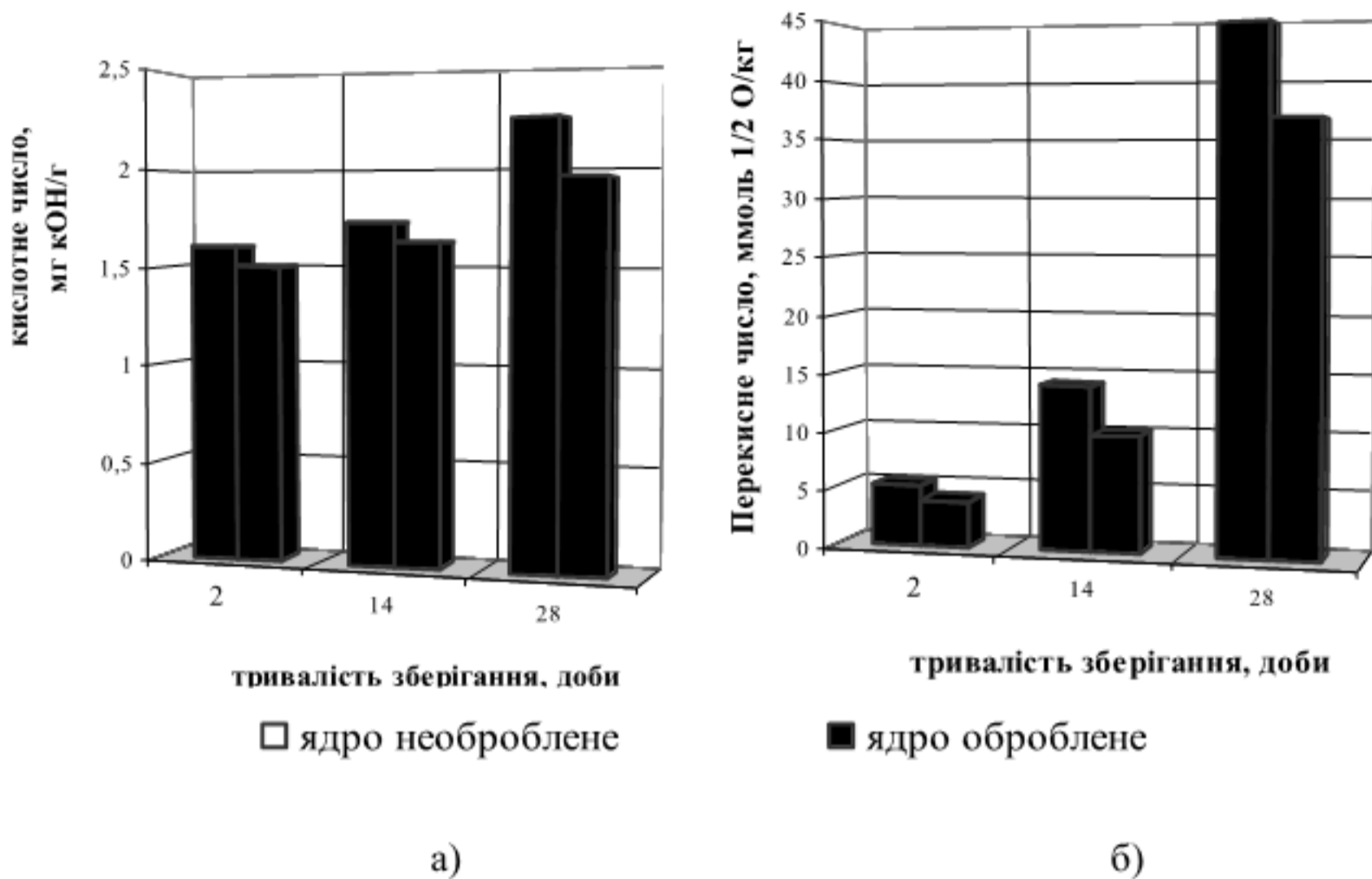


Рисунок 3.10. Накопичення продуктів окислення (а – вільних жирних кислот; б – перекісних сполук) в дослідних зразках при зберіганні.

Граничне значення перекісного числа в жирі обробленого ядра досягається вже на 14 день, а через 28 днів воно зростає майже в 4 рази. Покриття з пальмової олії гальмує накопичення вільних жирних кислот в жирах ядра через 28 днів зберігання на 8,5%, а пероксидів – на 28,3%. Отримані результати можна пояснити тим, що шар олії на поверхні ядра частково перешкоджає доступу молекулярного кисню в середину ядра, що запобігатиме руйнуванню токоферолів та гальмуватиме окислення жирових компонентів.

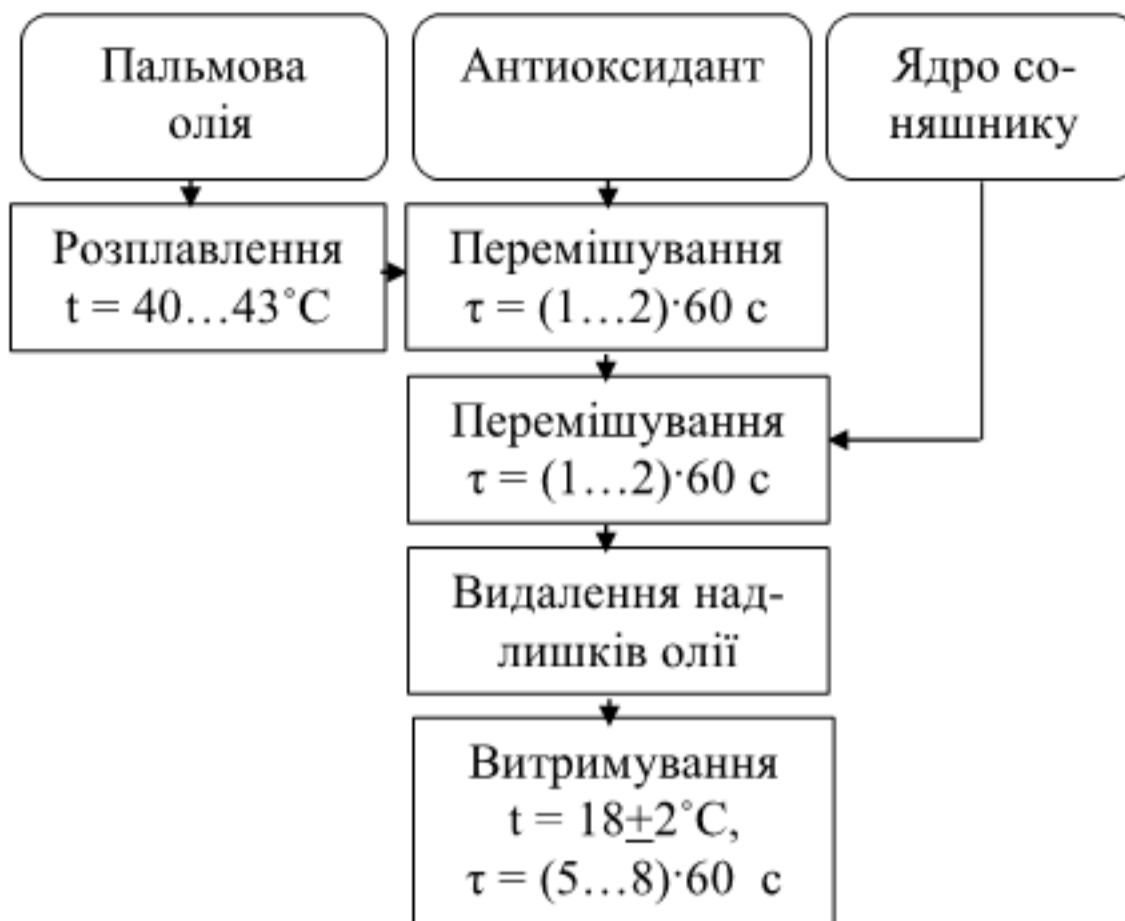
Результати цього експерименту свідчать про недостатню ефективність стабілізування ліпідного комплексу ядра насіння соняшнику за допомогою покриття з пальмової олії.

Для збільшення ефективності стабілізації вирішено в пальмову олію додавати синтетичні та натуральні антиоксиданти. При цьому олія виконує роль адге-

зійної речовини, що сприяє нанесенню на ядро соняшнику шару антиоксидантів і збереженню цього шару.

В якості синтетичного антиоксиданту нами використано “Antrancine-55” (виробництва фірми “Jan Dekker”), який уявляє собою олійний розчин бутілгідроксианізолу та бутілгідрокситолуолу (1:1). Такий вибір антиоксиданту обумовлено тим, що за інформативними джерелами бутілгідроксианізол та бутілгідрокситолуол виявили себе ефективними антиокислювачами не тільки по відношенню до кондитерських жирів [15, 17, 25], а й до лінолевої кислоти, яка є основною поліненасиченою жирною кислотою ядра соняшнику [15, 14]. Крім того, суміш цих речовин є найбільш ефективною саме для стабілізування пальмової олії [23]. Також вони легко розчиняються в жирах, стійкі до впливу високих температур і здатні проявляти в суміші між собою синергізм [18, 13]. Серед натуральних антиоксидантів використовували екстракти рослин з високим вмістом фенольних сполук, які поряд зі стабілізацією жирів здатні позитивно впливати на обмінні та окислювальні процеси в організмі людини. Для дослідження обрано три зразки екстрактів з шавлії: водно-етанольний (ВЕШ), етанольно-гліцериновий (ЕГШ), олійний (ОШ). Також використані комплексні суміші аналогічних екстрактів на основі шавлії і ще двох рослинних компонентів – кори дубу і зеленого чаю: водно-спиртовий комплексний (ВЕК), етанольно-гліцериновий комплексний (ЕГК) та олійний комплексний (ОК) на основі соєвої нерафінованої олії [190, 191, 212]. Екстракти з рослинної сировини отримані згідно ТУ У 30657408.003-2000 ТОВ „Лабораторія хімоіл” (м. Харків). Співвідношення пальмова олія : “Antrancine-55” складає 100 : 0,075; пальмова олія : рослинні екстракти – 90 : 10. Саме такий вміст антиоксидантів рекомендовано в олійно-жировій галузі для стабілізації олій [42].

Технологічна схема оброблення соняшникового ядра наведена на рис.3.11.



Параметри процесу оброблення встановлені експериментально з урахуванням температури плавлення та застигання пальмової олії. Запропонована технологія дозволяє отримати на поверхні ядра тверде покриття завтовшки $0,10 \pm 0,05$ мм.

З метою виявлення найбільш ефективних у складі покриття антиоксидантів також проводили до-

Рисунок 3.11. Технологічна схема процесу оброблення

слідження на модельній системі (як у попередніх дослідах. В якості контролю виступали прогріте ядро без покриття і прогрітий зразок, оброблений лише пальмовою олією. Екстрагування жиру з ядра здійснювали через 2 доби після його прогівання. Результати досліджень представлені на рис. 3.12 та 3.13.

Видно, що найбільш ефективно запобігає накопиченню вільних жирних кислот в складі пальмової олії синтетичний антиоксидант “Antrancine-55”. Він в 1,6 рази гальмує зростання значення кислотного числа порівняно з прогрітим контрольним зразком, і в 1,5 рази – порівняно зі зразком, обробленим тільки пальмовою олією. Серед рослинних антиоксидантів максимально наближаються за своєю ефективністю до дії синтетичного антиоксиданту ВЕШ, ОШ та ЕГК. При їх застосуванні в складі пальмової олії кислотне число жиру ядра в 1,3...1,4 рази нижче, відносно контролю і на 27...34% відносно ядра, обробленого тільки пальмовою олією.

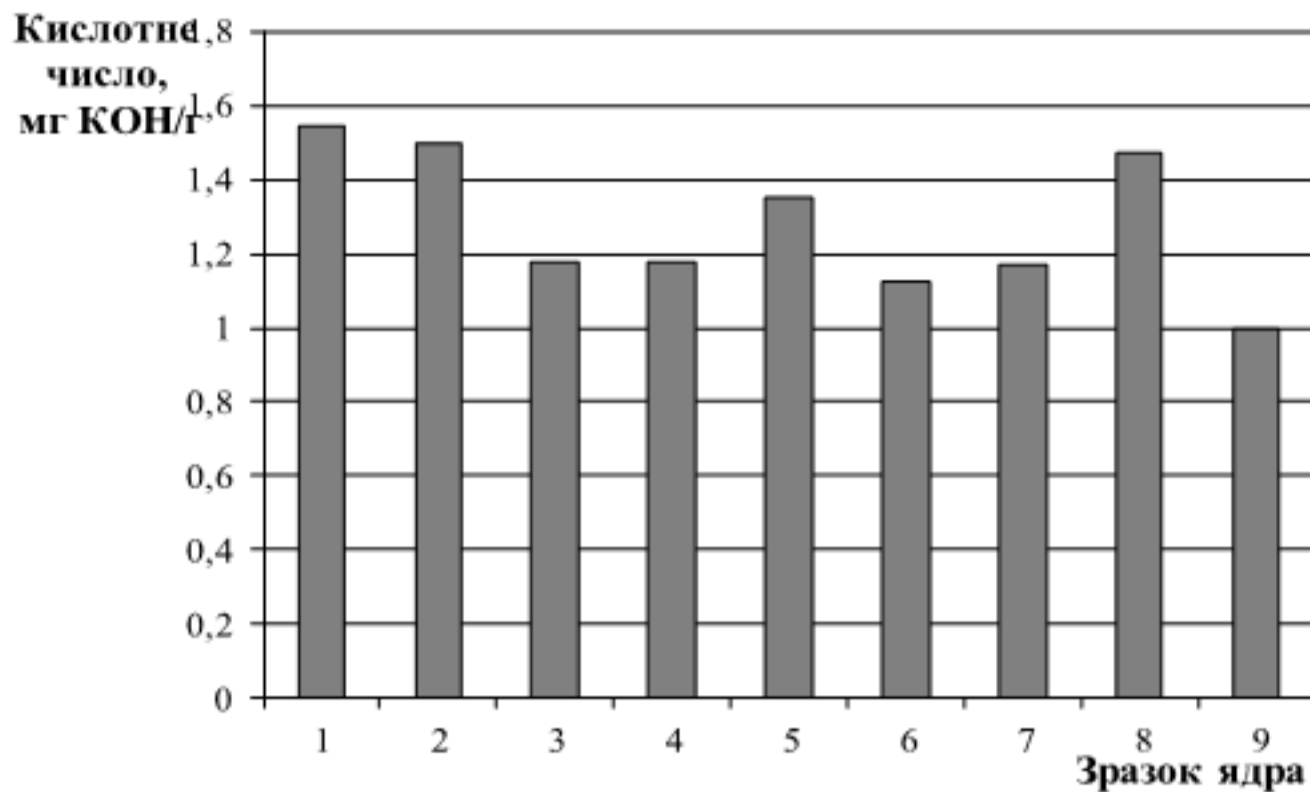


Рисунок 3.12. Показники кислотного числа жирових речовин прогрітого ядра:

- 1 – без покриття; 2 – обробленого пальмовою олією;
 обробленого розчинами екстрактів в пальмовій олії:
 3 – ВЕШ, 4 – ВЕК, 5 – ЕГШ, 6 – ЕГК, 7 – ОШ, 8 – ОК;
 9 – обробленого розчином синтетичного антиоксиданту.

Антиоксидантний розчин ВЕК виявився на 20% менш ефективнішим за синтетичний. Майже не проявляє стабілізуючого ефекту розчин ОК.

При ранжуванні досліджуваних антиокислювачів за мірою гальмування гідролітичних процесів у жирах прогрітого ядра отримано такий ряд:

“Antrancine-55” > ЕГК > ОШ = ВЕК = ВЕШ > ЕГШ > ОК.

Звісно, що для харчових систем з низькою вологістю (вологість сирого соняшникового ядра складає близько 4 %) домінуючою ознакою псування жирів є накопичення пероксидів. Покриття з антиоксидантами гальмує процес утворення перекісних сполук у прогрітому ядрі в 2,0...4,6 рази (рис. 4.6), а покриття з самої пальмової олії – лише в 1,3 рази. Максимальний стабілізуючий вплив на вказаний процес оказало покриття з синтетичним антиоксидантом “Antrancine-55” – в 4,6 рази. Серед рослинних антиоксидантів наближаються за своєю ефективністю до дії синтетичного екстракти шавлії та ВЕК. При їх застосуванні перекісне число жирових речовин прогрітого ядра соняшнику в 3,2 та

4,1 рази нижче, ніж у необробленого зразка, і в 2,4 та 3,1 рази менше ніж у ядра, обробленого лише пальмовою олією.

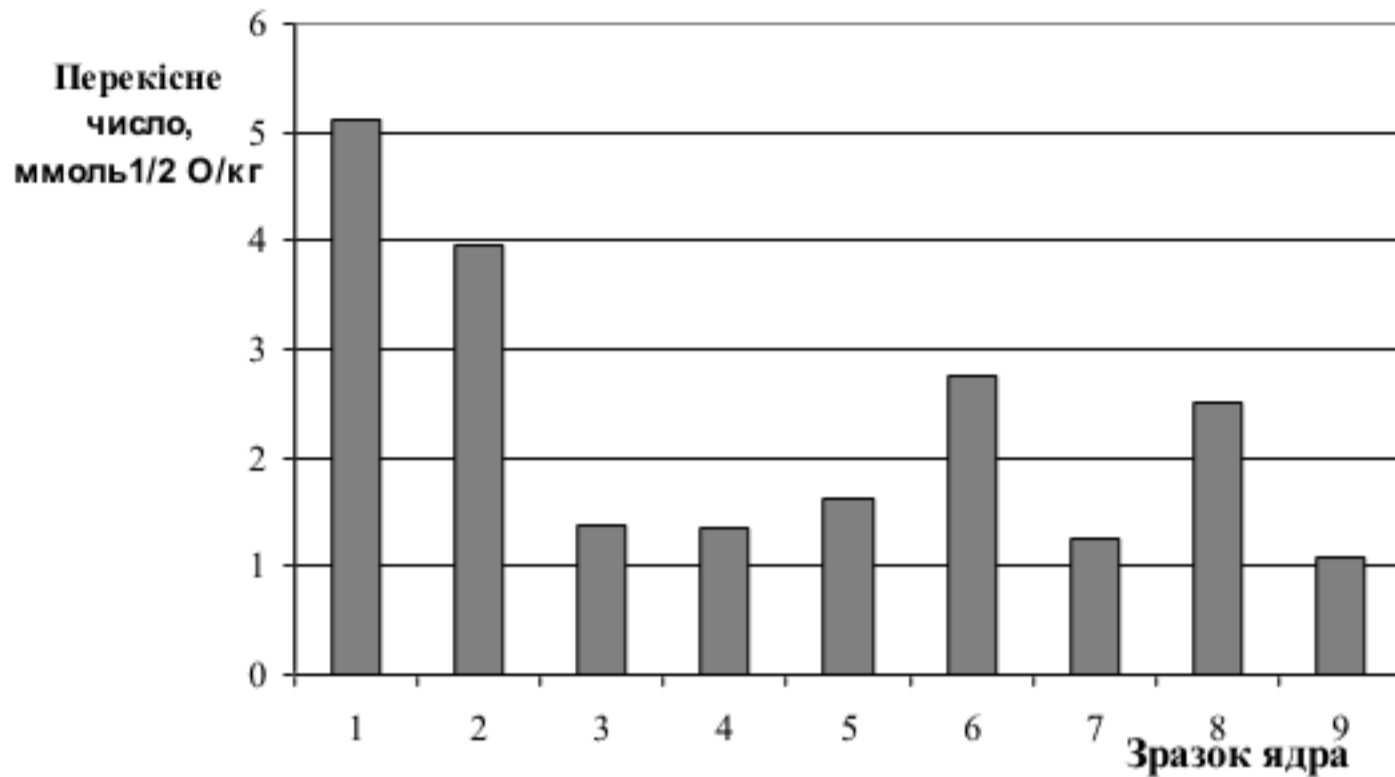


Рис.унок 3.13. Зміни перекісного числа жирових речовин прогрітого ядра:

- 1 – без покриття; 2 – обробленого пальмовою олією;
 обробленого розчинами екстрактів в пальмовій олії:
 3 – ВЕШ, 4 – ВЕК, 5 – ЕГШ, 6 – ЕГК, 7 – ОШ, 8 – ОК;
 9 – обробленого розчином синтетичного антиоксиданту.

Результати досліджень свідчать, що найменший гальмуючий ефект на накопичення пероксидів мають екстракти ОК та ЕГК. Перекісні числа жиру ядра, обробленого з їх використанням, дорівнюють 2,5 та 2,8 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг, відповідно. Тобто ефективність їх застосування в 2,3 та 2,5 рази нижче, ніж у антрацену. Ранжування антиоксидантів за мірою зниження їх впливу на цей процес має такий вигляд: “Antrancine-55” > ОШ > ВЕК=ВЕШ > ЕГШ > ОК > ЕГК.

Порівняння рядів ефективності використаних антиоксидантів за мірою гальмування гідролітичних та окислювальних процесів у жирах прогрітого ядра показало, що найкращим є “Antrancine-55”. Водночас, для рослинних екстрактів проведено ранжування не дозволяє однозначно вибрати найбільш ефективний. Так, за впливом на значення кислотного числа найкращі антиоксидантні властивості при-

таманні етанольно-гліцериновому комплексному екстракту, а за впливом на значення перекісного числа він знаходиться на останньому місці. У зв'язку з цим необхідно було узагальнити отримані результати.

3.5. Вплив ядра насіння соняшнику на властивості пісочного тіста

В даному розділі досліджували вплив ядра насіння соняшник на стадії замішування тіста і формування виробів (підсистему В), яку представляли у вигляді параметричної схеми (рис. 3.3).



Рисунок 3.14.- Параметрична схема технологічного процесу замішування пісочного тіста з ядром насіння соняшнику та формування виробів

На цій стадії утворюються такі основні характерні показники якості тіста як в'язкість (η_t), вологість (W_t), адгезійна напруга між тістом та ядром ($p_{я}$), адгезійна напруга між тістом з ядром соняшнику та поверхнями технологічного обладнання ($p_{об}$). Частка зруйнованих ядер ($\Gamma_{яс}$) і температура тіста (t_t) на цьому етапі змінюються не суттєво, тому їх віднесено до параметрів стану. Процеси тістоутворення обумовлені впливом керівних факторів: тривалістю і температурою замішування ($\tau_з$, $t_з$), кількістю ядра ($K_{яс}$) та співвідношенням рецептурних компонентів ($K_{рк}$). У

зв'язку з тим, що приготування емульсії здійснюється так само, як і в традиційній технології, то показники її якості – ступінь дисперсності (D_{em}), стійкість (S_{em}) та в'язкість (η_{em}) – відносяться до *збурювальних факторів*. До них належать і показники якості борошна (K_k – кількість клейковини, $W_{бор}$ – вологість борошна) та ядра ($KЧ_{яс}$, $ПС_{яс}$ – кислотне та перекісне числа жиру ядра). Збурювальні фактори безумовно впливають на якість випеченого виробу, але в ході проведених експериментів вони не підлягають змінам і залишаються постійними для всіх дослідів.

Аналіз ролі керованих факторів з точки зору забезпечення технологічності процесу та якості готових виробів показав, що велике практичне значення має показник адгезійної напруги, який відображає поведінку тіста під час контакту з матеріалом технологічного обладнання. Це є особливо актуальним для механізованого способу приготування виробів. Підвищення адгезійних властивостей пісочного тіста призводить до його прилипання до робочих органів обладнання та залипання в формах у разі формування виробів виємним способом. Занадте зниження міцності адгезії викликає передчасний відрив тістової заготовки при контакту з поверхнею під час формування продукції відсадним способом. При цьому виникає необхідність застосування додаткової ручної праці, підвищуються витрати харчової сировини, погіршуються санітарні умови виробництва. У зв'язку з цим доцільними є дослідження зі встановлення впливу стабілізованого ядра насіння соняшнику на адгезійні властивості пісочного тіста та з визначення максимально можливої концентрації ядра за умов оптимального значення показника адгезійної напруги.

Інші керовані фактори підсистеми замішування тіста та формування виробів – в'язкість (η_T) і вологість (W_T) тіста – вважали за доцільне оцінювати після визначення співвідношення рецептурних компонентів, необхідного для забезпечення бажаних адгезійних властивостей тіста. Такі дослідження проводили з метою встановлення відповідності цих показників нормативним документам. Суттєвий вплив на адгезійні властивості тіста оказують рецептурні компоненти. Тому варіювали співвідношення основних рецептурних компонентів (K_{PK}), а такі фак-

тори як тривалість і температура замісу залишали незмінними ($\tau_3 = 120 \dots 180$ с, $t_3 = 16 \dots 20^\circ\text{C}$).

Під час додавання цілого ядра насіння соняшнику в систему пісочного тіста утворюється неоднорідна дисперсна структура, яка складається з упругопластичної (тісто) та твердої (ядро) фаз. При цьому виникає внутрішній адгезійний зв'язок між полімерними з'єднаннями борошна та ядром. Тобто в процесі досліджень необхідно враховувати, що з одного боку міцність адгезії між ядром соняшнику та тістом повинна бути достатньо високою, щоб забезпечити злипання тіста з ядром для збереження цілісності структури тіста під час його виготовлення та формування виробів.

Вивчення адгезійних властивостей пісочного тіста проводили на модельній системі за допомогою спеціального прибору адгезіометру, фіксуючи зусилля відриву певної маси продукту від поверхні пластини штока прибору. Для проведення першого етапу досліджень замішували пісочне тісто без ядра та розташовували в спеціальній ємності прибору. Ємність підводили до зіткнення з контактуючою пластиною штока адгезіометру, по всій поверхні якої зафіксовано ядро насіння соняшнику. На другому етапі досліджень визначали міцність адгезії пісочного тіста з вмістом ядра ($K_{\text{ЯС}}$) 15% від загальної кількості сировини до металевої пластини штока адгезіометру, яка імітує робочі поверхні технологічного обладнання. В якості базової рецептури для приготування досліджуваних зразків тіста використано рецептуру пісочного напівфабрикату класичного. При варіюванні співвідношення рецептурних компонентів зважали на те, що за попередніми дослідженнями воно повинно знаходитись в межах:

борошно : цукровий компонент : жир : меланж
як $1 : [0,33 \dots 0,50] : [0,41 \dots 0,62] : [0,08 \dots 0,30]$.

Вплив рецептурних компонентів на адгезійні властивості пісочного тіста показано у табл. 3.8.

Аналіз табличних даних показує, що при зниженні кількості меланжу в рецептурі на 3% його частка відносно борошна виходить за допустимі межі. На таку ж кількість можна зменшити вміст цукру. Кількість борошна неможливо знизити

більше ніж на 5%, тому що частка жиру відносно борошна перевищить значення 0,62, встановлене як граничне. На 7% можна знизити вміст жиру – інакше значення його частки вийде за нижню межу визначеного інтервалу.

Таблиця 3.8-Вплив співвідношення основних рецептурних компонентів пісочного тіста на його адгезійні властивості

Зниження вмісту компоненту в рецептурі, % від загальної кількості сировини	Співвідношення борошно : цукор : жир : меланж	Значення адгезії тіста, Па	
		до ядра	до поверхонь обладнання
0 (контроль)	1 : 0,37 : 0,56 : 0,13	326,5 \pm 4,9	770,2 \pm 4,9
Зниження вмісту борошна			
3	1 : 0,39 : 0,59 : 0,14	354,0 \pm 4,9	915,6 \pm 4,9
5	1 : 0,41 : 0,62 : 0,14	382,0 \pm 4,9	994,8 \pm 4,9
7,5	1 : 0,44 : 0,66 : 0,15	424,0\pm4,9	1084,7\pm4,9
10	1 : 0,47 : 0,70 : 0,16	473,8 \pm 4,9	1159,3 \pm 4,9
Зниження вмісту жиру			
3	1 : 0,37 : 0,49 : 0,13	209,1 \pm 4,9	645,4 \pm 4,9
5	1 : 0,37 : 0,45 : 0,13	152,1 \pm 4,9	561,4 \pm 4,9
6	1 : 0,37 : 0,43 : 0,13	130,1 \pm 4,9	514,1 \pm 4,9
7	1 : 0,37 : 0,41 : 0,13	112,2 \pm 4,9	463,3 \pm 4,9
7,5	1 : 0,37 : 0,40 : 0,13	104,9\pm4,9	436,6\pm4,9
10	1 : 0,37 : 0,35 : 0,13	84,3 \pm 4,9	289,8 \pm 4,9
Зниження вмісту меланжу			
1	1 : 0,37 : 0,56 : 0,11	269,4 \pm 4,9	694,35 \pm 4,9
3	1 : 0,37 : 0,56 : 0,07	180,5\pm4,9	574,2\pm4,9
5	1 : 0,37 : 0,56 : 0,03	108,7 \pm 4,9	484,3 \pm 4,9
Зниження вмісту цукру			
1	1 : 0,35 : 0,56 : 0,13	318,5 \pm 4,9	788,9 \pm 4,9
2	1 : 0,33 : 0,56 : 0,13	325,6 \pm 4,9	820,1 \pm 4,9
3	1 : 0,31 : 0,56 : 0,13	343,2\pm4,9	846,6\pm4,9

Графічна інтерпретація отриманих результатів з урахуванням необхідності дотримання характерного для виробів із пісочного тіста співвідношення компонентів показала, що значення адгезійної напруги між тістом і ядром має бути в інтервалі 112,2...382,0 Па, а значення цього показника між тістом з ядром і технологі-

чними поверхнями – 463,3...994,8 Па (рис. 3.15, а, б, де C – зниження частки відповідного рецептурного компоненту, %, A – адгезійна напруга, Па).

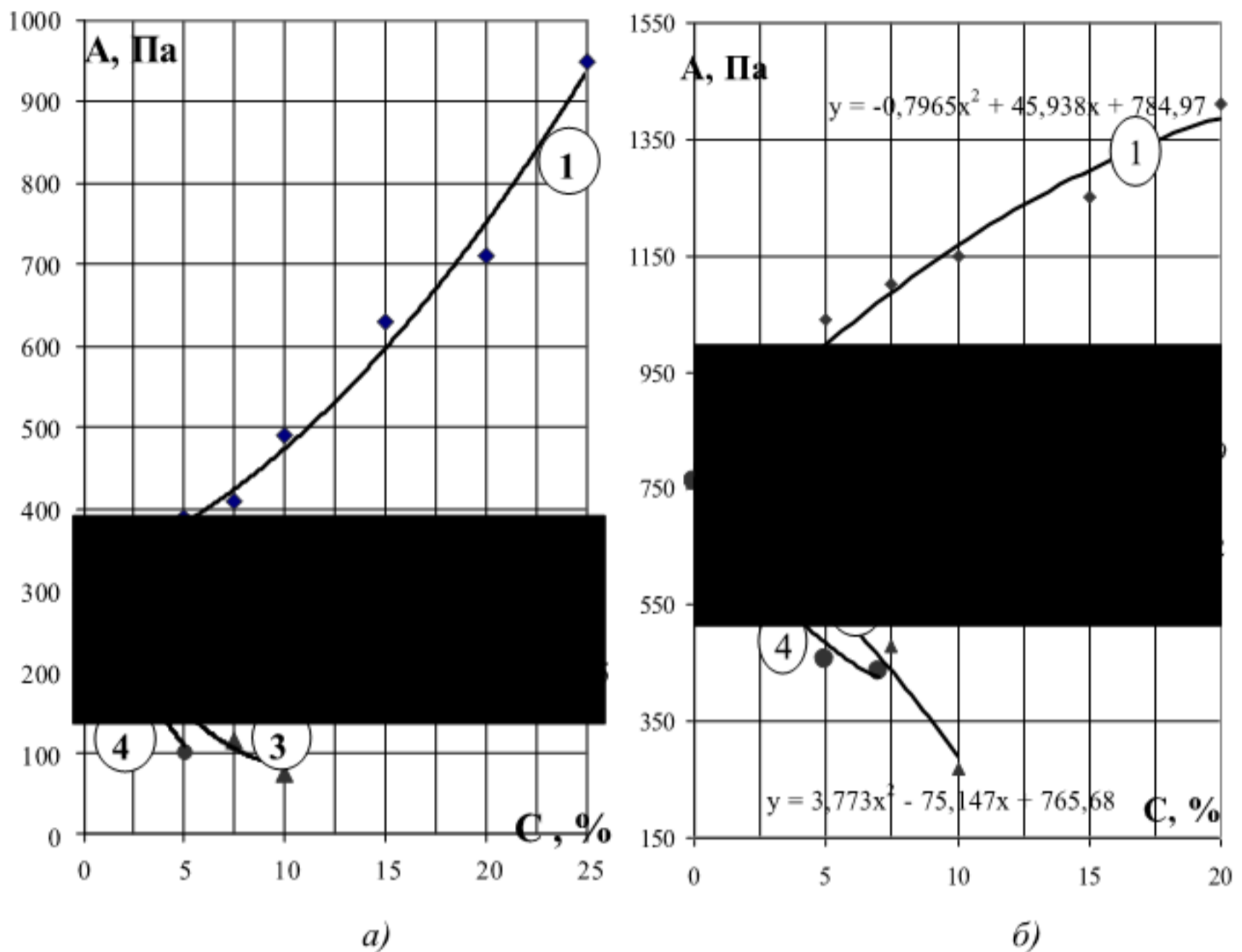


Рисунок 3.15.- Гранично допустимі значення адгезійної напруги між: а тістом і ядром, б – тістом з ядром і технологічними поверхнями; зразки тіста зі зниженим вмістом: 1 – борошна, 2 – цукру, 3 – жиру, 4 – меланжу

Адгезійні властивості тіста зумовлені, в першу чергу, наявністю високомолекулярних сполук – білків гліадину та глютеніну, які під час замішування тіста поглинають вологу, виходять за межі міжкромальної щілини у вигляді джгутиків та плівок, злипаються між собою та набувають здатності прилипати також і до твердих поверхонь – утворювати з ними адгезійний зв'язок. Під час замішування пісочного тіста білки борошна набухають обмежено, у зв'язку з недостатньою кількістю води в системі. Зниження вмісту борошна в дослідних

зразках або зменшення в рецептурі кількості цукру, який має високу гідратаційну здатність, призводить до підвищення в тісті частки вільної вологи. Як наслідок, в цих випадках збільшується зволоження білків борошна та підвищується міцність адгезії такого тіста до ядра насіння соняшнику .

Табличні та графічні дані свідчать, що зменшення в рецептурі частки жиру або меланжу призводить до зниження показника адгезійної напруги як між тістом та ядром, так і між тістом з ядром і технологічними поверхнями. Жир, з одного боку, адсорбуючись на поверхні білкових міцел і крохмальних зерен запобігає набуханню колоїдів борошна та підвищує вміст рідкої фази тіста. З іншого, жир, як і яйцепродукти, є джерелом додаткової води (вологість вершкового масла складає близько 15%, меланжу – 74%). Тобто, зі зменшенням у тісті частки жиру або меланжу полімерні з'єднання борошна поглинають менше вологи та їх здатність до прилипання погіршується.

Таким чином, підвищення адгезійних властивостей пісочного тіста досягається за умов зниження в рецептурі вмісту цукру або борошна. Встановлено, що величина адгезійної напруги між тістом та стабілізованим ядром на 10% нижче, ніж між тістом та ядром без покриття, що викликає необхідність підсилення цього показнику. У зв'язку з несуттєвим впливом цукру на адгезійні властивості тіста, його частку в рецептурі залишали незмінною. А під час розроблення нової рецептури вважали доцільним при введенні різних кількостей ядра (5; 7,5; 10; 15 і 20%) знижувати частку борошна на 5% від загальної кількості сировини. Для порівняння досліджували зразки пісочного тіста з традиційним співвідношенням рецептурних компонентів, виготовлені за базовою рецептурою з додаванням таких самих кількостей соняшникового ядра (рис. 3.16).

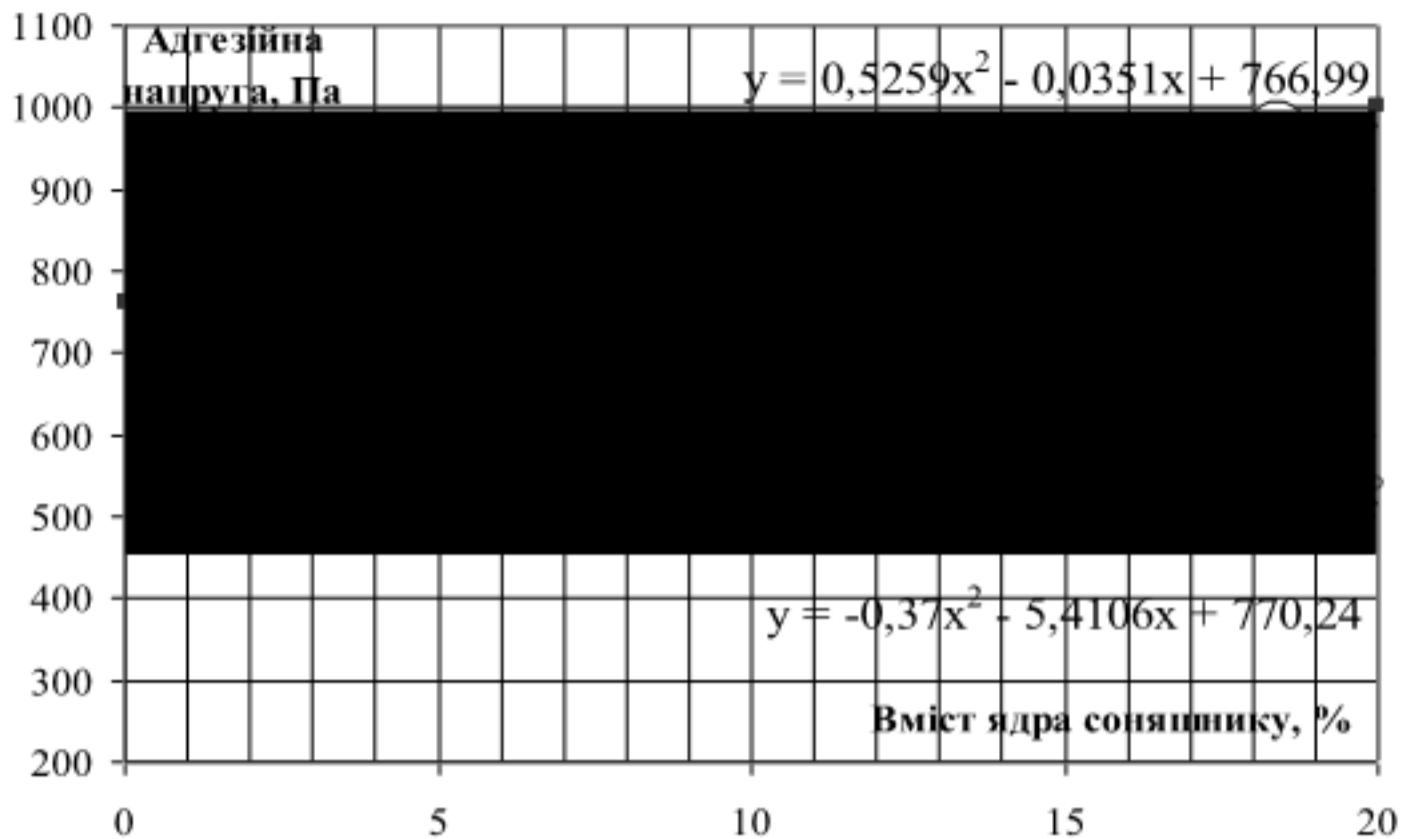


Рисунок 3.16. - Адгезійна напружка між робочими поверхнями обладнання та тістом з ядром соняшнику: 1 – зі зниженням частки борошна на 5%;

2 – з традиційним співвідношенням компонентів.

Наведені графічні дані свідчать, що при збереженні співвідношення основних компонентів адгезійна напружка тіста з ядром зі збільшенням його вмісту знижується. Це пояснюється попаданням зерняток між тістом і контактуючою пластиною прибору. Додавання 20% ядра соняшнику в пісочне тісто, виготовлене з традиційним співвідношенням рецептурних компонентів, дозволяє отримати систему, показник міцності адгезії якої знаходиться на нижній межі зазначеного інтервалу. Але при цьому міцність адгезії між тістом і ядром залишається незмінною. Збільшення ж цього показника можливе лише за умов зниження в тісті частки борошна, яке обмежене 5%. В цьому випадку відзначено зростання показника адгезійної напружки (залежність 1, рис. 5.5), що сприяє підсиленню зв'язку між ядром та тістом. Водночас, цей показник відрізняється від контрольного менше, ніж в зразках з традиційним співвідношенням рецептурних компонентів. При вмісті ядра 15% (залежність 2) значення міцності адгезії менше ніж в контрольному на 25%, а в дослідному зразку (залежність 1) більше відповідно на 15%.

Таким чином, за дослідженнями адгезійних властивостей пісочного тіста з ядром насіння соняшнику визначено, що є доцільним вводити до рецептури печива ядро в кількості 7,5...20% від ваги рецептурних компонентів при одночасному зменшенні на 5% частки борошна. При цьому співвідношення основних складових становить борошно : цукровий компонент : жир : меланж

як $1 : 0,42 : 0,62 : 0,15,$

що відповідає межам попередньо встановленого інтервалу.

Зміна в рецептурі співвідношення основних компонентів впливає не лише на поверхневі, а й на внутрішні структурно-механічні показники якості пісочного тіста, до яких відносяться зсувні реологічні властивості.

Зсувні властивості визначають поведінку об'єму продукту під час впливу на нього зсувних дотичних напружень [259]. Ці показники дають змогу оцінити ступінь стійкості тіста до руйнування і характеризують в першу чергу його здібність зберігати форму під час формування, що є важливим для механізованого способу отримання заготовок печива. Дослідження цих показників для пісочного тіста проводили на ротаційному віскозиметрі "Реотест-2" у циліндричному вимірювальному пристрої за Куетом з індексом циліндру "Н" при температурі 20°C. Значення ступеню числа обертів приймали в діапазоні 2b...10b, збільшуючи швидкість зсуву від 0,1667 до 24,3000 с⁻¹. Досліджували зразки пісочного тіста виготовлені за базовою рецептурою (контроль) та зі зниженням частки борошна на 5% від загальної кількості сировини.

Аналіз кривих течії дослідних зразків показав, що форма кривих зберігається, але зі збільшенням концентрації ядра їм властиві менші значення дотичного напруження. Всі криві течії мають граничне напруження зсуву. Зона "лавинного" руйнування структури контрольного зразку настає при значенні напруження зсуву $0,61 \cdot 10^3$ Па. В дослідному зразку (залежність 2) зона "лавинного" руйнування структури має місце при меншому значенні напруження зсуву – $0,37 \cdot 10^3$ Па, що свідчить про зменшення опору матеріалу напрузі.

3.6. Дослідження впливу ядра насіння соняшнику на якість

випечених виробів

В попередньому розділі визначено співвідношення основних рецептурних компонентів та інтервал дозування ядра. Для розроблення рецептури пісочного напівфабрикату з ядром насіння соняшнику необхідно визначити максимальну кількість ядра, яку можна додати до тіста без погіршення якості готового продукту. Згідно нормативним документам якість готового виробу визначають його фізико-хімічні (намочуваність, вологість, твердість, міцність, упік) та органолептичні властивості. Зважаючи на це в цій низці дослідів досліджували зміни саме таких показників у разі варіювання вмісту в виробах ядра соняшнику (7,5; 10; 15 та 20% від загальної кількості сировини). В дослідженнях використано зразки ядр 4. Для спрощення досліджувані зразки виготовляли у вигляді печива. Визначення показників намочуваності, твердості і вологості проводили за стандартними методиками. Міцність вимірювали за розробленою нами методикою на модифікованому пристрої Валента (розділ 2). Під час дослідження якості випечених виробів з різним вмістом ядра температура і тривалість випікання були фіксованими величинами і дорівнювали відповідно 200°C і 10 хв.

Дослідження фізико-хімічних показників виробів як зі стабілізованим так і з необробленим ядром показали, що для однакових концентрацій ядра їх значення знаходяться в межах відносної похибки експерименту. Тому вплив ядра соняшнику на фізико-хімічні властивості пісочного печива наведений на прикладі виробів зі стабілізованим ядром (табл.3.9.).

Відмітною особливістю виробів із пісочного тіста є розсипчастість, яка залежить від структури і характеризується ступенем їх розрихленості. Розрихленість виробів частково відображають значення таких фізичних показників, як намочуваність і твердість. Якість печива значною мірою характеризується його здатністю поглинати вологу. При цьому велике значення має інтенсивність, або швидкість, цього процесу. Тому одним з найважливіших показників якості печива, регламентуємих ДСТУ, є його намочуваність.

Таблиця 3.9.- Вплив ядра соняшнику на фізико-хімічні властивості пісочного печива

Показник	Вміст ядра насіння соняшнику, %				
	0	7,5	10	15	20
Намочуваність, %	198,5 ±5,4	189,0±7,5	188,0±7,5	183,0±7,5	179,0±7,5
Твердість, г/см ³	0,547±0,020	0,560±0,025	0,573±0,025	0,581±0,025	0,598±0,025
Міцність, ·10 ⁻³ , Па	220,4±7,3	186,7±7,7	167,0±7,7	157,1±7,7	146,8±7,7
Вологість, %	5,51±0,17	5,30±0,20	5,0±0,20	4,68±0,20	4,30±0,20

Введення в рецептуру 15...20% ядра соняшнику призводить до зниження значення цього показника на 7,8...9,8%. Зменшення намочуваності в досліджених зразках обумовлено тим, що ядро не здатне поглинати воду за короткий проміжок часу. При цьому збільшення його вмісту в рецептурі пісочного печива призводить до зниження частки складових здатних намокати. Згідно ДСТУ 3781-98 намочуваність пісочного печива не повинна бути менше 110% [22]. Всі досліджені нами зразки за значенням намочуваності відповідають вимогам стандарту.

Одним з основних показників, що характеризують споживчі властивості виробів з пісочного тіста, є шпаристість. Шпаристість відображають такі структурно-механічні показники як твердість та міцність. Комплексним показником, що характеризує крихкість і розсипчастість печива є його твердість. Встановлено, що при збільшенні дозування ядра соняшнику твердість зростає в усіх дослідних зразках (табл. 5.4). Це обумовлено тим, що твердість самого ядра складає 0,988 г/см³, що значно вище, ніж у печива – 0,554 г/см³. При додаванні 15 та 20% ядра значення цього показника дорівнює, відповідно, 0,581 та 0,598 г/см³, що на 6,2 та 9,3% більше, ніж у контролі. Відомо, що твердість пісочного печива не повинна перевищувати 0,600 г/см³ для виробів з гарною шпаристістю [229]. Всі досліджені зразки відповідають встановленим вимогам.

Шпаристість непрямо характеризує розрихленість виробів. В деякій мірі від розрихленості печива залежить його міцність, але, крім того, в значній мірі на цей показник впливають фізико-хімічні властивості печива, які зумовлені рецептурним складом та технологічною обробкою. Тобто, виріб може мати шпаристу структуру і одночасно бути дуже міцним. Таким чином, визначення намочуваності і твердості печива не дозволяють повною мірою відобразити його структурно-механічні властивості. Дослідження міцності печива на злам дає змогу повніше охарактеризувати споживчі властивості продукту. З одного боку це визначення структури печива під час його вживання за розламувальністю та здатністю до розкусювання, яка характеризується ступеню міцності продукту. З іншого – характеристика ламкості печива, стійкості його до зовнішніх силових факторів під час транспортування і, як наслідок, здібності зберігати форму. При введенні в систему 15...20% ядра показник міцності зразків зменшується на 28,7...33,4% (табл. 5.4). Це обумовлене тим, що в досліджуваній технології ядро насіння соняшнику використовується в цілому вигляді, і під час його введення структура печива стає неоднорідною. Вироби набувають більшої ламкості, тому що ядро не вступає у взаємодію з іншими компонентами тіста на хімічному рівні і не утворює з ними сил зчеплення. Крім того, внаслідок витоплювання жиру з ядра під час випікання, в готовому виробі навколо ядра утворюються порожнини, тобто шпаристість стає нерівномірною. В ході досліджень встановлено, що гранично допустимим є значення міцності не менше $155 \cdot 10^3$ Па, що відповідає вмісту соняшникового ядра 15%, нижче цього значення печиво має занадто ламку структуру. Внаслідок зменшення міцності виробів з ядром є доцільним пакування готового печива у блістера з перегородками, для фіксування кожної одиниці продукту.

Важливим показником якості пісочного печива є його вологість. Згідно ДСТУ значення цього показнику для даних виробів повинно знаходитись в межах 4,0...6,0%. В дослідних зразках значення показника вологості при збільшенні кількості ядра знижується з 5,5 до 4,3% (табл. 5.4). Це обумовлене висиханням

ядра під час випікання виробів з $4,0 \pm 0,2\%$ до $2,5 \pm 0,2\%$ при вологості тістової фракції печива $5,5 \pm 0,2\%$.

Для випеченої продукції велике значення стосовно виходу готового продукту має показник упіку. Досліджено зміну упіку пісочного печива під час застосування в його технології ядра соняшнику у вказаних кількостях (рис. 3.17).

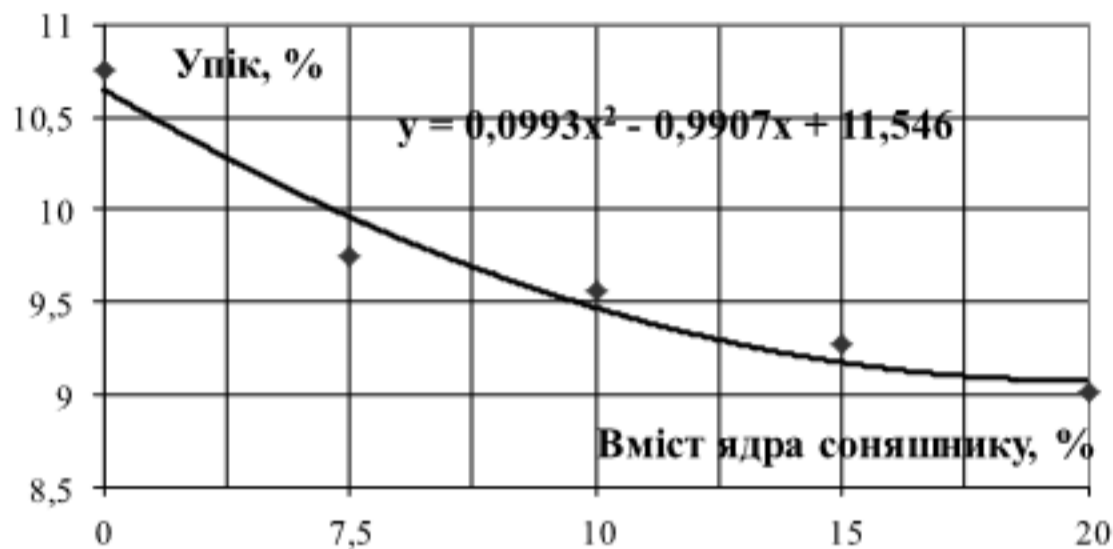


Рисунок 3.17. -Вплив ядра насіння соняшнику на упік готових виробів.

Встановлено, що упік пісочного печива зі збільшенням вмісту ядра насіння соняшнику знижується, зокрема в 1,2 рази, при кількості ядра 20%. Це зумовлене нижчою вологістю ядра відносно тіста, внаслідок чого його втрати маси під впливом високої температури будуть меншими, ніж втрати тістової фракції. Тобто, вихід виробів з ядром вищий, що сприяє збільшенню економічного ефекту від їх впровадження. Таким чином, дослідження показали, що в усіх дослідних зразках основні фізико-хімічні показники задовольняють вимогам нормативної документації. За показником міцності у зразках вміст ядра соняшнику обмежується 15%. Але таке зниження міцності допустимо розглядати як позитивний фактор, бо при цьому покращується розсипчастість виробів.

Під час визначення якості готових виробів окрім фізико-хімічних властивостей значну роль відіграють органолептичні показники (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 - Органолептичні показники дослідних зразків печива

Найменування показника	Контроль	Печиво з вмістом ядра насіння соняшнику, %			
		7,5	10	15	20
Форма	Правильна, прямокутна, краї рівні	Правильна, прямокутна, краї рівні з незначними виступами ядра		Правильна, кількість виступів ядра по краях збільшується	Неправильна, краї рвані
Поверхня	Гладка, не підгоріла, без тріщин	Шорсткувата, з незначними тріщинками, з вкрапленням ядра соняшнику			Шорсткувата, зі значною кількістю глибоких тріщин
Колір	Властивий даному виду виробів	Властивий даному виду виробів з сірими вкрапленнями від ядра соняшнику	Властивий даному виду виробів з сірими вкрапленнями від ядра соняшнику. Над місцями вкраплення ядра – більш темне забарвлення поверхні. Кількість вкраплень збільшується з підвищенням концентрації добавки		
Смак та запах	Відповідний даному виду виробів, без сторонніх	Виражений присмак та запах ядра соняшнику, без сторонніх		Чітко виражений приємний присмак та запах ядра соняшнику, без сторонніх	Сильно виражений присмак та запах ядра соняшнику, без сторонніх
Вид на зломі	Пропечене печиво, шпаристість рівномірна, без відбитків непромішування	Пропечене печиво, без відбитків непромішування, шпаристість рівномірна	Пропечене печиво, без відбитків непромішування, шпаристість більш-менш рівномірна		Пропечене печиво, без відбитків непромішування, шпаристість рівномірна

Відзначено, що при збільшенні кількості ядра в печиві спостерігається порушення чіткості країв виробів за рахунок зерняток. Також на поверхні над ядром утворюються плями коричневого кольору. Ядро насіння соняшнику має більш щільну структуру, ніж пісочний напівфабрикат, і вищий вміст жиру, що обумовлює його кращу теплопровідність, внаслідок чого під час випікання воно прогрівається до вищої температури. Тобто шар тіста над ядром прогрівається сильніше, швидше протікатимуть процеси меланоїдиноутворення і утворюватимуться сполуки більш темного забарвлення.

Під час збільшення вмісту ядра соняшникового насіння вище 15% виробу мають незадовільні органолептичні властивості, зокрема, суттєво погіршується рівномірність шпар, що обумовлене порушенням структури печива і утворенням навколо ядра соняшнику шпар більшого розміру.

Таким чином, на основі вивчення фізико-хімічних та органолептичних показників якості пісочного печива з різним вмістом ядра соняшнику встановлено, що дозування ядра не повинно перевищувати 15% від загальної кількості рецептурних компонентів при одночасному зменшенні на 5% частки борошна. Але для точнішого визначення максимальної кількості добавки необхідно провести математичне оброблення отриманих результатів.

Проведені дослідження дозволяють рекомендувати у разі застосування ядра насіння соняшнику в технології пісочного напівфабрикату тривалого зберігання наносити на нього шар пальмової олії з додаванням антиоксидантів, найбільш ефективними з яких є "Antrancine-55", а з природних – олійний екстракт з шавлії. Результати проведених досліджень показали, що оптимальна кількість ядра насіння соняшнику у пісочному напівфабрикаті становить $14,8 \pm 0,2\%$ від кількості рецептурних компонентів при зниженні на 5% частки борошна.

Вироби з таким вмістом ядра мають органолептичні та фізико-хімічні показники якості, що задовольняють вимогам нормативних документів. Спираючись на результати досліджень розроблено технологію приготування пі-

сочного напівфабрикату з ядром насіння соняшнику на основі напівфабрикату пісочного основного.

На сьогоднішній день актуальним є виготовлення пісочних напівфабрикатів тривалого зберігання для тістечок і тортів. Для подовження терміну реалізації таких виробів використовували ціле ядро насіння соняшнику з покриттям із пальмової олії, в яку попередньо додавали антиоксиданти рослинного або синтетичного походження.

У невеликих кондитерських підприємствах, які самостійно виготовляють пісочний напівфабрикат і відразу використовують його для виготовлення тістечок і тортів (що мають обмежений термін реалізації внаслідок застосування швидкопсувних кремів), немає необхідності в стабілізуванні ядра насіння соняшнику. Рецептури пісочних напівфабрикатів зі стабілізованим ядром соняшнику (СЯС) і з нестабілізованим ядром соняшнику (НСЯС) наведені у табл. 3.11. Технологія виготовлення пісочного напівфабрикату зі СЯС і з НСЯС здійснюється за однаковою схемою (рис. 3.18). Різниця полягає в тому, що в виробі зі СЯС присутня операція з нанесення на поверхню ядра покриття з пальмової олії, до складу якої входять антиоксиданти. Всі інші операції є класичними і аналогічними, тобто відмінність полягає лише у підготовці складової рецептурного складу – це ядра соняшника. Адже для подовження терміну зберігання ця операція є визначальною. Найкраще гальмує окислювальні процеси поєднання покриття з пальмової олії та штучного антиоксиданта, а потім із екстрактом шавлії. Для визначення терміну зберігання ключовим моментом є інтенсивність окислювальних процесів та основні мікробіологічні показники. В подальших дослідженнях саме ці показники стали домінуючими для визначення терміну зберігання.

Таблиця 3.1-1 Витрати сировини для пісочних напівфабрикатів
з ядром насіння соняшнику

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Сировини на 1т напівфабрикату, кг			
		Зі стабілізованим ядром соняшнику		З нестабілізованим ядром соняшнику	
		у натурі	у сухих речовинах	у натурі	у сухих речовинах
Борошно пшеничне в/г	85,5	434,15	371,198	434,435	371,442
Цукор-пісок	99,85	181,682	181,409	181,801	181,528
Масло вершкове	84,00	272,521	228,918	272,701	229,069
Меланж	27,00	63,567	17,163	63,607	17,174
Ядро соняшнику	96,00	153,452	147,314	168,901	162,145
Натрій двовуглекислий	50,00	0,458	0,229	0,458	0,229
Амоній вуглекислий	0,00	0,458	0,00	0,458	0,00
Есенція	0,00	1,823	0,00	1,823	0,00
Сіль	96,50	1,815	1,751	1,816	1,752
Пальмова олія	100,00	15,334	15,334	-	-
Антиоксидант	100,00	0,012	0,012	-	-
Разом сировини	-	1125,27	963,34	1126,00	963,34
Виробничі витрати, %			1,9		1,9
Вихід	-	1000,00	945,00	1000,00	945,00

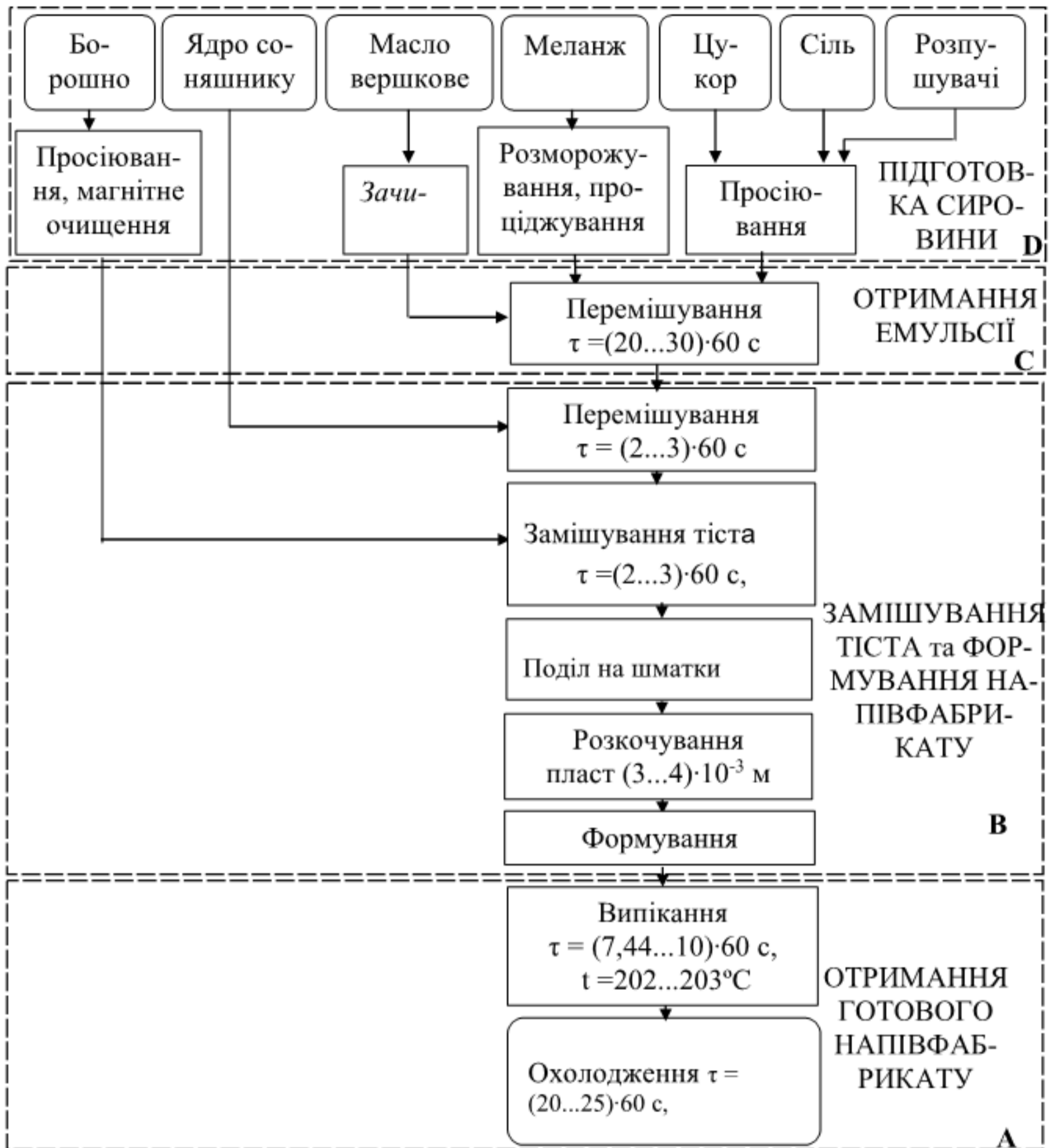


Рисунок 3.18.- Технологічна схема пісочного напівфабрикату (печива) з ядром насіння соняшнику.

Незначна вологість пісочного печива ($5,5 \pm 1,5\%$) та висока температура його випікання запобігають розвитку патогенної мікрофлори [263]. Дослідження основних мікробіологічних показників якості, регламентуємих стандартом, проводили в печиві “Аврора” через 1 місяць зберігання порівняно зі зразком печива, виготовленому без ядра (табл. 3.12).

Таблиця 3.12- Характеристика мікробіологічних показників пісочного печива через 1 місяць зберігання

Найменування показника	Значення показника		
	За нормативною документацією	Фактичний вміст	
		Пісочне печиво без ядра (контроль)	Печиво “Аврора”
Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробних мікроорганізми, КУО в 1г, не більш	$1,00 \times 10^4$	$1,15 \times 10^2$	$1,22 \times 10^2$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1г.	не допускаються	не знайдені	
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г	не допускаються	не знайдені	
Плісняві гриби КУО в 1г, не більш	$1,00 \times 10^2$	$0,59 \times 10^2$	$0,64 \times 10^2$

Визначено, що за мікробіологічними показниками якості печиво з ядром насіння соняшнику і через 1 місяць зберігання задовольнятиме вимогам нормативного документу. Результати досліджень ступеню окислення їх жиру збігаються з визначеними органолептичними показниками якості, що дозволяє визначити терміни реалізації печива зі стабілізованим ядром насіння соняшнику (табл. 3.13). Але терміни реалізації також будуть різні в залежності від наявності покриття на поверхні насіння, а також від складу цього покриття. Результати показали, що найтриваліше печиво зберігається з синтетичним антиоксидантом.

Таблиця 3.13-Тривалість зберігання дослідних зразків пісочного печива

Зразки	Тривалість зберігання, доби
Печиво без ядра	30 \pm 1
Печиво з ядром без покриття	5 \pm 1
Печиво, з ядром покритим пальмовою олією з	
олійним екстрактом з шавлії	18 \pm 1
синтетичним антиоксидантом "Antrancine-55"	20 \pm 1

Тобто, необроблене ядро можна рекомендувати до застосування в технологіях виробів із пісочного тіста, що підлягають реалізації протягом 2...3 діб (тістечка, торти). У разі використання соняшникового ядра під час виробництва продукції тривалого зберігання (пісочне печиво, заготовки для тортів і тістечок) необхідно його попередньо обробляти пальмовою олією з додаванням антиоксидантів синтетичного ("Antrancine-55") або природного (олійний екстракт шавлії) походження. Це дозволить суттєво пригальмувати протікання окислювальних процесів у виробі протягом часу і подовжити тривалість їх зберігання в 3,6...4,0 рази відповідно. Необхідно також, щоб ці зразки по закінченні зберігання задовольняли вимогам нормативних документів і за іншими показниками (намочуваність, вологість, міцність та твердість).

Зміну основних фізичних показників якості досліджували для зразків печива без ядра, з необробленим і обробленим ядром при їх зберіганні впродовж 21 доби, що обумовлене встановленими попередньо строками реалізації дослідних зразків. Відмічено, що вид ядра (оброблене, необроблене) і вид антиоксиданту у складі нанесеного на нього покриття не мають впливу

на фізичні властивості готового виробу, значення яких знаходяться в межах відносної похибки експерименту (табл. 3.14).

Таблиця 3.14- Зміна основних фізичних показників якості дослідних зразків

протягом зберігання

Показник	Тривалість зберігання печива, доби			
	без ядра		з ядром	
	0	21	0	21
Намочув-аність, %	190,6±5,4	181,8±5,4	184,2±7,5	176,1±7,5
Твердість, г/см ³	0,548±0,020	0,596±0,020	0,581±0,025	0,610±0,025
Вологість, %	5,51±0,17	5,96±0,17	4,72±0,20	5,01±0,20
Міцність, ·10 ⁻³ , Па	220,9±7,3	206,8±7,3	155,0±7,7	147,1±7,7

Встановлено, що під час зберігання в першу чергу відбувається втрата виробами розсипчастості в результаті поглинання вологи, що обумовлене високою гігроскопічністю печива. Внаслідок зростання вологості в усіх дослідних зразках має місце збільшення їх маси, що викликає відповідно підвищення твердості виробів і погіршення їх здатності до намокання. Крім того зростання вологості печива обумовлює зниження показника його міцності. Але по закінченні досліджуваного терміну зберігання всі дослідні зразки за значеннями основних показників якості відповідають вимогам нормативних документів.

Таким чином дослідження змін фізико-хімічних та органолептичних показників якості печива під час зберігання показали, що попереднє нанесення на поверхню ядра покриття з пальмової олії з додаванням антиоксидантів дозволить отримати виріб, який і через 20 діб за всіма показниками (фізико-хімічними, мікробіологічними та органолептичними) задовольняє вимогам документів, регламентуючих його якість.

3.7 Впровадження системи управління безпечністю виробництва пісочного печева

Асортимент виробів із пісочного тіста включає не тільки тістечка та торти, а й продукцію тривалого зберігання – зокрема, печиво або пісочний напівфабрикат – для якої контроль безпеки є особливо важливим. Безпека – це відсутність токсичної, канцерогенної, мутагенної, алергенної чи іншої несприятливої для організму людини дії харчових продуктів при їх споживанні у загальноприйнятих кількостях, межі яких встановлюються Міністерством охорони здоров'я України [28]. На сьогоднішній день у промислово розвинутих країнах світу актуальною моделлю управління якістю та безпечністю харчових продуктів є НАССР – система оцінювання і контролю небезпечних чинників продовольчої сировини, технологічних процесів і готової продукції за методом аналізу ризиків та критичних точок контролю . Метою НАССР є гарантування безпеки харчових продуктів для споживачів через ідентифікацію та встановлення контролю за небезпечними чинниками, що можуть виникнути на всьому ланцюгу виробництва харчових продуктів . Здійснення такої системи контролю відбувається у відповідності зі світовими стандартами ISO 9000 і дозволяє забезпечити стандартну якість виробів у харчових виробництвах.

Використання принципів НАССР на етапі розробки нових харчових продуктів дозволить забезпечити високу якість та безпечність продукції, створити сприятливі умови для виходу на ринки інших країн. На сьогоднішній день система НАССР використовується у виробництві борошняних кондитерських виробів значно рідше, ніж при виготовленні швидкокопсувних продуктів і продуктів з незначним терміном зберігання.

Ризики (“hazard”) можуть бути біологічними, хімічними або фізичними, що зумовлюються відповідними властивостями, при наявності яких харчовий продукт під час споживання може оказатись шкідливим для людини [14, 25].

До біологічних ризиків (Б) відноситься забруднення мікроорганізмами від людей, тварин або обладнання, присутність спор бактерій та грибів.

Хімічні ризики (Х) включають забруднення продукту на виробництві миючими хімічними речовинами, мастильними матеріалами, солями важких металів, продуктами окислення ліпідів, токсичними продуктами життєдіяльності мікроорганізмів та ін.

Основними фізичними ризиками (Ф) є шкідливі сторонні домішки.

Для борошняних кондитерських виробів, зокрема пісочного напівфабрикату або печива на його основі, біологічні небезпечні чинники не мають місця, що обумовлене ефективною стерилізацією мікроорганізмів під впливом параметрів випікання та невеликою вологістю готових виробів.

Застосування системи НАССР на виробництві в основному здійснюється за 7 принципами [14, 24]: аналіз ризиків, виявлення критичних контрольних точок (ККТ) технологічного процесу, встановлення граничних значень для ККТ, встановлення вимог до спостереження за ККТ, виявлення корегуючих дій, встановлення ефективних процедур документування роботи системи НАССР, впровадження процедури контролю правильності роботи системи НАССР.

Використання основних принципів системи НАССР потрібно не лише на виробництві, а й під час розроблення нової продукції. Технологія пісочного напівфабрикату з використанням ядра насіння соняшнику або печива на його основі відрізняється від традиційної наявністю ядра соняшнику та способом його введення. Таким чином, вважається за доцільне для нового продукту розглядати небезпечні чинники, пов'язані саме з використанням нетрадиційної сировини. Тобто під час застосування ядра насіння соняшнику можливе виникнення біологічних ризиків, зумовлених наявністю у сировині плісень та продуктів життєдіяльності шкідників; хімічних, викликаних накопиченням солей важких металів або продуктів окислення ліпідів та фізичних ризиків, які пов'язані з присутністю сторонніх домішок, зокрема олійних.

Розроблено блок-схему виробництва пісочного печива з оцінюванням технологічних операцій стосовно небезпечних чинників і ідентифікацію критичних контрольних точок (ККТ) (рис. 3.17). Встановлено вплив ядра соняшнику на визначені ККТ.

ККТ 1. Вхідний контроль якості сировини. Зазвичай якість ядра соняшнику контролюється фірмою поставником і підтверджується сертифікатом відповідності та гігієнічним висновком. Недоброякісне ядро може містити сторонні домішки, мати підвищений вміст солей важких металів або продуктів окислення ліпідів. Якість іншої сировини – борошна, цукру, жиру та меланжу – також регламентується певними нормативними документами .

ККТ 2. Підготовка сировини. Порухення технологічного процесу на цій стадії може викликати фізичне забруднення ядра насіння соняшнику.

ККТ 3. Отримання емульсії, замішування тіста та формування виробів. Недотримання санітарних вимог на цих стадіях сприяє забрудненню напівфабрикатів з ядром мікроорганізмами та сторонніми домішками. Вплив на КТК 3 ядра соняшника несуттєвий, вона має місце і в традиційній технології пісочного печива.

ККТ 4. Випікання продукту. Під впливом високих температур випікання пісочного печива можливе ініціювання окислювальних процесів у жирових речовинах ядра і, як наслідок, збільшення продуктів окислення в готовому виробі, що погіршує його якість та відображається на тривалості зберігання.

ККТ 5. Охолодження і фасування. ККТ 6 характерна для виготовлення пісочного печива за класичною технологією і може мати місце при порушенні санітарних правил та недбалому веденні технологічного процесу. Важливим показником якості пісочного печива є його вологість. Згідно ДСТУ значення цього показника для даних виробів повинно знаходитись в межах 4,0...6,0%. В дослідних зразках значення показника вологості при збільшенні кількості ядра знижується з 5,5 до 4,3% (табл. 5.4). Це обумовлене висиханням ядра під час випікання виробів з $4,0 \pm 0,2\%$ до $2,5 \pm 0,2\%$ при вологості тістової фракції печива $5,5 \pm 0,2\%$. Для випеченої продукції велике значення стосовно виходу

готового продукту має показник упіку. Досліджено зміну упіку пісочного печива під час застосування в його технології ядра соняшнику у вказаних кількостях (рис. 3.19).

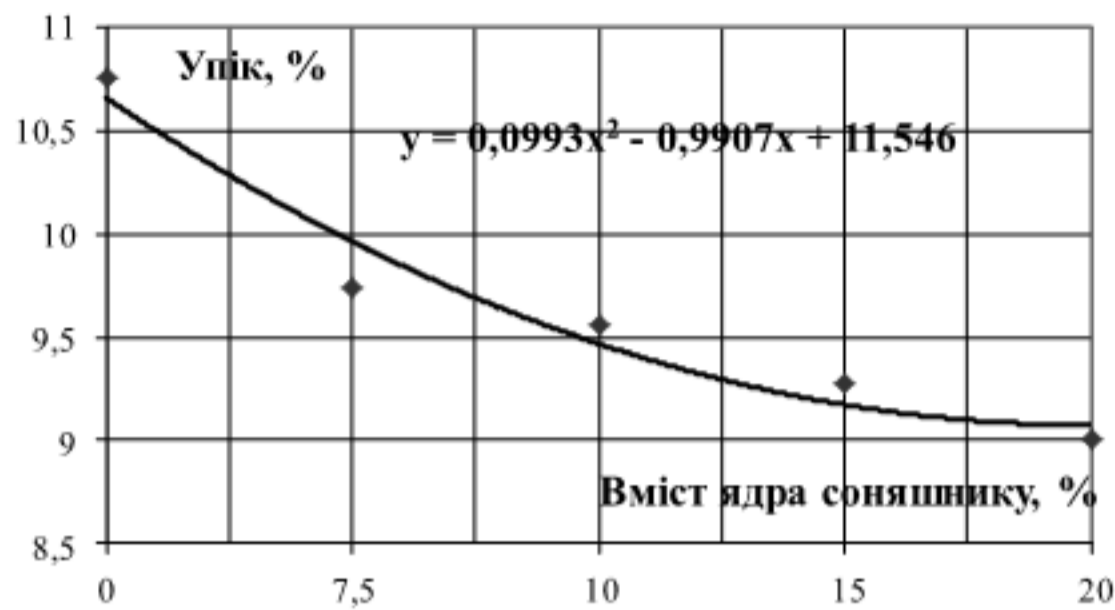


Рисунок 3.19. Вплив ядра насіння соняшнику на упік готових виробів.

Встановлено, що упік пісочного печива зі збільшенням вмісту ядра насіння соняшнику знижується, зокрема в 1,2 рази, при кількості ядра 20%. Це зумовлене нижчою вологістю ядра відносно тіста, внаслідок чого його втрати маси під впливом високої температури будуть меншими, ніж втрати тістової фракції. Тобто, вихід виробів з ядром вищий, що сприяє збільшенню економічного ефекту від їх впровадження. Таким чином, дослідження показали, що в усіх дослідних зразках основні фізико-хімічні показники задовольняють вимогам нормативної документації. За показником міцності у зразках вміст ядра соняшнику обмежується 15%. Але таке зниження міцності допустимо розглядати як позитивний фактор, бо при цьому покращується розсипчастість виробів. Під час визначення якості готових виробів окрім фізико-хімічних властивостей значну роль відіграють органолептичні показники.

стадії зберігання у разі недотримання режимів зберігання може відбуватися накопичення продуктів окислення за рахунок нестабільності ліпідного комплексу ядра насіння соняшнику. Аналіз блок-схеми виробництва пісочного печива показав, що використання в його технології ядра насіння соняшнику

має вплив не на кожну ККТ, а лише на етапі вхідного контролю якості сировини (ККТ 1), стадії

Таблиця 3.15- ККТ технології пісочного печива, на які має вплив ядро насіння соняшнику

ККТ	Потенційні ризики			Характеристики небезпечних чинників	Граничне значення ККТ
	Б	Х	Ф		
1	-	+	-	Кислотне число жиру ядра, мг КОН/г	$\leq 2,0$
	-	-	+	Масова частка домішок, %	$\leq 2,0$
4	-	+	-	Кислотне число жиру печива, мг КОН/г	$\leq 2,0$
5, 6	+	-	-	Мезофільні аеробні та факультативно-	$\leq 1 \times 10^4$
	+	-	-	анаеробні мікроорганізми, в 1г	$\leq 1 \times 10^2$
	-	+	-	Плісняві гриби КУО в 1г	$\leq 2,0$
				Кислотне число, мг КОН	

Граничні значення потенційних ризиків у визначених ККТ встановлені на основі нормативної документації на ядро насіння соняшнику та пісочне печиво. Моніторинг небезпечних чинників показує, що основні потенційні ризики, які з'являються в технології пісочного печива під час використання соняшникового ядра є хімічними. Вони пов'язані з можливим окисленням жирів ядра під впливом високих температур випікання за умов дотримання режимів технологічного процесу на інших стадіях.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Експериментально підтверджено, що можливі ризики технології пісочного напівфабрикату з ядром насіння соняшнику обумовлюються хімі-

чними процесами, які протікають в жирах ядра під дією високих температур стадії випікання. При цьому жирові компоненти ядра в 1,8 рази швидше накопичують вільні жирні кислоти і в 1,6 рази – перекисні сполуки, ніж окрема борошняна фракція цього ж виробу. Ці процеси зумовлюють підвищення вмісту продуктів окислення в випеченому пісочному напівфабрикаті.

Запропоновано спосіб обробки ядра пальмовою олією з додаванням антиоксидантів синтетичного та природного походження, який дозволяє запобігти процесам окислення його жирів. Встановлено його ефективність стосовно впливу на гідролітичні та окислювальні процеси в жирі пргрітого ядра. Використані антиоксиданти ранжовано за ступенем гальмування вказаних процесів, як окремо кожного з них, так і за комплексним показником з урахуванням їх вагомості для псування жиру ядра під час його термообробки. За значенням комплексного показнику найбільш ефективними виявилися “Antrancine-55” та олійний екстракт шавлії. “Antrancine-55” у складі покриття гальмує швидкість накопичення вільних жирних кислот в жирах ядра на 9-3,2%, пероксидів – на 97,3%, а олійний екстракт з шавлії – на 64,4 та 93,5% відповідно.

2. Використання покриття для сирого ядра під час його зберігання є не обов’язковим у зв’язку з тим, що окислювальні процеси протікають дуже повільно. У разі прогрівання ядра вказані процеси стимулюються і заглиблюються під час зберігання. В цьому випадку нанесення на поверхню ядра перед його прогріванням покриття з “Antrancine-55” та олійним екстрактом шавлії суттєво гальмує накопичення як первинних, так і вторинних (на 40...55%) продуктів окислення через 98 діб зберігання. Це дозволяє припустити їх аналогічну дію на жири ядра і при зберіганні виробів з пісочного тіста з його використанням.

3. Максимально можлива кількість ядра насіння соняшнику в рецептурі пісочного печива складає $14,8 \pm 0,2\%$ від загальної кількості сировини. Такий вміст ядра забезпечує отримання як пісочного тіста з характерними структурно-механічними властивостями, так і готового виробу з фізико-хімічними та ор-

ганолептичними показниками якості, які відповідають вимогам нормативної документації.

4. За розробленою технологією соняшникове ядро вводиться до попередньо емульгованої суміші всіх рецептурних компонентів, крім борошна. Тривалість перемішування емульсії з ядром складає $(2,5 \pm 0,5) \cdot 60$ с; тривалість замісу тіста – $(2,5 \pm 0,5) \cdot 60$ с за температури $18 \pm 2^\circ\text{C}$; випікання відбувається за температури $202,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ впродовж $(8,72 \pm 1,28) \cdot 60$ с.

5. Використання ядра, стабілізованого зі застосуванням “Antrancine-55” та олійного екстракту шавлії, суттєво гальмує процеси окислення жирової фракції пісочного печива з ним, що дозволяє подовжити тривалість зберігання виробів в 3,6...4,0 рази (до 18...20 діб).

6. У пісочному печиві з ядром насіння соняшнику вміст білка збільшується на 24,3%, жиру – на 23,6% (кількість поліненасичених жирних кислот зростає в 7,4 рази), частка вуглеводів знижується на 22,5%. Енергетична цінність нового продукту підвищується на 3% і становить 512 ккал на 100 г.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Пропонуємо впровадити виробництво даного виду печива на крафтових підприємствах
2. Пропонуємо розробити та затвердити нормативну документацію на даний вид борошняних кондитерських виробів

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Ратушенко А.Т. Технології кондитерських виробів з використанням яблучного порошку: дис. ..канд. техн. наук: 05.18.16. К., 2011. 141 с.

2. Сірохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 544 с.
3. Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів. К.: НУХТ. 2009. 310 с.
4. Характеристика біологічно активних добавок. Особливості їх використання у клінічній практиці. Режим доступу URL: : [http http://5ka.at.ua/](http://5ka.at.ua/).
5. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. К.: Вища школа, 2006. 287 с.
6. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Л-56 Відп. ред. А. М. Гродзінський. К.: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 2002. 544 с.
7. Лапушенко О.В. Завдання державного санітарно-епідеміологічного нагляду у забезпеченні державної політики в галузі харчування населення *Проблеми харчування*. 2003. №1. С. 5–7.
8. Корзун В.Н., Михайловський В.С., Парац А.М., Пересічна С.М., Антонюк І.Ю. Проблеми харчування населення в нинішній екологічній ситуації *Проблеми харчування населення України: Матеріали Всеукраїнської наук.-практич. конф. (27-28 лютого 2003 р.)* Полтава: ПУСКУ, 2003. С. 138–142.
9. Neues, Wissenswertes und Wichtiges. Seibel Wilfried. ZSW: Zucker. und Susswaren Wirt. 2000. 53. №3. p. 70–71.
10. Медведєва А.О. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням соєвої пасти: Дис...канд. техн. наук: 05.18.16 Київ. держ. торг.-економ. ун-т. К., 2000. 198 с.
11. Василевич О.В. Розробка технологій борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності: дис. .канд. техн. наук: 05.18.01. Одеса, 2008. 10 с.

12. Кравченко М.Ф. Розробка борошняних кондитерських виробів на основі харчових композицій радіозахисної дії: дис. .канд. техн. наук: 05.18.16. К., 1998. 142 с.
13. Калакура М.М., Ніколіна В.В. Нові технології борошняних кондитерських виробів функціонального призначення. *Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі: Міжнар. наук.-практ. конф.* Харків: ХДУХТ, 2003. С. 139 – 142.
14. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Федорова Д.В. Нові види борошняних кондитерських виробів зниженої калорійності та підвищеної харчової цінності. *Проблеми харчування населення України: Матеріали Всеукраїнської наук.-практич. конф. (27–28 лютого 2003 р.)*. Полтава: ПУСКУ, 2003. С. 10–14.
15. Hartheksen H.M., Gruner M., Cavrilovic M. Aminosäurenzusammensetzung und biologische Eiweißwertigkeit von mit soja angereicherten „Nahrung“. 2007. 30. № 5. p. 533–539.
16. Rajput L.P., Haridas Rao P. Use of unconventional protein sources in high protein biscuits . *J. Food Sci. and Technol.*, 2008. 25, №1. p. 31–34.
17. Іоргачова К.Г., Макарова О.В., Липовецька С.П. Вплив гречаного борошна на якість цукрового печива. *Проблеми техніки та технології харчових виробництв: Матеріали Міжвуз. наук.-практ. конф. (8–9квітня 2004 р.)*. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2004. С. 250–252.
18. Коршунова Г.Т., Семенова Л.Я, Ільдїрова С.К. Виробництво мучних виробів з рослинними добавками. *Проблеми харчування населення України: Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. (27–28 лютого 2003 р.)*. – Полтава: ПУСКУ, 2003. С. 29–31.
19. Dick M., Limberger C., Silveira Thys R. C., Oliveira Rios A., Flores S. H. Mucilage and cladode flour from cactus (*Opuntia monacantha*) as alternative ingredients in gluten-free crackers. *Food Chemistry*. 2020. V. 314. 126178. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126178>.

20. Velichko, N., Berikashvili, Z. (2015), "Blueberry pomace as an ingredient in flour confectionery" "Vyzhymki golubiki obyknovennoj kak ingredient mучных konditerskih izdelij, The Bulletin of KrasGAU, No. 19, pp. 59-62.
21. Туманова А.Е. Высоковолокнистые пищевые добавки в производстве затяжного печенья. *Кондитерское производство*. 2001. №1. С. 17–18.
22. Проектування підприємств кондитерської промисловості / Іоргачова К. Г., Гордієнко Л. В., Толстих В. Ю., Коркач Г. В. Одеса : Сімекс-прінт, 2013. 272 с.
23. Артеменко В.С., Дуденко Н.В., Павлоцкая Л.Ф., Чеканова Л.В. Новые кондитерские изделия повышенной биологической ценности. *Проблеми техніки та технології харчових виробництв: Міжвуз. наук.-практ. конф. (8–9 квітня 2004 р.)*. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2004. С. 271–274.
24. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А. Київ : Укראгропромпродуктивність, 2006. 106 с.
25. Товарознавчі аспекти підвищення безпеки харчових продуктів: Монографія. / А.А. Дубініна, Л.П. Малюк, Г.А. Селютіна, Т.М. Шапорова, Л.В. Кононенко. К.: ВД „Професіонал”, 2005. 176 с.
26. Воробьёва И.С., Шатнюк А.В., Юдина А.В., Савенкова Т.В. Обогащают кондитерские изделия витаминами и минеральными веществами. *Кондитерское производство*. 2004. № 2. С. 10 – 12.
27. Доценко В. Ф., Арпуль О. В., Дочинець І. В., Савчук О. О. Збагачення корисними нутрієнтами виробів із листкового тіста. *Науковий журнал «Молодий вчений»*. 2017. № 11 (51). С. 30–34
28. ДСТУ ISO 9001: 2001. Системи управління якістю. [Чинний від 2001-06-27]. Київ, 2001. 24 с.
29. Клітна М. Р., Брижань І. А. Стан і розвиток органічного виробництва та ринку органічної продукції в Україні. *Ефективна економіка*. 2013. № 10. URL: <http://www.m.nauka.com.ua/?op=1&j=efektyvna-ekonomika&s=ua&z=2525> (дата звернення: 12.10.2024).

- 30.ДСТУ 7346:2013 Вироби кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. 24 с. .(Інформація та документація)
- 31.ДСТУ 5023:2008 Вироби кондитерські борошняні. Метод визначання здатності до намокання [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2010. 24 с.
- 32.ДСТУ 4683:2006. Вироби кондитерські (33849) [Чинний від 2006-06-11]. Київ, 2006. 28 с. (Інформація та документація)
- 33.ДСТУ CEN/TS 15568:2013 Продукти харчові. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їхнім вмістом.
- 34.Kyreeva, M. (2014), Functional and technological properties of flax seed and development of technology for special purpose flour confectionery products based on them [Funkcyonalno-tehnologicheskyye svoystva semeny lna y razrabotka tehnologyu muchnih kondyterskykh yzdelyj spetsyalyzirovannogo naznacheniya na yh osnove], Yzd-vo Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo torgoekonomicheskogo unyversyteta, St. Petersburg, 114 p
- 35.Rizhakova, A., Babyna, O. (2017), “World confectionery market” [“Myrovoj rинok kondytersky yzdelyj”], *Mezhdunarodnaya trgovlya y trgovaya polityka*, №. 4 (12), pp. 59-74. 3. Сирохман І. В. Асортимент і якість кондитерських виробів : навч. посібник / І. В. Сирохман, В. Т. Лебединець. К. : Центр учбової літ-ри, 2009. – 636 с.
- 36.Кирпиченкова О. М. Розроблення технології здобного печива з полішеними споживчими властивостями. *Харчова промисловість*. 2016. № 19. С. 62–65. Kirpichenkova, O., Obolkina, V. (2016).
- 37.. Бужин О. А. Забезпечення фізіологічних потреб населення України в енергії та білку.Єдине здоров'я та проблеми харчування України. 2018. № 2 (49). С. 36–45.
- 38.Indriasari, R., Fitayani, N., Mansur, M., Tunru, A. (2020), “Alarming nutrition problems among adolescent students attending islamic boarding school in Indonesia”, *Enfermería Clínica*, Vol. 30(4), pp. 44-47.

- 39.Новікова О.В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів». К.: видавництво Ліра. К. 2013. 540
40. Гирич С.В., Софина О.Ю., Савлук О.А. Сучасні тенденції виробництва борошняних кондитерських виробів. *Матеріали міжвузівської студентської науково-практичної конференції*. Вінниця : ВТЕК КНТЕУ, ТОВ Вінницька міська друкарня, 2019, 108 с.
- 41.. Сирохман І. В, Завгородня В.М.. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос.. К.: Центр учбової літератури, 2009. 331 с.
42. Сирохман І. В., Лебединець В. Т. Асортимент і якість кондитерських виробів. К. : Центр учбової літератури, 2009. 636 с.
43. Дорохович А. М., Ковбаса В.М.Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів : навч. посіб. К.: Фірма «ІНКОС», 2015. 632 с.
44. Ixtaina, V. Y., Martinez, M. L., Spotorno, V., Mateo, C. M., Maestri, D. M., Diehl, B. W. K., Nolasco, S. M., Tomas, M. C. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *J Food Compos Anal*. 2011. Vol. 24. P. 166–174.
45. Jin, F., Nieman, D. C., Sha, W., Xie, G., Qiu, Y., Jia, W. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant Foods Hum Nutr*. 2012. Vol. 67. P. 105–110.
46. Юдічева О. П., Калашник О. В., Мороз С. Е., Рибалко О. А., Корсун А. В. Органолептичне оцінювання хліба пшеничного, збагаченого продуктами переробки гарбуза. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. 2020. Вип. 23. С. 136–144.
47. Бісквітно-збивне печиво : пат. на винахід 120673 Україна: МПК А21D 13/066; А21D 13/80 № 120673; заявл. 17.07.2018; опубл. 10.01.2020, Бюл 1

ДОДАТКИ
ДОДАТОК А

Таблиця А1 - Порівняльний час виготовлення 10 кг печива на ПХ №1 і
ПХ №2

Стадія техно- логічного про- цесу	Застосоване обладнання		Тривалість стадії, хв.	
	ПХ №1	ПХ №2	ПХ №1	ПХ №2
1	2	3	4	5
Приготування емульсії	МВ-35М	МВ-1,1/220-20	30	25
Замішування тіста	ТММ 1М	ТММ 1М	3	3
Розкочування	МРТ – 60М	НМТР-80/500	13	8
Формування	вручну	УФСП-075/380-38 38 кг/год	50	15
Випікання	ШПЕСМ – 3М	ЕКВХБ-13/380-1 (конвеєрна піч)	30	25
Охолодження	На листах на повітрі природним шляхом		15	15
ЗАГАЛЬНИЙ ЧАС, хв.			141	85

Таблиця А.2.- Вміст основних харчових речовин у дослідних зразках

Вид виробу	Вміст				Енергетич- на цінність, ккал/100 г
	біл- ків, %	жирів, %	вугле- водів, %	ПНЖК, %	
Пісочний напівфабрикат основний (контроль)	7,0	27,1	59,9	0,7	497
Печиво “Аврора”	8,7	33,5	48,9	5,2	518
Печиво “Сонях”	9,2	33,1	51,2	5,7	512
Печиво “Сонях” глазуро- ване	8,7	34,6	50,3	4,5	540

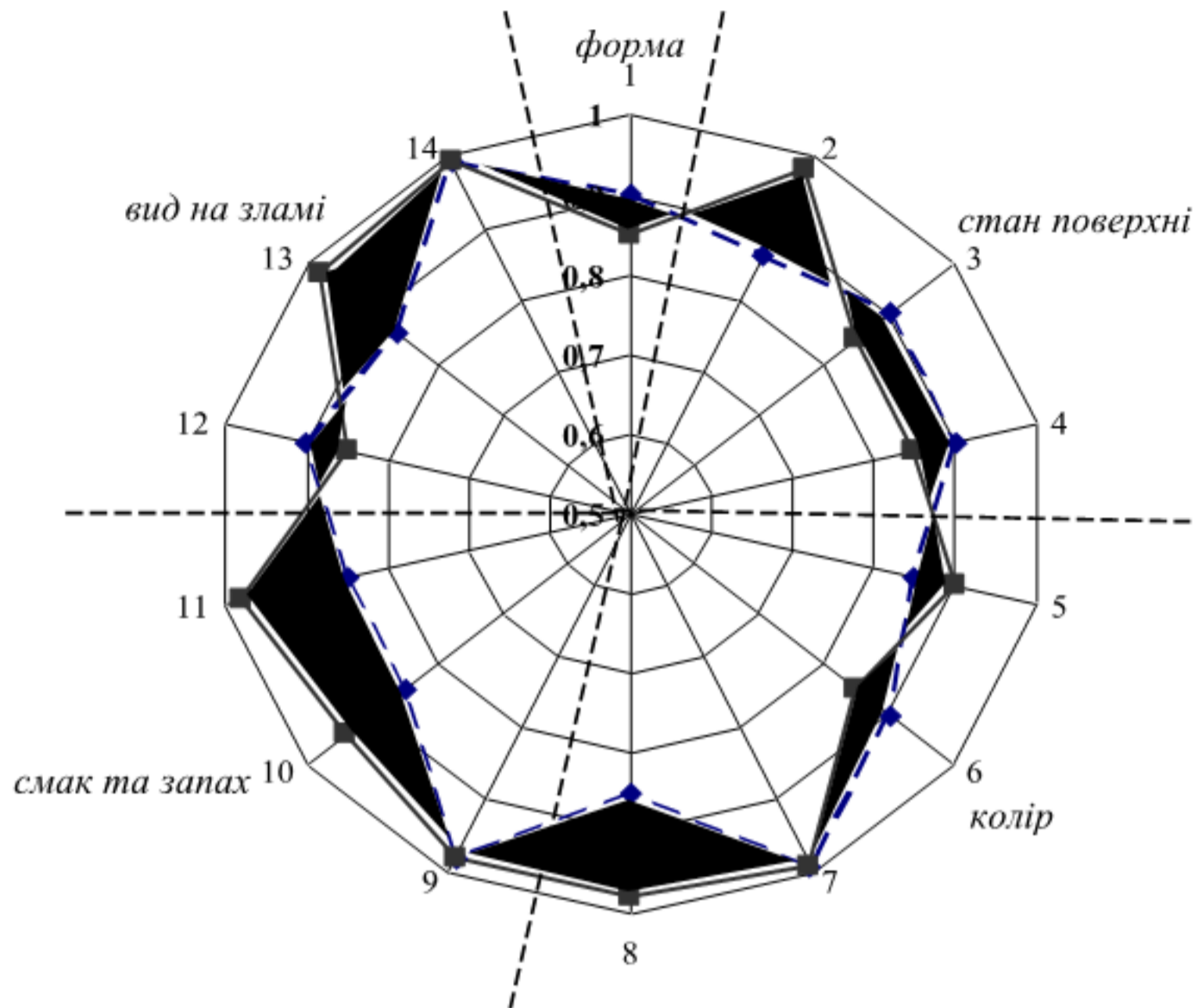


Рис. А.1. Органолептичні профілі досліджуваних зразків печива:

- ◆— печиво з арахісом (контроль),
- печиво з ядром насіння соняшнику;
- на „покращення” якості,
- на „погіршення” якості.

