

Інженерії машин, споруд і технологій

Харчової біотехнології і хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Розроблення технології вершкового масла з
антиоксидантами рослинного походження з проєктуванням цеху
виробництва масла та спредів**

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Козловський В.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сторож Л.А.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М. Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кравець О.І.

(прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 181 – Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)
студенту Козловський Василь Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Розроблення технології вершкового масла з антиоксидантами рослинного походження з проєктуванням цеху виробництва масла та спредів**

Керівник роботи Сторож Людмила Анатоліївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «13» 10 2023 року № 4/7-973

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані

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

1. Здійснити літературний аналіз про значення антиоксидантів в організмі людини та застосування їх в харчовій промисловості.

2. Обґрунтувати підвищення антиоксидантної системи вершкового масла за допомогою натуральних харчових добавок.

3. Дослідити сповільнення процесу окислення молочного жиру шляхом збагачення його рослинними біооксидантами.

4. Оцінити масло вершкове з біоантиоксидантами за продуктами окиснення жиру.

5. Провести органолептичну оцінку масла вершкового з біоантиоксидантами за його зберігання.

виробничого процесу під час виробництва кисломолочного сиру.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	31.01.23 р. – 25.05.23 р.	
2.	Складання схеми досліджень	19.06.23 р. – 26.06.23 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	03.07.23 р. – 31.07.23 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.08.23 р. – 31.08.23 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.23 р. – 18.09.23 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	19.09.23 р. – 09.10.23 р.	
7.	Закінчення написання розділів	10.10.23 р – 27.11.23 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	04.12.23 р	

Студент

_____ (підпис)

Козловський В. Р.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сторож Л. А.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	10
1.1	Використання сирів у харчуванні населення та вплив компонентів молочних продуктів на здоров'я	10
1.2	Чинники, які впливають на процеси ферментації молочної сировини	14
1.2.1	Ефективність заквасок під час ферментації молочної сировини	15
1.3	Контамінація фагами молочного середовища	17
1.4	Виявлення та кількісне визначення бактеріофагів молочнокислих бактерій на молокопереробних підприємствах	23
1.5	Стратегії контролю бактеріофагів заквасочних стартових бактерій на молочних заводах	26
2	Матеріали і методи досліджень	31
2.1	Етапи проведення досліджень	31
2.2	Методи досліджень	33
3	Результати дослідження та їх обговорення	34
3.1	Актуальність проведення моніторингових досліджень циркуляції фагів на молокопереробних підприємствах з виробництва кисломолочних продуктів	34
3.2	Моніторинг бактеріофагів молочнокислих мікроорганізмів на підприємствах з виробництва кисломолочного сиру	36
3.3	Визначення контамінації бактеріофагами сквашувальної суміші, готового продукту під час виробництва кисломолочного сиру	43
3.4	Моделювання процесу вплив різної кількості бактеріофагів на технологічний процес виробництва кисломолочного сиру	45

	Висновки і пропозиції виробництву	55
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	56
4.1	Техніка безпеки для недопущення травматизму на підприємствах харчової промисловості	56
4.2	Розробка заходів щодо захисту продуктів харчування від радіоактивного, хімічного і біологічного забруднення за допомогою тари	59
	Список літератури	62
	Додатки	72

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 74 с., 12 рис., 1 табл., 71 джерел.

АНТИОКСИДАНТИ, МАСЛО ВЕРШКОВЕ, ТЕХНОЛОГІЯ МАСЛА,
ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ.

Об'єкт дослідження – антиоксиданти природного й штучного походження, масло вершкове, технологія масла, органолептичні показник масла.

Мета роботи – визначити антиоксидантну активність доданих до масла вершкового природних добавок кориці, олії з виноградних кісточок та морквяного порошку.

Методи дослідження: оглядово-пошукові (аналіз літератури про роль антиоксидантів в організмі людини та в харчових системах, аналіз штучних й природних антиоксидантів, проблеми під час застосування у харчових продуктах); фізико-хімічні (зміна процесів окиснення в маслі з біоантиоксидантами: визначення пероксидного й кислотного числа); органолептичні (бальна оцінка масла вершкового з біоантиоксидантами за зберігання), статистичні.

Підібрано рослинні біоантиоксиданти та розроблено технологію виробництва масла вершкового з корицію, олією виноградних кісточок та морквяним порошком. У маслі вершковому з концентрацією морквяного борошна від 0,1 % до 1,0 % відбувається значне сповільнення окисних процесів з нагромадження преоксидів, що пов'язано із антиоксидантними властивостями доданого морквяного борошна. При цьому значення пероксидного числа у маслі з добавкою морквяного порошку було в середньому в 5 – 6 разів менше, ніж за додавання до масла кориці та в середньому в 3 рази менше, ніж за збагачення масла олією з виноградних кісточок. Серед трьох природних біоантиоксидантів, найактивніший щодо гальмування процесів окиснення і гідролізу був порошок із моркви.

Вступ

Актуальність теми. Серед молочних продуктів масло вершкове, як жирова їжа найбільше піддається процесам окиснення за зберігання. Внаслідок чого воно втрачає споживчу й харчову цінність через дефекти органолептичного характеру. Тому для збільшення терміну споживання даного продукту стараються підвищити його антиоксидантну стійкість вводячи речовини штучного і природного походження. Антиоксиданти є одними з найбільш досліджуваних тем як у галузі збереження якості харчових продуктів, так і в харчуванні в цілому [1]. Спочатку антиоксиданти використовувалися лише як консерванти харчових продуктів, потім з'ясувалося, що вони пригнічують процеси окислення не тільки в продуктах харчування, але і в метаболізмі людини [2]. Виявилася, що антиоксиданти здатні пригнічувати шкідливий вплив окисного стресу різними способами за допомогою широкого спектру механізмів. Інгібування може здійснюватися як ферментативним, так і неферментативним (хімічним) шляхом [3]. Тому харчові антиоксиданти відіграють вирішальну роль у харчовій промисловості та стали одним із найпоширеніших методів консервування готової харчової продукції. Їх дешевизна і простота використання зробили їх частиною практично всіх харчових продуктів. Незважаючи на те, що всі групи харчових антиоксидантів різні, вони мають однакову спільну мету – зберігати продукт якомога довше, не змінюючи його, не надаючи смаку чи кольору [4]. Водночас, сьогодні споживчі тенденції спрямували харчування галузь на пошук природних антиоксидантів для консервації, хоча синтетичні добавки були основними, їхні натуральні аналоги набувають все більше промислового інтересу. Втім пропозиція натуральних природних антиоксидантів досить обмежена, незважаючи на дозвіл екстракту розмарину в Європейському Союзі, хоча на ринку наявна велика кількість антиоксидантних добавок, дозволених різними країнами синтетичного походження. Отже, організм людини покладається на антиоксиданти з

харчових продуктів, а саме фрукти, овочі та м'ясо як джерела цих сполук (ендогенних антиоксидантів). Тому споживання продуктів, які містять антиоксиданти з природних джерел має подвійний характер, так як збагачує їх цими есенціальними речовинами, так і захищає їжу від окисного псування.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – визначити антиоксидантну активність доданих до масла вершкового природних добавок кориці, олії з виноградних кісточок та морквяного порошку.

Для виконання запланованої мети визначені наступні завдання:

1. Здійснити літературний аналіз про значення антиоксидантів в організмі людини та застосування їх в харчовій промисловості.

2. Обґрунтувати підвищення антиоксидантної системи вершкового масла за допомогою натуральних харчових добавок.

3. Дослідити сповільнення процесу окислення молочного жиру шляхом збагачення його рослинними біооксидантами.

4. Оцінити масло вершкове з біоантиоксидантами за продуктами окиснення жиру.

5. Провести органолептичну оцінку масла вершкового з біоантиоксидантами за його зберігання

Об'єкт дослідження – антиоксиданти природного й штучного походження, масло вершкове, технологія масла, органолептичні показники масла.

Предмет дослідження – окисні й гідролітичні процеси у маслі вершковому з природними антиоксидантами.

Методи досліджень: оглядово-пошукові (аналіз літератури з питань псування харчових продуктів та ролі антиоксидантів в організмі людини та в харчових системах, аналіз штучних й природних антиоксидантів, проблеми під час застосування у харчових продуктах); фізико-хімічні (зміна процесів окиснення в маслі з біоантиоксидантами: визначення пероксидного й

кислотного числа); органолептичні (бальна оцінка масла вершкового з біоантиоксидантами за зберігання), метричні.

Наукова новизна одержаних результатів. Виявлено, що окисні й гідролітичні процеси у маслі з добавкою морквяного порошку були в середньому в 5 – 6 разів повільніші, ніж за додавання до масла кориці та в середньому в 3 рази повільніші, ніж за збагачення масла олією з виноградних кісточок. Серед трьох природних біоантиоксидантів, найактивніший щодо гальмування процесів окиснення і гідролізу був порошок із моркви.

Практичне значення отриманих результатів. Рекомендовано для сповільнення окисних і гідролітичних процесів у маслі вершковому за тривалішого зберігання додавати до нього морквяний порошок у кількості 1,0 %.

Особистий внесок здобувача. Здобувач кваліфікаційного ступення самостійно здійснив огляд літератури за темою роботи, сформував мету і завдання досліджень, провів планування експериментальної частини, виконав дослідження та інженерно-графічну частину, написав роботу та представив до захисту.

Апробація результатів. Виступ на XII міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 6-7 грудня 2023 року / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 6-7 грудня 2023 р.). (Додаток А).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано одну наукову працю у тезах: Козловський В. Р. (2023). Актуальність застосування рослинних харчових добавок для зниження процесів окислення у жировмісних продуктах. Матеріали XII міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 6-7 грудня 2023 року / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 307. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з: вступу, розділів основної (експериментальної) частини, інженерно-графічної частини, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літератури та додатків. Магістерська робота має 74 стор. та містить 1 таблицю, 12 рисунків. Список літератури налічує 71 джерело.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Хімічна класифікація антиоксидантів та механізми дії антиоксидантів в організмі та харчових системах

Термін антиоксидант походить від запобігання споживання кисню. Наприкінці 19-го століття антиоксиданти зазвичай використовувалися в промислових процесах, таких як боротьба з корозією металу, вулканізація гуми. Пізніше використання антиоксидантів для запобігання згірклості, викликаній окисленням ненасичених жирів, стало поширеним. Їх вважали харчовими добавками для збереження поживної цінності їжі шляхом запобігання окисленню каротину, різних жиророзчинних вітамінів і незамінних жирних кислот. Багато антиоксидантних речовин було виявлено та виділено з природних джерел, таких як трави, спеції, овочі та фрукти. Потім дослідники виявили деякі антиоксиданти, такі як вітамін Е, вітамін С, у крові та сечі та зрозуміли їхню важливість у біохімічних процесах [1]. Пізніше було помічено, що антиоксиданти пригнічують процеси окислення та запобігають захворюванням, пов'язаним з окислювальним стресом (наприклад, атеросклероз, деякі види раку, діабет 2 типу, серцево-судинні захворювання, хронічне запалення, інсульт і септичний шок, старіння); і тому вони стали відомими завдяки своїй вирішальній ролі не лише в харчових продуктах, але й в організмі людини. Кількісне визначення та визначення активності антиоксидантів також протягом десятиліть є предметом інтересу вчених харчових продуктів [2].

Існує велика різноманітність природних антиоксидантів, присутніх у їжі. Серед них ті, які часто називають фенольними, включають понад 8000 сполук, і всі вони мають спільну структурну особливість представлення фенольного фрагмента. Класифікація таких сполук залежить від кількості

фенольних субодиниць: прості феноли містять лише одну фенольну функціональну групу (наприклад, фенольні кислоти), тоді як поліфеноли містять дві (наприклад, флавоноїди та стилібени) або більше фенольних субодиниць (наприклад, дубильні речовини).

Фенольні кислоти містять одну функцію карбонової кислоти та два різні вуглецеві каркаси, утворюючи гідроксикоричні (наприклад, п-кумарова, кавова, ферулова та синапова кислоти) та гідроксибензойні структури.

Флавоноїди – це поліфенольні речовини, основною структурною ознакою яких є флавонове (2-феніл-бензо- γ -піранове) ядро, утворене двома бензолними кільцями (А і В), з'єднаними кисневмісним пірановим кільцем (С). Залежно від ступеня окиснення С-кільця, структури гідроксилування ядра та замісника при вуглеці 3, флавоноїди можна далі розділити на підкласи: ізофлаволи, флаванолі, флавонолі, флаванони, антоціани та проантоціанідини. Особливий підклас флавоноїдів, у яких С-кільце є відкритим, відомий як халкони. У природі багато флавоноїдів є глікозильованими, а вуглеводні замісники включають D-глюкозу, L-рамнозу, глюкорамнозу, галактозу та арабінозу [3].

Стильбени (наприклад ресвератрол, птеростилбен і піцеатаннол) характеризуються подвійним зв'язком, що з'єднує фенольні кільця. Як хімічні протектори, антиоксиданти додатково класифікуються на основі способу їх дії як первинні (тип I, або розрив ланцюга) або вторинні (тип II, або профілактичні) антиоксиданти [3]. Основні – це хімічні сполуки, здатні запобігати окисненню, діючи як поглиначі вільних радикалів. У цьому випадку антиоксиданти безпосередньо реагують з вільними радикалами, утворюючи значно менш активні речовини або вимикаючи ланцюгову реакцію радикалів. Антиоксиданти типу II сповільнюють процес окислення непрямыми шляхами, включаючи хелатування металів, розкладання гідропероксидів до нерадикальних форм, відновлення первинних антиоксидантів шляхом донації водню або електронів, дезактивацію синглетного кисню або секвестрацію триплетного кисню та поглинання УФ-

випромінювання. Існують також деякі антиоксиданти, які можна класифікувати як багатофункціональні антиоксиданти, оскільки їхні захисні ефекти здійснюються як первинними, так і вторинними способами дії [].

Антиоксидант можна визначити як «речовину, яка при низькій кількості концентрації в порівнянні з концентраціями субстрату, що окислюється, значно затримує або запобігає окисленню цього субстрату». Це визначення є універсальним і може використовуватися для визначення антиоксидантів, які борються з вільними радикалами в нашому організмі або під час їх використання як харчові добавки. Усі антиоксиданти діють за одним із семи механізмів дії, які змінюються залежно від типу окислювачів: а) секвестрація вільних радикалів з середовища; б) хелатування іонів металів; в) гальмування ферментів, що утворюють вільні радикали; г) активація ендогенних антиоксидантних ферментів; д) попередження перекисного окислення ліпідів; е) профілактика пошкодження ДНК; ж) запобігання модифікації білків і деструкції цукру [5].

З точки зору секвестрації радикалів, антиоксиданти діють головним чином на $\cdot\text{OH}$ та $\text{O}_2^{\cdot-}$. Вони або віддають електрон, або атом водню зі свого гідроксильну групу, таким чином стабілізуючи радикал. Деякі сполуки за цією здатністю відносяться до аскорбінової кислоти, токоферолів і поліфенолів. Хелатування металів, таких як Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} і Cu^+ , є іншим механізмом нейтралізації вільних радикалів. Цей механізм є критичним для людського організму, враховуючи, що ці метали пов'язані з розвитком нейродегенеративних захворювань через реакцію з H_2O_2 , який раніше виробляється ферментом супероксиддисмутаза, що призводить до утворення $\cdot\text{OH}$ і $\text{O}_2^{\cdot-}$. Мідь і залізо окислюються до їхніх станів Fe^{3+} та Cu^{2+} , і може бути досить руйнівним для оточуючих клітин або частин клітини, таким чином антиоксиданти, такі як кверцетин і інші гідроксикоричні кислоти повертають їх до стабільної форми, дозволяючи інший процес окислення, зрештою споживаючи весь перекис водню, що призводить до інгібування виробництва радикалів через H_2O_2 [6].

Три найважливіші ферменти, які виробляють вільні радикали це нікотинаміаденіндинуклеотидфосфат (НАДФН), оксидаза та ксантиноксидаза. НАДФН-оксидаза віддає електрон кисню, утворюючи $O_2^{\cdot-}$, тоді як ксантиноксидаза каталізує окислення гіпоксантину до ксантину та подальшого перетворення його на сечову кислоту (яка є ендogenous антиоксидантом), утворюючи при цьому $O_2^{\cdot-}$ та H_2O_2 . Що стосується антиоксидантних ферментів, то два найважливіші з них супероксиддисмутаза і каталаза, які працюють разом, щоб збалансувати виробництво і нейтралізацію вільних радикалів [5].

Супероксиддисмутаза каталізує дисмутацію супероксидного радикалу в молекулярний кисень і пероксид водню. Хоча перекис водню не будучи радикалом, становить небезпеку для навколишніх біологічних структур (як вище), і таким чином каталаза розкладає його на кисень і водень [7, 8].

Перекисне окислення ліпідів – це руйнування подвійних ненасичених зв'язків ліпідів за допомогою активних форм кисню (АФК), які можуть бути припинені антиоксидантами, а саме ліпофільними, такі як вітамін Е, який є одним із найефективніших. Цей вітамін насправді являє собою набір із восьми дуже схожих сполук, які називаються токоферолами та токотрієнолами (по чотири з кожного), які позначаються першими чотирма грецькими літерами (від α до δ), оскільки α -токоферол є найефективнішим проти перекисного окислення ліпідів. Вітамін Е сам по собі діє як антиоксидант, але в основному формує синергічний зв'язок з вітаміном С (аскорбінова кислота), послідовно відновлюючись і протидіючи радикальній атаці на ліпіди [5].

Багато захворювань в організмі людини пов'язані з перекисним окисленням ліпідів, а саме атеросклероз, рак і серцево-судинні захворювання. Деяко з найважливішими кінцевими продуктами перекисного окислення ліпідів є альдегіди, а саме OH^{\cdot} , CCl_3O_2 у eI $HO^{\cdot}2$ [9]. ДНК і РНК також схильні до пошкодження вільними радикалами, а саме NO і $O_2^{\cdot-}$, які потім реагують з плазмідною ДНК, розщеплюючи подвійну спіраль та окисне

пошкодження, яке може призвести до раку та нейродегенеративних захворювань, а також до хромосомних аномалій [11].

З іншого боку, амінокислоти та білки зазнають руйнування в основному шляхом хлорування та нітрування за допомогою різних механізмів, що робить їх дуже чутливими до руйнування. Вони можуть бути пошкоджені окислювальними модифікаціями в специфічних амінокислотах, опосередкованими вільними радикалами розщепленням пептидів, а також білковою сіткою в реакціях перекисного окислення ліпідів [11]. ONOO-, радикал пероксинітриту є одним із найсильніших нітруючих агентів, HClO та $-OCl$, хлорноватиста кислота та її іон є агентами хлорування, які приєднуються до амінокислот та білків [12, 13]. Нарешті, ймовірною найменш відомою мішенню вільних радикалів є цукри, які пошкоджуються на ранніх етапах неферментативного глікозилювання. Фрагментація цукрів утворює невеликі ланцюги, які можуть призводити до утворення α і β -дикарбонілів, які є мутагенними сполуками [15].

1.2. Ендогенна антиоксидантна система людини та харчові антиоксиданти

Останніми роками дослідження антиоксидантів стрімко розвинулись і зменшили демонізацію вільних радикалів і окислювального стресу та їхній шкідливий вплив на організм і здоров'я людини. Незважаючи на те, що надлишок вільних радикалів може призвести до дисбалансу в рівновазі антиоксидант/вільні радикали, викликаючи окислювальний стрес, який може призвести до різних типів захворювань, сьогодні все більше доказів доводить, що АФК відповідають за важливі реакції всередині в організмі людини. Їм приписують важливі клітинні сигнальні каскади, регуляцію фізіологічних функцій, індуктори диференціації клітин, активацію апоптозу, стимуляцію транспорту глюкози в клітини та інші важливі завдання в організмі людини, що робить його важливою частиною вродженої імунної

системи [16]. Одночасно, з метою протидії небезпечному впливу вільних радикалів, які взаємодіють з біологічними клітинами, мембран або органів, організм людини має набір молекул ендогенних антиоксидантів. Дослідники [17] визначили три лінії дії ендогенних механізмів, а саме лінію профілактики – першу лінію захисту у запобіганні реакцій, які призводять до утворення реактивних видів; друга лінія відновлення, в якій ці молекули переривають реакції радикального окислення; і, нарешті, третя лінія з інактиваторами продуктів вільнорадикальних реакцій шляхом репарації або усунення пошкодження.

Ендогенними антиоксидантами людини є згруповані відповідно до молекулярного типу, а саме ферментативні та неферментативні антиоксиданти. Перша лінія складається як з ферментативних, так і з неферментативних молекул, таких як супероксиддисмутаза, яка депротонує супероксид-аніон, каталаза, глутатіонпероксидаза, пероксиредозини (ферментативні), а також церулоплазмін, феритин, трансферин і альбумін (неферментативні). Друга лінія є строго неферментативною, яка швидко інактивує реакції, включаючи вітаміни, кофактори ферментів, сіркоорганічні сполуки та азотисті небілкові сполуки. Третя лінія, яка включає механізми відновлення, містить ферментативні антиоксиданти, які відновлюють пошкоджену ДНК і білки, а також додатково борються з окисленими ліпідами та розповсюдженням ланцюгів пероксиліпідних радикалів у клітинах і мембранах [18, 19]. Водночас, ендогенних антиоксидантів недостатньо, і системи не ідеальні для усунення вироблених вільних радикалів. Цій несправній системі сприяє споживання антиоксидантів з їжею, що гасить надлишкове вироблення вільних радикалів в організмі людини, яке збільшується через зміну способу життя, забруднення навколишнього середовища та іншу ризиковану поведінку. Такими екзогенними антиоксидантами можуть бути фенольні кислоти, флавоноїди, вітаміни, каротиноїди, мінерали та сіркоорганічні сполуки, які є основними джерелами цих сполук у фруктах і овочах [21].

Таким чином, враховуючи переваги цих сполук для антиоксидантної системи людини, було проведено багато досліджень щодо використання цих молекул як харчових добавок, особливо антиоксидантів, які надають харчовим продуктам їхні захисні властивості, зменшуючи потребу в синтетично отриманих сполуках.

Хоча фрукти та овочі наповнені антиоксидантами, які дуже важливі як екзогенні «гальмівники» вільних радикалів, що запобігають окисному стресу, їх біодоступність і біодоступність можуть бути обмежені, і, таким чином, їх ефективність може бути знижена. Ця тема широко обговорювалася в останні роки різними авторами [22, 23].

1.3. Автоокислення харчових продуктів

Окислення, утворення вільних радикалів і реакції очищення відбуваються не тільки в організмі людини, але практично в кожному живому організмі та біологічних системах. Таким чином, їжа нічим не відрізняється, і процеси автоокислення, перекисного окислення ліпідів та інші види окислення надзвичайно поширені. Харчові антиоксиданти, що додаються до харчових продуктів, мають ту ж місію, що й ендogenous антиоксиданти людського організму, захищати їжу від цих атак, зберігаючи її органолептичні, текстурні та безпечні властивості [5].

Автоокислення в харчових продуктах може відбуватися за допомогою вітамінів, а саме вітаміну С, який спонтанно розщеплюється на дегідроаскорбінову кислоту під дією ферменту аскорбатоксидази, а також вітаміну Е, який стає токофероксильним радикалом, але більша частина автоокислення перевірена в жирі, а саме в ненасичених жирних кислотах, холестерину та фосфоліпідів, слідує тому ж механізму реакції, що й перекисне окислення ліпідів, яке може бути опосередковано ферментом ліпоксидазою або спонтанно [18, 22]. Цей каталітичний процес починається, коли кисень атакує подвійні зв'язки жирної кислоти, і з видаленням атома

водню утворює ліпідний радикал $L\cdot$, який при контакті з киснем знову утворює ліпідний пероксильний радикал ($LOO\cdot$). Весь цей процес впливає на органолептичні властивості та робить смак їжі згірклий, але також зменшується колір, змінюється її текстура, знижується харчова цінність і утворюються токсичні сполуки, які є кінцевими продуктами алкіналів, епоксидів, кетонів і малонового діальдегіду [26, 8]. Серед продуктів тваринного походження риба найбільш сприйнятлива до самоокислення жирів через високий вміст ненасичених жирів, кислот і вища ймовірність наявності перехідних металів у їхній плоті та шкірі, поглинених водними системами, які вони населяють.

З точки зору рослинної їжі, сушені фрукти та рослинні олії найбільш схильні до руйнування через це явище шляхом гомолітичного видалення β -вуглець-вуглецевих зв'язків або утворення алканів чи спиртів. З точки зору аутоокислення білка, найбільш сприйнятливими амінокислотами є цистеїн, метіонін, лізин, аргінін, гістидин, триптофан, валін, серин і пролін з ушкодженнями, викликаними взаємодією іонів металів, фотохімічними реакціями та карбонільними групами [27, 28]. Харчові антиоксиданти використовуються, серед іншого, щоб уникнути автоокислення та окислення харчових продуктів, але стабілізують ліпіди та інші харчові сполуки, уникаючи їх каскаду окислювальних реакцій, а також зупиняючи ці реакції, коли їх неможливо повністю уникнути.

1.4. Харчові добавки та законодавство

Харчові добавки – це молекули, які вводяться в харчові продукти для виконання певних технологічних функцій, які можуть варіюватися від збереження їжі, додання кольору, смаку, підсолоджування, текстурування, серед іншого. Їх додають під час виробництва харчових продуктів, і всі етапи виробництва та введення в харчові продукти суворо контролюються [1, 5].

Трьома найважливішими керівними органами, які приймають закони, забезпечують дотримання закону та контролюють схвалення та регулювання харчових добавок у світі, є EFSA, Європейський орган з безпеки харчових продуктів у Європейському Союзі (ЄС), і FDA, Управління з контролю за продуктами й ліками в Сполучених Штатах Америки. Іншими важливими організаціями, які оцінюють ризики безпеки, проводять дослідження, видають заяви та в цілому пов'язані з харчовими добавками, є JECFA, Об'єднана продовольча та сільськогосподарська організація (FAO)/Комітет експертів ВООЗ з харчових добавок та Кодекс Аліментаріус. У межах ЄС під наглядом EFSA харчові добавки поділяються на 6 груп із конкретними очікуваними результатами в продуктах харчування. Групи: консерванти, харчові добавки, барвники, ароматизатори, текстури агенти та інші агенти. Кожній харчовій добавці присвоюється номер, який відповідає групі, до якої вона належить, перед яким стоїть літера «Е», що означає Європу. Додана кількість кожної добавки строго розраховується для кожного харчового продукту, тому загальне добове споживання людиною не перевищує допустимої добової норми споживання, це загальна кількість певної добавки, яка споживається щодня, не має шкідливого впливу на здоров'я [5, 21]. Однією з найважливіших груп добавок є консерванти, їхні номери Е коливаються від E200 до E399. Консерванти підрозділяються на три менші функціональні групи, а саме антимікробні речовини, антиоксиданти та агенти, що запобігають потемнінню.

Антимікробні засоби додають з двома цілями: для контролю природного псування та для запобігання зараженню мікроорганізмами. Реагенти, що запобігають потемнінню, використовуються для запобігання потемнінню, яке зазвичай відбувається під час обробки та зберігання.

Явище потемніння відбувається двома шляхами: ферментативним і неферментативним. Під час ферментативного потемніння поліфенолоксидаза каталізує перетворення фенолів на хінони, послідовно темніючи їжу. Неферментативне потемніння відбувається під час карамелізації цукру та

реакцій Майяра між карбонільними та вільними аміногрупами. Нарешті, антиоксидантна підгрупа добавок використовується для розширення терміну придатності харчових продуктів, захищаючи харчові продукти від згірклості, втрати кольору, появи запахів, втрати текстури, серед інших явищ, які мають місце в харчових продуктах. Реакції, які захищають їжу, є такими ж, які захищають клітини в біологічних організмах, подібно до описаних вище, і мають конкретну мету, щоб уникнути окислення, дозволяючи їжі залишатися в хороших умовах протягом більш тривалого часу [29].

1.5. Харчові функціональні антиоксидантні групи

У підгрупі антиоксидантів є кластери молекул, які згруповані для подальшого спрощення розуміння великої кількості сполук в харчових продуктах, які вони дозволені. Зі збільшенням інтересу до натуральних харчових добавок деякі вчені захищають, що має бути відокремлення синтетичних/штучних харчових добавок від натуральних, але цього не було зроблено. Таким чином, природне та синтетичне походження антиоксидантів не зазначено в офіційних даних, які відображають кількість і дозволи на використання кожної добавки до кожного виду їжі. Групи антиоксидантних харчових добавок [5]:

1.5.1. Аскорбати

Група аскорбінової кислоти складається з аскорбінової кислоти (E300), аскорбату натрію (E301), аскорбату кальцію (E302) і ефірів жирних кислот аскорбінової кислоти (E304), будучи аскорбіновою кислотою найпоширенішою в групі, але також однією з найбільш поширених. Широко поширені антиоксиданти в харчових продуктах. Аскорбінова кислота та її моноаніон аскорбат є дуже сильними антиоксидантами як в організмі людини шляхом нейтралізації вільних радикалів, так і в харчових продуктах, де вони використовуються як антиоксиданти, щоб уникнути окислення їжі та

її можливого псування. Він розчиняється у воді при 25 °С 330 г/100 мл. Аскорбінова кислота є циклічним ефіром з кетоном у положенні α і має здатність віддавати два електрони оточуючим молекулам, окислюючись, відома в цій формі як дегідроаскорбінова кислота. Її дозволено використовувати як антиоксидант практично в усіх країнах світу. У ЄС вона приймає номер E300, а в Сполучених Штатах Америки (США) вона включає список Загально безпечних (GRAS), до якого додаються добавки та інгредієнти, коли їхнє споживання не становить жодної проблеми і загрози для споживачів [5, 21].

Зазвичай аскорбінову кислоту можна знайти в поєднанні з синтетичними антиоксидантами, такими як бутильований гідрокситолуол (BHT) і бутильований гідроксианізол (BHA), щоб ще більше підвищити їх антиоксидантну здатність, враховуючи чудові властивості аскорбінової кислоти регенерувати.

Інший сильний зв'язок, який вона встановлює, пов'язаний з токоферолами, у яких ці сполуки регенеруються з токофероксильної радикальної форми назад у токофероли шляхом віддачі електронів від аскорбінової кислоти.

У 2015 році Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (EFSA), яке контролює безпеку харчових продуктів у Європейському Союзі (ЄС), переглянуло рівні впливу аскорбінової кислоти та її солей (аскорбат натрію E301 і аскорбат кальцію E302) і в подальшому визначило, що в цьому немає потреби, оскільки щоденне споживання жодного з них не становило жодної загрози [8]. Аскорбат натрію можна використовувати як антиоксидант у різних харчових продуктах, але він був перевірений на сухих ферментованих ковбасах, щоб уникнути окислення білків і ліпідів, як спосіб зменшення використання нітритів у копчене або ферментоване м'ясо, які, як відомо, мають канцерогенну дію. Аскорбат натрію досить успішно зменшує окислення, але також відповідає за проокислювальну поведінку, тому не широко використовується як замітник нітритів у їжі [31].

Аскорбат кальцію, ще одна сполука з сімейства аскорбатів, використовується як антиоксидант у молочних продуктах, в'ялених або варених м'ясних продуктах, для занурення свіжозрізаних фруктів і запобігання їх потемнінню, а також використовується для інтенсивності кольору в'яленого м'яса та діє як синергіст для інших антиоксидантів [13, 32]. Ефіри жирних кислот і аскорбінової кислоти є найменш використовуваною добавкою підгрупи аскорбатів, хоча вони мають широкий спектр харчових продуктів, у яких його можна використовувати, а саме молочні продукти, жувальна гумка, каші, м'ясо, десерти, салати, соуси та інші [33]. Обидва похідні мають меншу розчинність у воді, ніж аскорбінова кислота, 62 г/100 мл (25 °C) для аскорбату натрію та 50 мг/100 мл для аскорбату кальцію. Таким чином, усі добавки аскорбатів вважаються «quantum satis» для їх споживання.

1.5.2. Токоферолі

Група токоферолів, дозволена EFSA, включає три з чотирьох ізоформ токоферолів, α -, β - та γ -токоферолу, а також багатий токоферолом екстракт, оскільки δ -токоферол є єдиною ізоформою, яку заборонено використовувати як ізольована добавка в їжу. Перше повідомлення про назву вітаміну E, який представляє всі ізоформи, було опубліковано в 1925 році, за три роки до того, як він був відкритий і названий фактором X. Токотрієнолі, перші, які вважалися іншими ізоформами токоферолів, називали токотрієнолами лише тоді, коли в їхніх бічних ланцюгах було виявлено вищу ненасиченість. За активністю найактивнішою ізоформою є α -токоферол, за ним йдуть β -, γ - і, нарешті, δ -токоферол. Ці сполуки мають хроманове кільце та фітильний ланцюг (вуглеводневий ланцюг із метильними залишками). В Європі їх дозволено використовувати в м'ясних і молочних продуктах, олії, а також у покриттях. Їх головна мета – додавання до продуктів з великою кількістю ліпідів, оскільки вони є найпотужнішими ліпофільними антиоксидантами [5].

Токофероли мають дуже важливу синергетичну поведінку з аскорбіновою кислотою, в якій аскорбінова кислота регенерує токофероли, а також з каротиноїдами, де обидва регенеруються іншим ко-антиоксидантом, хоча регенерація каротиноїдів токоферолами є кращою. Всі форми токоферолів нерозчинні у воді. Іншими синергістами токоферолів є фосфатидилінозит і кверцетин. Токофероли також мають антагоністи, а саме розмаринову кислоту та кавову кислоту [34. 35].

1.5.3. Галати

Термін галати зазвичай відноситься до пропілового, октилового і додецилового ефірів галової кислоти, яка є гідроксибензойною кислотою. Усі три з цих сполук схвалені для використання в ЄС, пропілгаллат (E310), октилгаллат (E311) і додецилгаллат (E312) [5].

Пропілгаллат є найбільш використовуваним із трьох галатів, схвалених EFSA, з ADI 1,4 мг/кг на добу, і використовується з 1948 року як харчова добавка, а також у покриттях та упаковках. Це складний ефір галової кислоти з пропанолом, і його основна функція полягає в уникненні перекисного окислення ліпідів, але також допомагає підтримувати органолептичні властивості, свіжість, аромат і колір. Його можна використовувати окремо або в поєднанні з ВНТ і ВНА, і навіть з лимонною кислотою для зменшення темного забарвлення, що утворюється через реакцію із залізом. У США він вважається GRAS і включений в EAFUS з номером доступу 121-79-9. Пропілгаллат має дуже низьку розчинність, менше 1 мг/мл води (20 °C). Октил і додецилгаллат використовуються рідше, але вони також знаходяться в базі даних JECFA з номерами доступу 1034-01-1 і 1166-52-5, хоча для жодного з них не було визначено добове споживання [37, 38].

Октилгаллат використовується як антиоксидант, протимікробний засіб, особливо проти грампозитивних бактерій, а також як протигрибковий засіб. Незважаючи на те, що його застосування обмежене окремими випадками та дуже обмежене, октилгаллат можна використовувати у зневодненому молоці,

жирах, оліях, горіховому маслі, картопляних продуктах, жувальній гумці, злаках, м'ясі, горіхах та харчових добавках. Він нерозчинний у воді, але добре розчинний в етанолі, як і додецилгаллат [39, 40].

Додецилгаллат, кінцева сполука класу галатів, є однією зі сполук зеленого чаю, і завдяки наявності гідроксильних і карбоксильних груп у своїй структурі виявляє антиоксидантну активність. Як і інші сполуки цього класу, він також має антимікробну дію і може використовуватися в тих самих продуктах харчування, що й інші сполуки цієї підгрупи [42, 43].

1.5.4. Еритробати

Підгрупа еритробатів складається з двох сполук: еритробінової кислоти (E315) та еритробату натрію (E316). Еритробінова кислота є стереоізомером аскорбінової кислоти, що відрізняється лише взаємним розташуванням гідроксильних груп і водню п'ятого вуглецю. Вони мають в основному ту саму функцію, хоча протицинготна активність еритробінової кислоти, якщо вона нижча за аскорбінову, і те саме підтверджено для синтезу колагену, хоча стимули гідроксилювання проліну однакові [44, 45]. У США еритробінова кислота виграла від заборони сульфітів у салатах і стала їх заміною. Ця сполука здебільшого споживається (80%) у вигляді еритробату натрію (E316), а саме у в'яленому м'ясі, заморожених фруктах, овочах, олії, жирах, молюсках, рибі, у багатьох випадках із функцією зменшення утворення нітрозамінів під час консервування чи варіння [5].

Еритробат натрію є стереоізомером аскорбату натрію та виявляє антиоксидантну активність шляхом гасіння синглетного кисню, донації водню та як відновник. Еритробінова кислота має розчинність у воді при 25 °C 40 г/100 мл, тоді як еритробат натрію має розчинність лише 16 мг/100 мл [46].

1.5.5. Бутилати

Бутилати є одними з найбільш використовуваних антиоксидантів, до складу яких входить третбутилгідрохінон (ТВНҚ - Е319), бутильований гідроксіанізол (ВНА - Е320) і бутильований гідрокситолуол (ВНТ - Е321) [5].

ТВНҚ є широко поширеною антиоксидантною добавкою з максимально допустимою кількістю 0,7 мг/кг, і основне застосування в крупах, маргаринах, м'ясі та олії. Зазвичай він використовується в синергізмі з іншими антиоксидантами, а саме з ВНТ, лимонною кислотою, хоча його не можна використовувати з пропілгалатом. Однією з його головних переваг перед іншими аналогами є те, що він не втрачає колір при контакті із залізом та іншими металами, але він неефективний у хлібопекарській промисловості. ТВНҚ – це практично нерозчинний у воді [49, 50].

ВНА є широко поширеним штучним антиоксидантом фенольної природи з номером Е 320 і розчинністю у воді менше 1 мг/мл при 20 °С. Він використовується як для харчових продуктів, так і для їх покриття, але має дуже низьку розчинність у воді та сильний фенольний запах, що обмежує його використання. У 2012 році група харчових добавок EFSA дійшла висновку, що вплив ВНА як харчової добавки не перевищував максимальну допустиму кількість 1 мг/кг маси тіла, навіть для населення з найбільшим споживанням, але максимальна допустима кількість була перевищена, коли береться до уваги комбінований вплив харчової добавки та матеріалу, що контактує з їжею. Метою ВНА є контроль прогіркання тваринного жиру в харчових продуктах, враховуючи його низьку ефективність щодо рослинного жиру [37, 51].

ВНТ є кінцевою сполукою бутильованого класу антиоксидантів, яка широко використовується, є однією з найдешевших у виробництві та використовується в поєднанні з галатами та ВНА. Маючи три трет-бутильні групи, він демонструє вищу стеричні перешкоди, ніж ВНА. Оскільки ВНА не розчиняється у воді, але має високу розчинність у жирі та стабільний при високих температурах, тому використовується в їжі, яку потрібно

запікати або варити. EFSA переглянув вплив ВНТ на споживачів, який має максимальну допустиму культивість 0,5 мг/кг маси тіла, і визначив, що ризику надмірного впливу через дієту немає. Він має розчинність у воді менше 1 мг/мл при 25 °C [37, 52].

ВНА і ВНТ мають синергетичну поведінку, коли їх додають разом у харчові продукти. Спочатку ВНА взаємодіє з пероксильними радикалами, перетворюючись на фенокси-радикал ВНА, який потім використовує ВНТ для регенерації перед тим, як нейтралізувати нові радикали в їжі [53].

1.5.6. Лактати

Лактати є сполуками з різними функціями, а саме як антиоксиданти, протимікробні засоби, підсилювачі кольору та стабілізатори, ароматизатори, регулятори рН, зволожувачі, але також діють як антиоксидантні синергетичні сполуки. Усі ці добавки отримують з молочної кислоти (E270, розчинність у воді при 25 °C – 100 мг/мл) і зазвичай використовуються в молочних продуктах, овочах і м'ясі. З цієї групи найважливішими добавками є лактат натрію (E325), лактат калію (E326) і лактат кальцію (E327). Лактат натрію використовується як антимікробний засіб у ковбасах, м'ясних котлетах, рибі, а також вважається GRAS у США. Його застосовність знижується через активність води в харчових продуктах, хоча він також має низьку розчинність, трохи більше 1,5 мг/мл при 25 °C. Встановлено синергію з сіллю, аскорбіновою кислотою, низином і тимолом [54, 56]. Лактат калію також використовується в обробленому та необробленому м'ясі, сосисках та котлетах. Він працює шляхом зниження активності води та в поєднанні з антиоксидантами та протимікробними засобами, такими як діацетат натрію та аскорбат кальцію [57].

Лактат кальцію є ще однією синергетичною сполукою, яка використовується для запобігання потемнінню їжі, а саме у фруктах, зберігаючи їх структуру та надаючи антимікробну дію. Він синергічно застосовується до фосфатів для покращення їхньої антиоксидантної здатності

в м'ясі та гіпотетично може активувати фермент кальпаїн. Він дуже добре розчинний у воді.

1.5.7. Цитрати і тартрати

Цитрати - одні з найпоширеніших солей лимонної кислоти (E330), сполуки в лимонах та інших цитрусових фруктах. Крім того, що він дуже важливий для біологічних шляхів людського організму, вони також є дуже важливі як харчові добавки, і проявляє дуже сильний синергіст, а саме з аскорбіновою кислотою та хітозаном. Вони також є хелатуючим агентом, який пригнічує в продуктах потемніння, що спричиняє збільшення терміну її зберігання. Їх розчинність сильно варіює залежно від температури, але як порівняння, при 20 °C, його розчинність становить 147,76 г/100 мл [58, 59]. Інші сполуки з цього класу - це цитрат натрію (E331), цитрат калію (E332) і кальцію цитрат (E333). Цитрат натрію є GRAS, який виконує багато функцій як харчова добавка, а саме як хелатуючий агент, буфер рН, сповільнювач, антимікробний засіб, підсилювач смаку та антиоксидант. Має синергічний ефект з органічними кислотами, а саме лимонною, винною, яблучною та молочною. Їх в основному застосовують у виробництві м'яса та знежиреного молока [60].

Цитрат калію - емульгатор, рН-буфер, секвестр ант і антиоксидант, який використовується для зміни інтенсивних смаків (кислот), застосовують в желатині, мармеладі та сири. Його розчинність у воді становить приблизно 153 г/100 мл при 25 °C [54].

Нарешті, цитрат кальцію має ті ж властивості, що й цитрат калію, який використовується в тих самих продуктах харчування, а також у дитячому харчуванні. Розчинність при 25 °C у воді становить приблизно 0,95 г/100 мл [50].

1.5.8. Тартрати

Тартрати є похідними винної кислоти з натрієвою, калієвою та кальцієвою солями, які є добавками, дозволеними до використання в ЄС,

мають номери E335, E336 та E337 відповідно, а також вважаються GRAS. Винна кислота є підсилювачем смаку, регулятором кислотності та антиоксидантом. Усі ці добавки використовуються в шоколаді, мармеладі, желатині, консервах і свіжій пасті. Тартрати натрію та калію також використовуються в сирах, жирах, олії, м'ясі та ковбасах [37].

1.5.9. Фосфати

Широко відомі як фосфати, солі фосфорної кислоти мають багато застосувань як харчові добавки. Крім того, що високе споживання фосфатів пов'язане із захворюваннями нирок, найбільший внесок у їх збільшення вносить фаст-фуд [62]. Проте фосфорна кислота та її солі становлять 25% усіх кислот, що використовуються в харчовій промисловості, а саме як буфери рН, хелатоутворювачі, антиоксиданти та підкислювачі. Вони встановлюють синергізм з лимонною кислотою та лаурилгалатом, щоб уникнути жиру окислення, і використовуються в освіжаючих напоях, фруктовому желатині, сирі та порошкоподібних дріжджах. Фосфорна кислота має дуже високу розчинність у воді, яка змінюється в залежності від температури. При 14,95 °C його розчинність становить 446 г/100 мл [63].

Фосфат натрію (E339) використовується в харчових продуктах через його антиоксидантні, секвестранти, водоутримуючі та антимікробні властивості, а також вважається сполукою GRAS у США. Використовується в макаронних виробках, м'ясі, сухому молоці, фруктах, сирах, чіпсах і готових до вживання десертах, він забезпечує синергетичну поведінку з низином для посилення його хелатної та антимікробної дії. Він доступний у формі мононатрію, динатрію та тринатрію. Його розчинність у воді становить 11,8 г/100 мл при 25 °C [37].

Фосфат калію (E340), також молекула GRAS, яка, як стверджується, добре розчинна у воді, використовується в м'ясі, хлібі, тісті, порошкоподібних соках, яйцях, макаронах і ковбасах. Він встановлює синергізм з ацетатом натрію при використанні для збереження стейків сома

[64]. Фосфат кальцію (E241), інша молекула GRAS, використовується як підкислювач, розпушувач, антиоксидант, зволожувач і засіб, що запобігає злежуванню. Він використовується в сумішах добавок для хлібопекарської промисловості, а також у фруктових консервах, порошкоподібних соках, борошні, сирі та дитячому харчуванні. На відміну від інших солей фосфорної кислоти, фосфат кальцію дуже погано розчинний у воді [37].

Нарешті, фосфат амонію (E342) і фосфат магнію (E343) є іншими добавками, отриманими з фосфорної кислоти, які менш вживаються в харчовій промисловості, хоча також вважаються GRAS. Їх можна використовувати в хлібі, макаронних виробках, печивах і млинцях, але лише фосфат амонію розчинний у воді зі значенням 69,5 г/100 г при 25 °С [37].

1.5.10. Малати

Малати – це група молекул, які походять від яблучної кислоти, а саме складні ефіри та інші солі. Незважаючи на те, що ця група сполук розглядається в розділі антиоксидантів, їх основні функції полягають у якості регуляторів кислотності, ароматизаторів, буферних агентів, зволожувачів і приправ, а не антиоксидантів. Крім того, доступна дуже мізерна інформація про ці сполуки, окрім їхніх даних, складу, чистоти та тестових таблиць. Яблучна кислота (E350) має розчинність у воді при 20 °С 55,8 г/100 мл, тоді як малат кальцію (E352) лише незначно розчинний у воді [5].

1.5.11. Адипати

Адипінова кислота – ще одна органічна кислота, яка має різноманітне застосування в харчовій промисловості. Він використовується як антимикробний, антиоксидантний, рН-буфер і гелеутворювач. Застосування цієї сполуки та її солей у сирі, мармеладі та консервованих фруктах. Використовується в синергізмі з метабісульфітом натрію. Їх гранично допустима кількість встановлена на рівні 5 мг/кг тіла ваги. Адипінова кислота (E355) має різну розчинність у воді, яка змінюється в залежності від

температури. При 10 °С він становить приблизно 1,4 г/100 мл води, тоді як адипат натрію (E357) має розчинність при 20 °С 50 г/100 мл води [63].

1.5.12. Бурштинова кислота

Бурштинова кислота також є органічною кислотою та молекулою GRAS, яка комерційно одержується гідруванням яблучної або фумарової кислоти. Вона негігроскопічна, але має вищу розчинність, ніж фумарова та адипінова кислоти. Хоча її основна функція – не антиоксидант, а радше підкислювач, вона демонструє пластичні властивості, ідеальні для макаронних виробів, а також як підсилювач смаку та антимікробний засіб. Її моногліцеридні ефіри використовуються в курячому м'ясі, молочних продуктах та випічці. При 20 °С янтарна кислота має розчинність у воді 5–10 мг/л [63].

1.5.13. Етилендіамінтетраоцтова кислота (EDTA)

EDTA – це молекула, яка має різні застосування в харчовій промисловості. Як добавка використовується динатрій кальцію EDTA (E385), з максимальною допустимою кількістю 2,5 мг/кг маси тіла, вважається секвестрантом, металохелатною сполукою та антиоксидантом, який забезпечує синергізм із сорбатом калію, лізоцимом, низином, монолаурином і монокапіном, щоб підвищити антимікробний потенціал цих сполук у таких продуктах, як куряче м'ясо, оброблене м'ясо, овочі, фрукти, пиво та фруктові соки.

Крім того, він також може з'єднуватися з аскорбіновою та лимонною кислотою, лецитинами, ВНА, ВНТ. У поєднанні з антиоксидантами його головним чином використовують у жирі для помазання, а також у свіжому та обробленому м'ясі, рибі, соусах, крупах і морепродуктах. Виглядає як білий порошок без кольору, запаху та смаку з розчинністю у воді 1 г/л [8].

1.5.14. Екстракти розмарину

Про антиоксидантну активність розмарину повідомлялося ще в 1950-х роках, і його використання в кулінарії перевершує цей рік на десятиліття, роблячи цю рослину дуже відомою та широко відомою за її цілющі властивості. Екстракт розмарину містить у своєму складі багато поліфенолів з великою антиоксидантною дією, а саме карнозову кислоту, розмаринову кислоту, карнозол і розмаридіфенол, серед інших. Він був схвалений для використання в ЄС у Додатку II Регламенту № 1333/2008, Японія та Китай також схвалили його використання в харчових продуктах, визначивши його як «речовину, яка в основному складається з карнозової кислоти, карнозолу та розманолу, отриманої з квітів і листя розмарину». У ЄС екстракт розмарину має багато застосувань, а саме зневоднене молоко, жири, олії, оброблена картопля, жувальна гумка, прикраси, вишукана випічка, оброблене м'ясо, термічно оброблене м'ясо, оброблена риба, оброблені яйця, гірчиця, супи, бульйони, соуси, закуски, оброблені горіхи та харчові добавки, хоча з деякими обмеженнями в цих групах продуктів. Однак він нерозчинний у воді [5].

Враховуючи його безпеку, йому не було присвоєно значення допустимої добової норми споживання (ADI), яке надається багатьом харчовим добавкам, щоб обмежити його споживання людьми щодня, виражене в мг на кілограм маси тіла, таким чином вважається Quantum Satis, тобто його можна додавати до харчових продуктів у кількості, необхідній для виконання передбачуваного технологічного завдання в харчових продуктах відповідно до належних виробничих процедур. Сьогодні екстракт розмарину є прикладом того, як рослинні екстракти (природні джерела) можна безпечно використовувати для збереження харчових продуктів, навіть у взаємодії з іншими, такі антиоксиданти, як нізин, поліфеноли, ВНА і ВНТ, що проклало шлях для пошуку інших джерел природних харчових антиоксидантів [8].

Підсумки з огляду

Враховуючи, що більшість скандалів пов'язані з надмірним додаванням харчових добавок або використанням заборонених речовин для збільшення прибутку, маскуванню проблем із їжею, споживачі зазвичай вважають, що кожна синтетична суміш, додана до харчових продуктів є потенційно шкідливою, тому віддають перевагу натуральним продуктам, які, як вважають, мають меншу ймовірність «підробки». Головним чином через цю недовіру наступні покоління харчових добавок, які слідують тенденції, будуть надходити з природних джерел, щоб краще сприймати населення як безпечніші та здоровіші. Інші підходи до збереження харчових продуктів, які можуть означати меншу кількість добавок, – це добавки подвійної функції, у яких два типи добавок поєднуються для виконання окремих функцій у їжі, як-от антиоксидант-підсолоджувач або антиоксидант-барвник.

Загалом, слід багато працювати над демістифікацією харчових антиоксидантів і добавок у цілому, зменшуючи стрес, страх і недовіру споживачів, змушуючи їх вірити, що не всі цифри «Е» є небезпечними, і що природні та синтетичні антиоксиданти та добавки обидва класифікуються за одними правилами. Але це спільні зусилля, які повинні охопити галузь, споживачів і органи управління.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Враховуючи актуальність дослідження щодо підбору природних біоантиоксидантів для високожирних продуктів та для галузі харчової промисловості в цілому на було обґрунтовано тему та сфокусовано мету в наступному: визначити антиоксидантну активність доданих до масла вершкового природних добавок кориці, олії з виноградних кісточок та морквяного порошку.

Об'єкт дослідження – антиоксиданти природного й штучного походження, масло вершкове, технологія масла, органолептичні показник масла.

Предмет дослідження – окисні й гідролітичні процеси у маслі вершковому з природними антиоксидантами.

Методи досліджень: оглядово-пошукові (аналіз літератури з питань псування харчових продуктів та ролі антиоксидантів в організмі людини та в харчових системах, аналіз штучних й природних антиоксидантів, проблеми під час застосування у харчових продуктах); фізико-хімічні (зміна процесів окиснення в маслі з біоантиоксидантами: визначення пероксидного й кислотного числа); органолептичні (бальна оцінка масла вершкового з біоантиоксидантами за зберігання), метричні.

2.1. Етапи проведення досліджень

Робота побудована з чотирьох блоків, які поєднанні між собою і в цілому формують комплексне дослідження (рис. 2.1) з розробки масла підвищеної до окисної і гідролітичної дії.

Перший блок досліджень полягав у пошуку й ознайомлення з науковими працями, які пояснюють причину окиснення й гідролізу молочного жиру та можливі шляхи вирішення даної проблеми.

Другий блок – розкривав загальну схему проведення експериментів та описує застосовані методики, щодо виконання роботи.

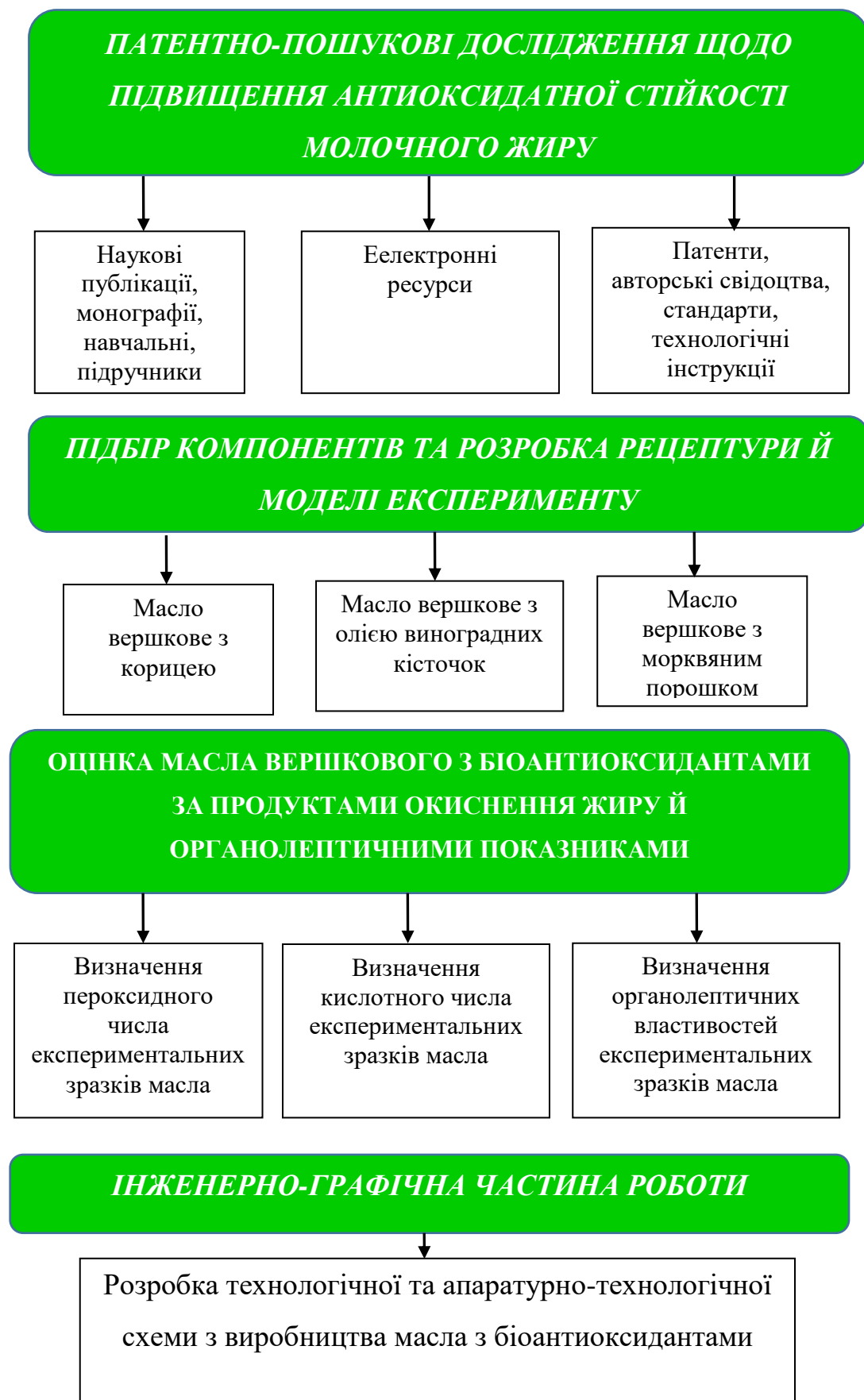


Рис. 2.1. Схема виконання роботи

Також було підібрано природні біоантиоксиданти для збагачення масла й підвищення його окисної стійкості.

Третій блок досліджень мав на меті визначити антиоксидантні властивості трьох природних біоантиоксидантів: кориці, олії з виноградних кісточок й морквяного порошку, які були додані у масло вершкове. Також у цьому блоці було проведено органолептичну оцінку масла з біоантиоксидантами.

У четвертому – проведено проектування цеху виробництва масла з природними біоантиоксидантами.

2.2. Методи досліджень

Експериментальні зразки масла з біоантиоксидантами досліджували за зберігання у модельних умовах $t... +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ – три доби й протягом кожної доби визначали пероксидне й кислотне число за стандартними методиками [67], а органолептичні відповідно до [68].

Статистичні обрахунки проведено за програмою варіаційної статистики з визначенням $P \leq 0,05$, яке вважалось статистично вірогідним.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Нові рішення щодо підвищення антиоксидантної системи вершкового масла - натуральні харчові добавки

Харчова промисловість, як і багато інших галузей, прагне до нових технологій, нових рішень, нових застосувань, нових методологій, розроблення нових продуктів харчування. Новинка завжди супроводжується тенденціями споживання, і, таким чином, найновіше з точки зору харчування та способу життя – це підтримання здоров'я за допомогою фізичних вправ, споживання безпечної, необробленої та здорової їжі. Це зрозуміли харчові компанії, які прагнуть до зниження фізичної (температурної та інших видів) обробки та зменшення додавання харчових добавок. В ідеалі харчові продукти не мали б мати консервантів та/або добавок і вони мають бути необробленими, але, враховуючи гігієнічні стандарти, питання здоров'я, промислове виробництво, відстань між виробництвом і споживанням, прибутки, попит на певні види їжі, переважна більшість харчових продуктів проходить певний тип обробки та додають деякі добавки, причому переважна більшість додається для збереження.

Другим пріоритетом для харчової промисловості є виробництво продуктів, які сприймаються споживачем як натуральні, що пов'язано з безпечністю, більш здоровою їжею, хоча інколи це сприйняття може бути помилковим. Як зазначалося раніше [5], багато чинників сприяли цьому факту, а саме дослідження які належним чином не описані авторами, прискорені рішення керівними органами з точки зору заборони або дозволу харчових добавок, необізнаності громадськості про те, що міститься в їх продуктах, тривожних заголовків у газетах і журналах, а також харчових скандалів і страхів, пов'язаних з добавками, які руйнують галузь і громадську думку в цілому.

У такому випадку доцільно спрямувати зусилля щодо розробки й провадження у харчову промисловість антиоксидантів з природніх рослинних джерел. Адже існує багато типів природних харчових антиоксидантів. Зокрема, поліфеноли - ці сполуки походять від вторинного метаболізму більшості рослин і можуть бути розділені на класи: гідроксибензойні кислоти, гідроксикоричні кислоти, кумарини, лігнани, халкони, флавоноїди, лігніни та кантони. Більшість поліфенолів мають певний тип біологічної активності, проявляють протизапальну, протимікробну, антиоксидантну або протипухлинну дію [5, 21]. Поліфеноли природного походження можуть бути використані для стабілізації окислювальних процесів у харчових продуктах, найбільш вживаними є екстракт розмарину (*Rosmarinus officinalis L.*), шавлії (*Salvia officinalis L.*) і орегано (*Origanum vulgare L.*). До складу Європейського списку харчових добавок з номером E 392 (Регламент ЄС 1129/2011) входить лише екстракт розмарину. Екстракт шавлії має вищу антиоксидантну дію, ніж розмарин, і хоча більшість фенольних сполук, присутніх в обох, однакові, вони знаходяться в різних пропорціях. Екстракт орегано має нижчу антиоксидантну здатність, ніж два інших екстракти, але містить інші сполуки в своєму екстракті, а саме апігенін і дигідрокверцетин [8].

До другої групи харчових добавок з антиоксидантною дією відносять каротиноїди. Каротиноїди є тетратерпенами, що утворюються в результаті пов'язаних ізопренових одиниць і відповідають за надання кольору пігментам. У харчових продуктах їх основна функція – барвники, але завдяки своєму антиоксидантному потенціалу вони також використовуються як антиоксиданти. Найпоширенішим каротиноїдом, який використовується в харчовій промисловості, є лікопін (E160), який можна використовувати для двох вищезазначених цілей. Використовується в молочних продуктах, фруктах, жирах, злакових продуктах, рибі, м'ясі, соусах, супах, приправах, випічці та багатьох інших продуктах харчування. Одним з головних

недоліків використання цього антиоксиданту є висока швидкість окислення, яку він має при контакті зі світлом.

Крім того значною антиоксидантною здатністю володіють різного роду прянощі (гвоздика, кориця, цедра лемону, ваніль, чорний й червоний перець), сухі рослинні добавки (кріп запашний, коріандр, петрушка, хмелі-сунелі, часник, морква), ефірні олії (розмариннова, гвоздична, майоранова, шавлієва, василькова, лимонна, тощо), рослинні олії (з плодів шипшини, виноградних кісточок, зародків пшениці, обліпихи, тощо).

Отже, застосування натуральних природних речовин з антиоксидантним потенціалом у жировмісних харчових продуктах є доброю перспективою збереження їх якості протягом тривалішого часу. Тому метою цього дослідження було підібрати ефективний біоантиоксидант для пригнічення окислювальних процесів, які відбуваються у маслі вершковому за його зберігання.

3.2. Дослідження сповільнення процесу окислення молочного жиру шляхом збагачення його рослинними біооксидантами

3.2.1. Підбір компонентів та розробка рецептури та моделі дослідження

Проаналізувавши наш ринок біоантиоксидантів рослинного походження та їх можливе поєднання з молочним жиром нами було для реалізації експериментальних досліджень підібрано наступні рослинні компоненти з груп прянощі: прянощі з корицею; з групи рослинні олії: олія з кісточок винограду; з групи сухі рослинні добавки: порошок моркви. Отримали три групи експериментальних зразків, при цьому кожну добавку у молочний жир вносили у трьох концентраціях відповідно до розробленої (рис. 3.1) технологічної схеми виробництва з біоантиоксидантами масла вершкового. Водночас один зразок без біоантиоксидантів масла вершкового слугував контролем.

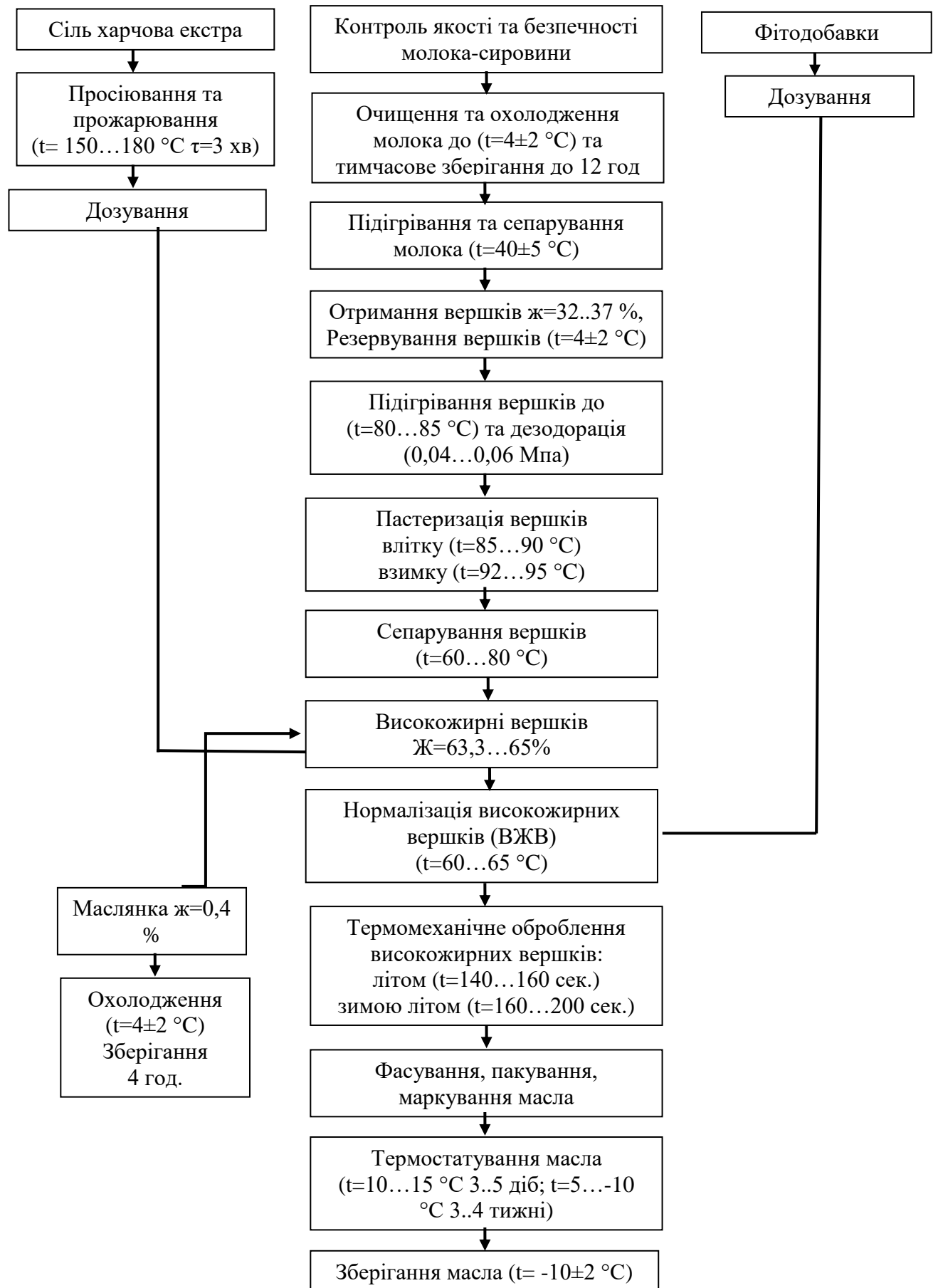


Рис. 3.1. Технологічна схема масла з фітодобавками

З рисунку 3.1. спостерігається те, що ми для виробництва масла з фіто добавками – антиоксидантами використали класичну технологію перетворення високожирних вершків, при цьому додавання біоконсервантів здійснювали на стадії ормалізації високожирних вершків.

Результати дослідження щодо підбору кількості рослинних фітодобваок для внесення у технологію масла вершкового пердставлено в табл.. 3.1.

Таблиця 3.1

Підбір рослинних біоантиоксидантів у рецептурі експериментальних зразків масла вершкового

Найменування добавки та номер зразка	Рослинні біоантиоксиданти		
	вершки високожирні, вміст жиру 65,0 %	кількість доданих добавок, %	кухонна сіль, %
<i>Дослідні зразки з корицею:</i>			
Зразок №1	99,3	0,1	
Зразок №2	99,2	0,2	0,6
Зразок №3	99,1	0,3	
<i>Дослідні зразки з олією з кісточок винограду:</i>			
Зразок №4	99,0	0,4	
Зразок №5	98,7	0,7	0,6
Зразок №6	98,7	1,0	
<i>Дослідні зразки порошком моркви:</i>			
Зразок №7	99,3	0,1	
Зразок №8	99,0	0,4	0,6
Зразок №9	98,6	0,8	
Контроль	99,4	–	0,6

З оцінки даних (табл. 1.3) відзначаємо, що ми у своїх дослідженнях розробили по три експериментальних зразки з різним вмістом доданого біоантиоксиданта. Усі ці зразки будуть досліджені за комплексом показників для вибору оптимальної концентрації та порівня впливу антиоксидантних властивостей між собою.



Рис. 3.2. Рослинна сировина, яка використана як біоантиоксидант у маслі

Експериментальні зразки масла вершкового з біоантиоксидантами було досліджено шляхом застосування двох модельних умов з визначенням через певний проміжок часу продуктів окиснення.

Перший модельний експеримент проводили в умовах, які забезпечують прискорення кінетичного окиснення жиру, тобто за високих температур (70 ± 1) °C протягом 72 год.

Другий модельний експеримент проводили за температури побутового холодильника $+ 6 \pm 1$ °C і зберігання 10 діб.

У двох моделях визначали у маслі пероксидне число, кислотність, окисненість з пробою з 2-ТБК та динаміку вмісту конюгованих сполук також органолептичні показники.

3.3. Оцінка масла вершкового з біоантиоксидантами за продуктами окиснення жиру

Відомо, що при тривалому зберіганні запах і смак масла можуть змінитися внаслідок кількох біохімічних реакцій погіршення. Насправді, коли відбувається ліполіз і окиснення вершкового масла, вони призводять до згіркнення, і це часто є вирішальним фактором, що визначає термін зберігання харчових продуктів. На першому етапі окиснення реакція між ненасиченими жирними кислотами та молекулою кисню викликає утворення пероксидів. Цей факт викликає шкідливі зміни, включаючи не лише розвиток дефектів смаку, але й втрату кольору та поживної цінності, що може бути шкідливим для здоров'я споживачів. Тому цінним показником для визначення окисних процесів у вершковому маслі є пероксидне число, яке характеризує наявність у маслі пероксиду, що утворився внаслідок окиснення його киснем, при цьому жир набуває специфічного прогірклого смаку. Для швидкого виявлення процесів окиснення нами масло з трьома природними антиоксидантами подавалося температурній обробці і зберігалось за цієї температури протягом 72 год. Через певні проміжки часу в ньому визначали пероксиди, результати впливу різної концентрації кориці на процес зростання пероксидного числа представлено в табл. 3.3.

Виявлено, що для свіжовиготовленого масла, як у контролі, так і в експериментальних зразках з різною кількістю кориці початкова кількість пероксидного числа була близько $0,14 \pm 0,01$ мл $0,01$ н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Протягом добового зберігання за $t...+ 70 \pm 1$ °C вміст пероксидів практично не збільшився, порівнюючи з початковою кількістю, як у контролі, так і експериментальних зразках з 0,1 – 0,3 % кориці.

За двох добового часу зберігання виявили деякий прояв впливу кориці на зміну пероксидного числа масла, оскільки у експериментальних зразках кількість накопичених пероксидів була меншою, ніж у маслі без кориці. При

цьому ефект залежав від концентрації кориці в маслі, так як за найбільшої концентрації кориці антиоксидантна активність проявлялася найбільше.

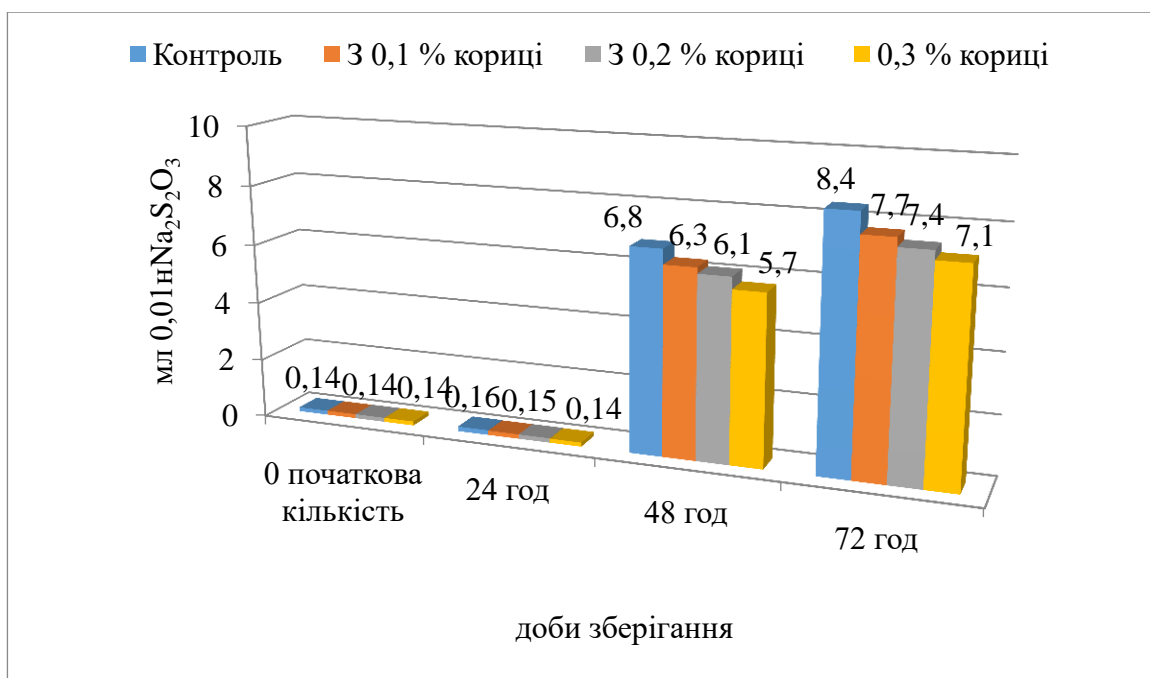


Рис. 3.3. Пероксидне число масла вершкового з корицю за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1$ °C

У контрольному маслі за цей час величина пероксидного числа становила $6,8 \pm 0,1$ мл $0,01$ н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, у експериментальному зразку з $0,1$ % кількістю кориці на $0,5$ мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ менше, у маслі з $0,2$ % кориці на $0,7$ мл менше і маслі з $0,3$ % кориці на $1,1$ мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ менше, ніж у контролі. Таким чином спостерігається виражена позитивна динаміка щодо гальмування окиснення молочного жиру за наявності кориці у маслі у кількості $0,3$ %.

Через три доби впливу температури окисні процеси були ще помітніші у всіх зразках масла, проте динаміка була як за двох добового зберігання, тобто за наявності у маслі кориці сповільнювалися процеси окиснення. При цьому різниця між контрольним зразком масла і експериментальними з корицю більше виражена. Зокрема, у зразку з корицею $0,1$ % кількість накопичених пероксидів була на $0,7$ мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ менша ніж у контролі, а в зразках масла з $0,2$ % й $0,3$ % кориці на $1,0$ та $1,3$ мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, менша щодо контрольного, відповідно.

Наші експериментальні дані корелюють з дослідженнями, які у вивчали антиоксидантну дію кориці [65] та молочнокислих бактерій заквасок *Flora Danica* [66], виявлено, що кориця здатна посилити процеси, які зумовлюють накопичення шкідливих пероксидів, а молочнокислі бактерії стрептококової й лейконостокової групи підвищили стійкість масла кисло вершкового до процесів окиснення. автори повідомляють, що необхідно проводити дослідження у напрямку застосування природних речовин, або корисних заквашувальних молочнокислих бактерій для попередження розвитку накопичення вільних радикалів, які утворюються внаслідок окисних процесів молочного жиру.

Отже, у маслі вершковому з кількістю кориці 0,1 – 0,3 % за трьох добового зберігання за температури $+ 70 \pm 1$ °C накопичення продуктів окиснення – пероксидів відбувається повільніше, що вказує на антиоксидантні властивості у кориці.

Наступний природний компонент, який був нами використаний для пригнічення окисних процесів у вершковому маслі – це олія виноградних кісточок. Адже дана олія з кісточок винограду за її споживання проявляє широкий спектр корисних функцій в організмі людини, через те що вона у своєму складі містить есенціальні ненасичені жирні кислоти (олеїнова, ліноленова, стеаринова) та вітаміни (Е, С, А), фенольні й дубильні речовини, які саме відповідають за антиоксидантний захист, як самого продукту, так і

клітин в організмі людини. Внесення олії з виноградних кісточок у вершкове масло було у трьох концентраціях 0,4 %, 0,7 % та 1,0 % дані кількості суттєво не впливають на заміну жирнокислотного складу масла. Результати накопичення пероксиду за наявності у вершковому маслі олії з кісточок винограду представлено на рис. 3. 4.

Встановлено, що олія з виноградних кісточок більш суттєвіше гальмувала окисні процеси з нагромадження пероксидів у маслі за його зберігання у модельному середовищі, ніж кориця. Оскільки максимальна кількість накопичених пероксидів у маслі за трьох добового зберігання була в середньому на 2,0 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ менша, ніж у такому маслі але з корицею.

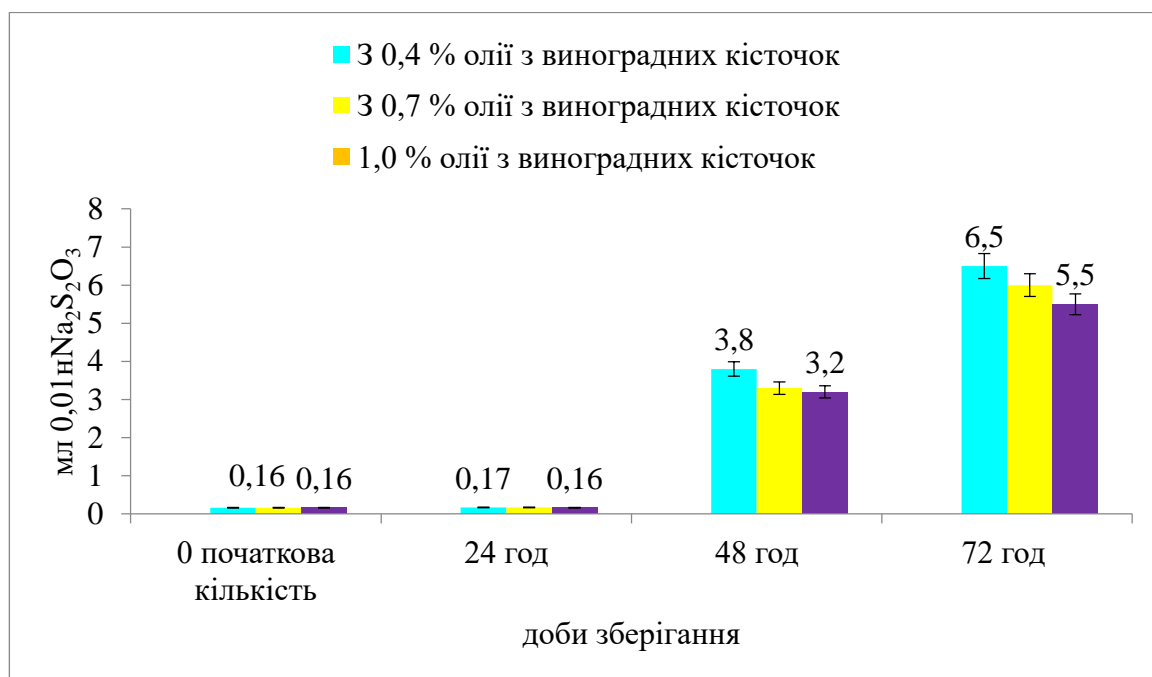


Рис. 3.4. Пероксидне число масла вершкового з олією виноградних кісточок за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Зокрема, за 0,4 % концентрації олії з виноградних кісточок у вершковому маслі й зберігання протягом двох діб пероксидне число молочного жиру було на 0,6 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ менше, ніж у маслі з 1,0 % олії. Це вказує на збільшення антиоксидантної стійкості масла зі збільшенням концентрації олії з виноградних кісточок у ньому. Аналогічні процеси із зниженням накопичення продуктів окислення відмічали у дослідних зразках

вершкового масла через трьох добовий термін його зберігання у прискорених кінетичних умовах експерименту. Однак у даний час різниця щодо значення пероксидного числа масла з найменшим вмістом олій – 0,4 %, порівнюючи з найбільшим вмістом 1,0 % олії була більш значна і становила 0,6 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, що підтверджує думку вчених [65], що наявні в олії поліфенольні сполуки, вітаміни підвищують стійкість масла до накопичення в ньому вільних радикалів шкідливих для організму споживача.

Отже, відзначаємо, що олія з виноградних кісточок гальмує пероксидне окислення молочного жиру з накопиченням пероксидів за умови моделювання прискорення кінетичного процесу при температурі 70 °С. Втім значення пероксидного числа масла вершкового з олією виноградних кісточок було менше за найбільшої її вмісту у маслі, тобто 1,0 %.

У третій групі наших експериментальних досліджень нами для підвищення стійкості вершкового масла до процесів окиснення було додано біоантиоксидант порошок з моркви (морквяне борошно) та проведено дослід у прискорених кінетичних умовах за температури + 70 °С.

Морквяне борошно – це висушена, подрібнена та помелена морква, яка має чудові харчові властивості завдяки яким її додають до різного роду страв, напівфабрикатів, випічки, соків, коктейлів, як збагачення корисними інгредієнтами (мінеральними речовинами, вітамінами, ферментами, різними компонентами, що проявляють функціональну активність в організмі) та надання відповідного забарвлення продуктам. На ринку України наявний морквяний порошок декількох виробників, які зазначають про його хімічний склад та наступні корисні й поживні властивості, а саме воно багате на провітаміни, бета-каротин, полі феноли та вважається харчовою добавкою, яку використовують у дієтології для здорового харчування. Саме наявність великої кількості бетакоратину, поліфенолів, мікроелементів робить морквяний порошок доволі потужним антиоксидантним інгредієнтом.

При додаванні у масло використали наступні концентрації 0,1 %, 0,4 % та 1,0 % та досліджено зміни пероксидного числа, яке наведено на рис. 3.5.

Встановлено аналогічну динаміку та тенденцію щодо зміни значення пероксидного числа у маслі за модельних умов зберігання, як і за попередніх двох харчових рослинних добавок (кориці й олії з виноградних кісточок). А саме, інтенсифікація процесу окиснення молочного жиру починаючи після добового зберігання за даного режиму та зниження величини пероксидного числа зі збільшенням концентрації харчової добавки у готовому продукті. Водночас виявлено особливість, яка полягає в тім, що за додавання морквяного порошку у масло його пероксидне число на другу й третю добу зберігання за 70 °С було найнижче, якщо порівнювати з доданими добавками у першій групі – кориця і у другій – олія з виноградних кісточок.

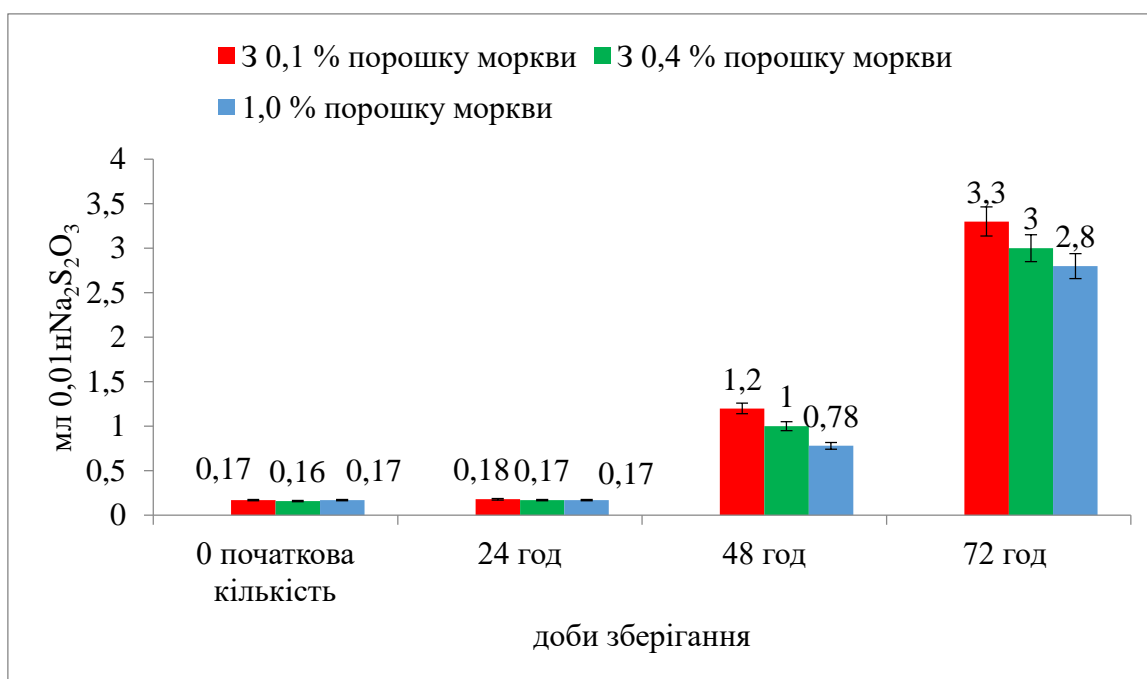


Рис. 3.5. Пероксидне число масла вершкового з порошком моркви за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1$ °С

Так на другу добу зберігання вершкового масла з морквяним порошком 0,1 % вміст продуктів окиснення – пероксидів становив 1,2 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ на 0,2 мл менше у маслі з 0,7 % морквяної добавки і на 0,4 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ менше у маслі з 1,0 % порошку з моркви. Таке пероксидне число масла вершкового з морквяним борошном було в середньому в 5,6 раза менше, за кислотне число масла з корицею, та в 3,2 раза менше за масла з

олією з виноградних кісточок. Дані показники підтверджують досить суттєві антиоксидантні властивості морквяного порошку, порівнюючи із двома вище застосованими біооксидантами.

Хоч з другої по третю добу пероксидне число усіх трьох зразків зростало, проте воно було в декілька разів менше, ніж у контролі та навіть в декілька разів, порівнюючи із зразками масла вершкового, яке містило корицю і олію виноградних кісточок. Зокрема через три доби у маслі з 0,1 % морквяного порошку пероксидне число становило 3,3 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, з 0,4 % - 3,0 мл та з 1,0 % - 2,8 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Отже, у маслі з концентрацією морквяного борошна від 0,1 % до 1,0 % відбувається значне сповільнення окисних процесів з нагромадження преоксидів, що пов'язано із антиоксидантними властивостями доданого морквяного борошна. При цьому значення пероксидного числа у маслі з добавкою морквяного порошку було в середньому в 5 – 6 разів менше, ніж за додавання до масла кориці та в середньому в 3 рази менше, ніж за збагачення масла олією з виноградних кісточок.

Отримані нами дані в певній мірі узгоджуються і доповнюють результати авторів [1, 65, 66], про те, що біоантиоксиданти є перспективними для сповільнення окислення у високо жирних продуктах, оскільки основні компоненти в них – це хімічні сполуки, здатні запобігати окисленню, діючи як поглиначі вільних радикалів. У цьому випадку антиоксиданти безпосередньо реагують з вільними радикалами, утворюючи значно менш активні речовини або вимикаючи ланцюгову реакцію радикалів. Антиоксиданти можуть сповільнювати процес окислення непрямыми шляхами, включаючи хелатування металів, розкладання гідропероксидів до нерадикальних форм, відновлення первинних антиоксидантів шляхом донації водню або електронів, дезактивацію синглетного кисню або секвестрацію триплетного кисню та поглинання УФ-випромінювання. Існують також деякі антиоксиданти, які можна класифікувати як багатofункціональні

антиоксиданти, оскільки їхні захисні ефекти здійснюються як первинними, так і вторинними способами дії [1, 3, 4].

Таким чином на основі даного дослідження збагачення масла морквяним порошком є найбільш перспективним і реалістичним для зниження окислення масла.

Наступним відрізком роботи було оцінити антиоксидантну властивість вище наведених трьох інгредієнтів (кориця, олія виноградних кісточок, морквяний порошок) у вершковому маслі за величиною кислотного числа молочного жиру, отримані експериментальні дані приведено на рис. 3.6 – 3.8.

За показником кислотне число можна судити про свіжість і якість молочного масла чи жировмісних продуктів на його основі, адже утворення вільних жирних кислот, що відбувається шляхом гідролізу тригліцеролів проходить на пізніших стадіях окисних процесів в цілому. У разі тривалого зберігання масла вершкового поступово проходить гідроліз тригліцеролів і від них відщеплюються вільні жирні кислоти. Ці кислоти у випадку значного накопичення їх у маслі чи молочному жирі потім надають йому прогірклого присмаку, а у разі більш тривалого гідролізу смакові дефекти посилюються і такий продукт уже не придатний до споживання або використання на інші харчові потреби. Тому додавання біоантиоксидантів має на меті запобігти як первинним процесам окислення масла з накопиченням пероксидів, так і вторинним процесам з гідролізу масла є нагромадження у ньому дефектних вільних жирних кислот. Результати впливу біоконсерванту – кориці на зміни кислотного числа за умови зберігання у модельному експерименті за $t...70 \pm 1$ °C приведено на рис. 3.6.

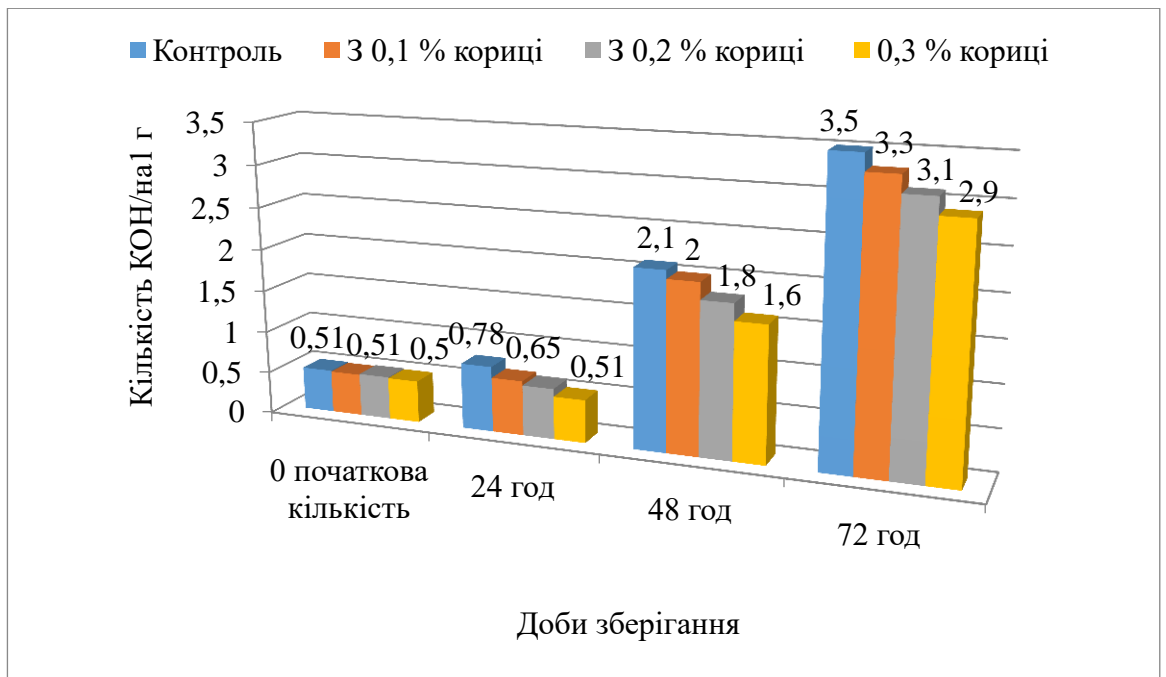


Рис. 3.6. Кислотне число масла вершкового з корицию за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Встановлено позитивний вплив доданої кориці на показники кислотного числа у експериментальних зразках вершкового масла, оскільки у контрольному маслі величина даного показника була більшою за умови кінетично прискореного зберігання. До того ж зі збільшенням концентрації кориці у маслі впливало на зменшення окисних й гідролітичних процесів за зберігання під дією біоконсерванта. Зокрема, кислотне число через добу витримки у експериментальному зразку з 0,3 % кориці було на 0,17 мг КОН/г менше, проти значення за цей час у маслі без кориці. Втім за найменшого вмісту кориці 0,1 % на першу добу різниця була між контролем на 0,13 мг.

Зберігання масла посилило гідролітичні процеси, оскільки величина кислотного числа через дві доби збільшилася, як у контролі, так і в експериментальних зразках масла. Проте різниця щодо кількості нагромаджених вільних кислот у контролі та маслі в експериментальних зразках була значнішою. Зокрема у маслі з 0,3 % кориці кількість кислот була на 0,5 мг КОН/г меншою, ніж у контролі та на 0,4 мг, ніж у маслі з 0,1 % вмістом кориці.

Після трьох добового зберігання масла в умовах експериментальної моделі кислотне число зростало у всіх зразках, але найменше було у маслі з 0,3 % кориці – 2,9 мг КОН/г, проти 3,5 мг у маслі без кориці. Втім виявлено, що різниця щодо кислотного числа між експериментальними зразками масла з корицю в діапазоні концентрацій 0,1 – 0,3 % була не дуже значною, хоча у маслі з 0,3 % кориці продуктів розпаду молочного жиру було найменше.

Отже, доданий біоантиоксидант кориця у кількості 0,3 % до вершкового масла сприяв зменшенню нагромадженню вторинних продуктів окиснення молочного жиру таких як вільних жирних кислот у порівнянні з маслом без кориці. Тому очевидно для зменшення гідролітичних змін за зберігання масла можна до нього додавати антиоксидант корицю у кількості 0,3 %.

Гідролітичні зміни у маслі вершковому з біоантиоксидантом (олія з виноградних кісточок) за умови модельного прискореного оцінювання кислотного числа приведена на рис. 3.7.

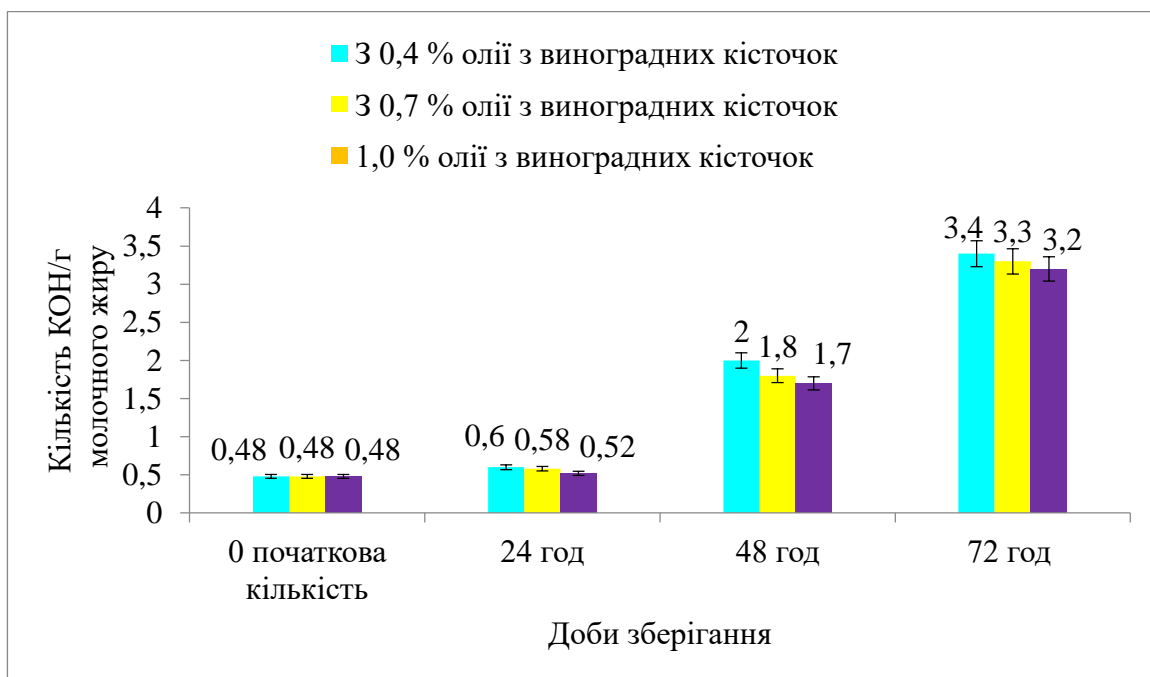


Рис. 3.7. Кислотне число масла вершкового з олією виноградних кісточок за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Додавання у масло вершкове олії з виноградних кісточок у кількості від 0,4 % до 1,0 % також зумовлювало підвищення його стійкості до гідролітичного окиснення за умови модельного експерименту (рис. 3.7). Втім якщо проаналізувати зміну кислотного числа у експериментальних зразках масла за весь час зберігання і порівняти із зразками попередньої групи з корицею, то значення були практично аналогічні. Зокрема, найменше гідроліз відбувався у маслі до якого додали олію виноградних кісточок у найбільшій кількості – 1,0 %, а найменше за вмісту олії 0,4 %. Втім різниця на між цими експериментальними зразками щодо значень кислотного числа на другу добу зберігання була 0,3 мг КОН/г, а через три доби зберігання ще менша 0,2 мг КОН. Тобто олія з виноградних кісточок як біоантиоксидант, менше впливала на вторинний процес окислення (гідроліз), порівнюючи з первинним процесом нагромадження пероксидів.

Дослідження значень кислотного числа масла вершкового з порошком моркви за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ приведено на рис. 3.8.

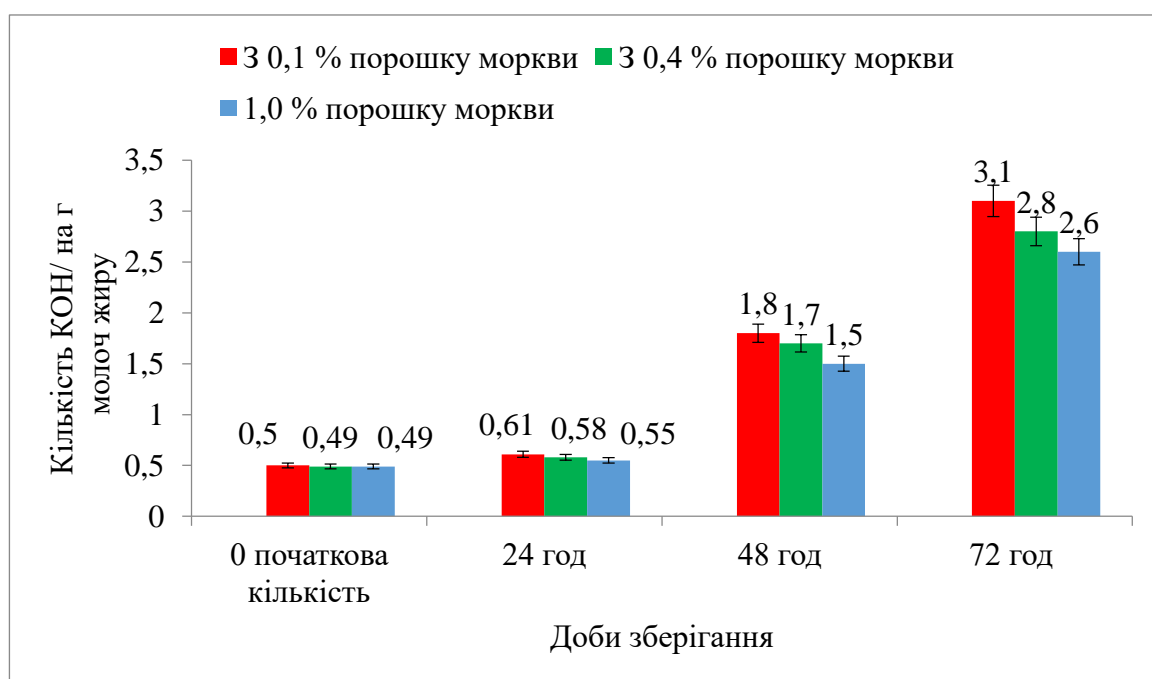


Рис. 3.8. Кислотне число масла вершкового з порошком моркви за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

У маслі вершковому до якого ми додавали морквяний порошок у кількості від 0,1 до 1,0 % нагромадження вільних жирних кислот хоч і проходило за умов експериментального зберігання, проте значення кислотного числа було найменше, якщо порівняти зі зразками масла, яке містило різну кількість кориці та олії з виноградних кісточок. Зокрема після двох добового зберігання у маслі з морквяним борошном 0,1 % кислотне число було 1,8 мг КОН/г, а у маслі з 1,0 % порошку моркви – 1,5 мг, тобто суттєвої різниці щодо нагромаджених жирних кислот не відмічається.

Після трьох добового витримування масла з морквяним порошком в умовах прискореного модельного старіння, виявлено зростання стійкості до гідролізу у пробах масла з найбільшим вмістом морквяного борошна, порівнюючи з найменшим вмістом порошка моркви, оскільки різниця становила 0,5 мг КОН/г продукту.

Загалом відзначаємо, що у всіх експериментальних зразках масла вершкового з біооксидантами кориця, олія з виноградних кісточок та морквяним порошком процеси гідролізу молочного жиру сповільнювалися, якщо порівняти з маслом без цих добавок. Втім виявлено, що серед даних трьох природних біоантиоксидантів, найактивніший щодо гальмування процесів окиснення і гідролізу був порошок із моркви, який можна рекомендувати після ґрунтовніших досліджень для масла тривалішого зберігання.

3.4. Провести органолептичну оцінку масла вершкового з біоантиоксидантами за його зберігання

На наступній стадії кваліфікаційного дослідження нами було дано характеристику усім зразкам масла з рослинними біооксидантами за органолептичними властивостями.

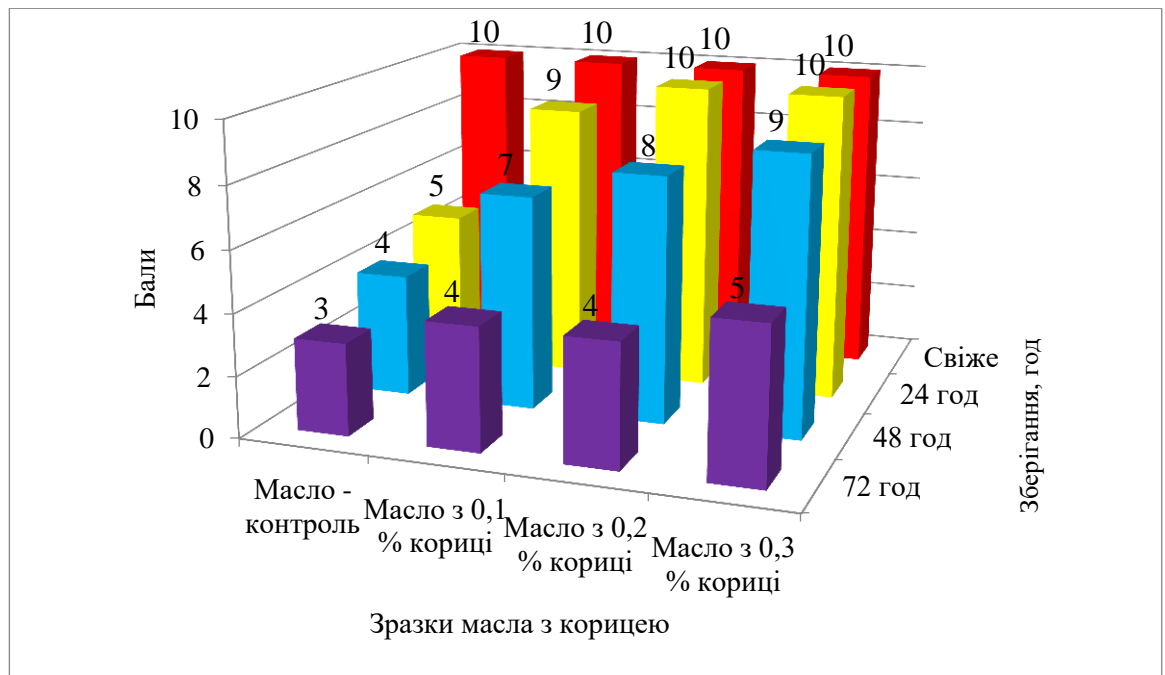


Рис. 3.9. Органолептичні властивості масла вершкового з корицею за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Водночас спершу було нами розроблено шкалу для оцінювання експериментальних зразків масла з біоантиоксидантами, загальна сума максимальних балів становила 10. У цю суму входила оцінка за смаком, запахом, кольором та консистенцією. Результати оцінювання масла з корицею після трьох добового зберігання у модельних умовах представлено на рис. 3.9.

Виявлено, що контрольний і експериментальні зразки масла вершкового свіжого мали максимальну кількість балів – 10, а після зберігання найінтенсивніше втрачалися бали через погіршення смакових властивостей у маслі без кориці, оскільки у ньому проходили інтенсивніші окислювальні процеси, ніж у експериментальних зразках. Зокрема у контролі після добового зберігання відмічали кислуватий присмак зі стороннім смаком, а у дослідних зразках з корицею у цей час зміни практично не відрізнялися від свіжого масла. Втім після двох добового терміну витримання у модельних умовах смакові властивості масла погіршилися у всіх експериментальних зразках, зокрема масло з 0,1 % і 0,2 % кориці мало 7

і 8 балів, відповідно, а з 0,3 % – 9 балів, контрольне малсо мало 4 бали. Після трьох добового витримування усі експериментальні зразки масла з корицею мали наступну кількість балів по 4 з 0,1 % та 0,2 % кориці та 5 з 0,3 %, у контролі 3.

Отже, відзначаємо, що органолептичні властивості масла з корицею виявилися стійкішими до окислення за зберігання в умовах модельного експерименту завдяки наявності біоантиоксиданта – кориці.

На рис. 3.10 наведено органолептичні властивості масла вершкового з олією виноградних кісточок за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1$ °С.

Спостерігаємо аналогічну динаміку розвитку органолептичних вад у експериментальних зразках масла з олією виноградних кісточок, як зразків масла з корицею. Зокрема по мірі зберігання якість, смакові властивості знижувалися, але з вмістом олії виноградних кісточок масло мало вищі бали на всьому відрізку, порівнюючи з контрольним без олії. При цьому за вмісту у маслі 1,0 % олії виноградних кісточок через три доби воно було оцінено у 6 балів, що на 3 бали вище значення, ніж у контролі.

Загалом експериментальні зразки малса з олією виноградних кісточок характеризувалися дещо кращими органолептичними показниками на третю добу зберігання, ніж зразки масла з корицею, що очевидно пов'язано з більш вираженими антиоксидантними властивостями, які підвищують їх стійкість.

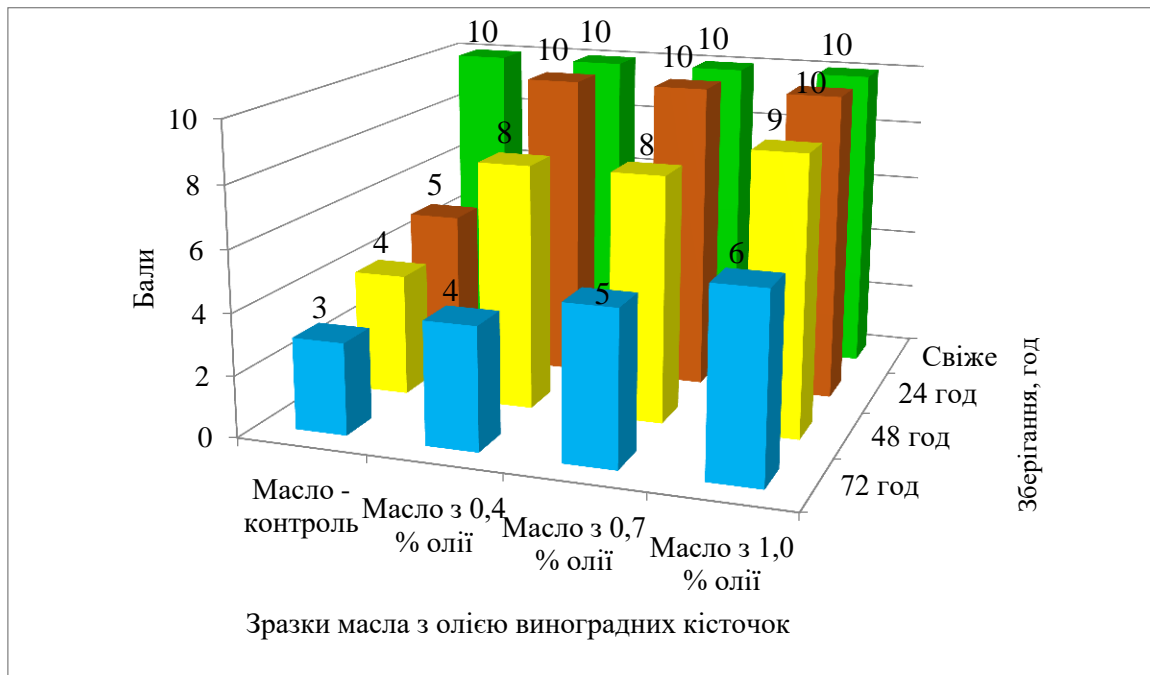


Рис. 3.10. Органолептичні властивості масла вершкового з олією виноградних кісточок за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Дослідження показників органолептики масла вершкового з порошком моркви за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ представлено на рис. 3.11.

Тенденція була схожа як у попередніх досліджених зразках масла з корицею та олією виноградних кісточок. Втім спостерігаємо з рис. 3.11, що доданий морквяний порошок найкраще проявляв захисну дію щодо окислення, оскільки бальна оцінка експериментальних зразків масла через три добового періоду зберігання була найвища і становила 6 балів.

Загалом підсумовуючи, відзначаємо, що усі три групи експериментальних зразків масла з біоантиоксидантами підвищували його стійкість до зберігання. Водночас серед досліджених природних інгредієнтів найвищу захисну дію щодо окиснення проявляв порошок моркви доданий до масла, потім олія з виноградних кісточок і на останньому місці була кориця. Тому враховуючи таку тенденцію і динаміку ми можемо пропонувати дані

біооксиданти у вказаних концентраціях до застосування для масла тривалого зберігання чи транспортування.

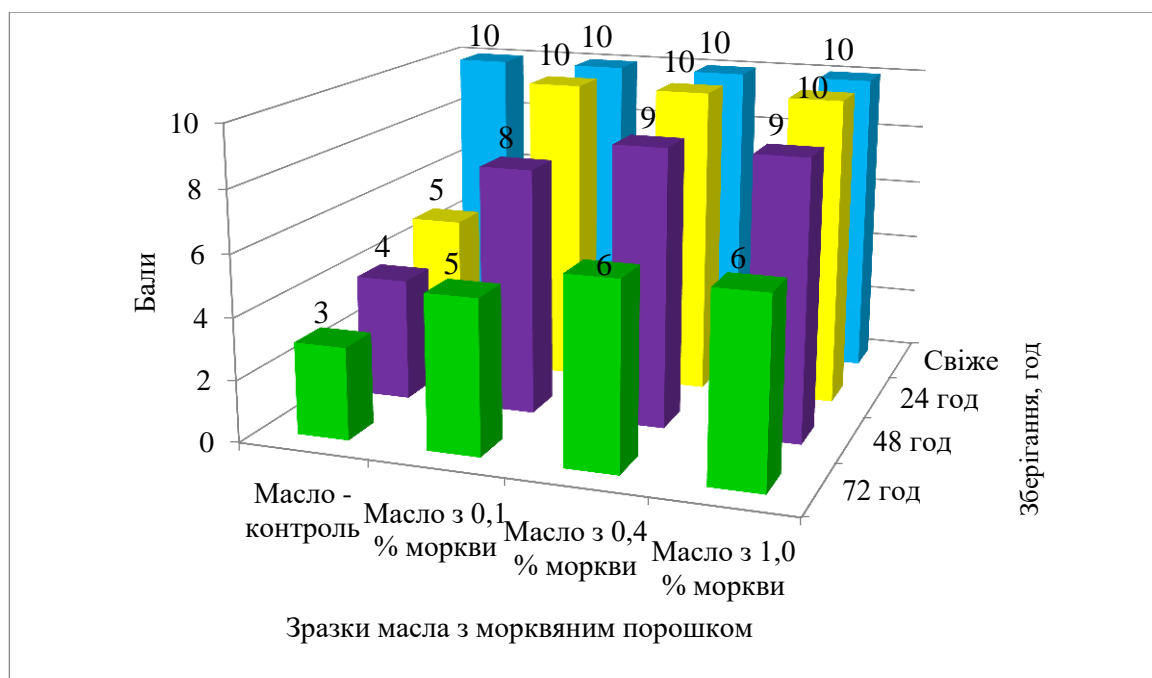


Рис. 3.11. Органолептичні властивості масла вершкового з порошком моркви за умови зберігання в модельному експерименті за $t...70 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Виявлено, що застосування натуральних природних речовин з антиоксидантним потенціалом у жировмісних харчових продуктах є доброю перспективою збереження їх якості протягом тривалішого часу.

2. Підібрано рослинні біоантиоксиданти та розроблено технологію виробництва масла вершкового з корицю, олією виноградних кісточок та морквяним порошком.

3. У маслі вершковому з концентрацією морквяного борошна від 0,1 % до 1,0 % відбувається значне сповільнення окисних процесів з нагромадження преоксидів, що пов'язано із антиоксидантними властивостями доданого морквяного борошна. При цьому значення пероксидного числа у маслі з добавкою морквяного порошку було в середньому в 5 – 6 разів менше, ніж за додавання до масла кориці та в середньому в 3 рази менше, ніж за збагачення масла олією з виноградних кісточок.

4. У всіх експериментальних зразках масла вершкового з біоантиоксидантами кориця, олія з виноградних кісточок та морквяним порошком процеси гідролізу молочного жиру сповільнювалися, порівнюючи з маслом без цих добавок. Серед трьох природних біоантиоксидантів, найактивніший щодо гальмування процесів окиснення і гідролізу був порошок із моркви.

5. Рекомендовано для сповільнення окисних і гідролітичних процесів у маслі вершковому за тривалішого зберігання додавати до нього морквяний порошок у кількості 1,0 %.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

4.1.1. Техніка безпеки для недопущення травматизму на підприємствах харчової промисловості

Електричні установки, до яких відноситься практично все обладнання, складають для людини велику потенційну небезпеку, так як під час

експлуатації або проведенні профілактичних робіт людина може доторкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок: струмоведучі провідники, корпуси ЕОМ і іншого обладнання, яке виявляється під напругою в результаті пошкодження ізоляції, не подають будь-яких сигналів, які б попереджували людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає тільки при проходженні останнього через тіло людини. Винятково важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування наявного електрообладнання, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт. При цьому під правильною організацією розуміється суворе виконання ряду організаційних та технічних заходів і засобів, встановлених чинними «Правилами технічної експлуатації електрообладнання споживачів і правилами техніки безпеки при експлуатації електрообладнання споживачів». В залежності від категорії приміщення необхідно прийняти певні міри, які забезпечують достатню електробезпеку при експлуатації ремонті електрообладнання [70].

Так, в приміщеннях з підвищеною небезпекою електроінструменти, переносні світильники повинні бути виконані з подвійною ізоляцією або їхня напруга живлення не повинна перевищувати 42 В. В ОЦ до таких приміщень можуть бути віднесені приміщення машинного залу, приміщення для розміщення сервісної і периферійної апаратури [70]. Кожна з одиниць технологічного обладнання повинна бути забезпечена попереджуючою сигналізацією. Всі попереджувальні таблички повинні виділятися на фоні обладнання і мати лаконічний зміст. Контрольно-вимірювальні прилади повинні бути справні, що підтверджується наявністю клейма про проходження атестації.

Підвищена увага робітників повинна бути при термічній обробці тари, сировини і консервів, митті тари, бланшуванні і уварюванні сировини. Дотримання перерахованих вище заходів дозволить створити безпечні умови праці і уникнути виробничого травматизму [70].

4.1.2. Особливості охорони праці неповнолітніх

Більшість неповнолітніх влаштовуючись на роботу не знають про те, що вони користуються спеціальним комплексом прав, і деякі роботодавці цим користуються [90]. Тому одним із чинників реалізації норм охорони праці є інформування осіб, що не досягли повноліття про їх права, гарантії, умови праці через засоби масової інформації [90].

Кодекс законів про працю регламентує вік із якого допускається прийняття на роботу. Згідно статті 188 КЗпП не допускається прийняття на роботу осіб молодше 16 років. Але існують певні винятки з цього загального правила. Зокрема, у ч. 2 ст. 188 КЗпП вказано, що за згодою одного з батьків або особи, щойого замінює, можуть, прийматися на роботу особи, які досягли 15 років [71].

Для підготовки молоді до продуктивної праці допускається прийняття на роботу учнів загальноосвітніх шкіл, професійно-технічних і середніх спеціальних навчальних закладів для виконання легкої роботи, що не завдає шкоди здоров'ю і не порушує процесу навчання, у вільний від навчання час по досягненні ними чотирнадцятирічного віку за згодою одного з батьків або особи, що його замінює [70].

Усі особи молодше вісімнадцяти років приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду і в подальшому, до досягнення 21 року, щорічно підлягають обов'язковому медичному оглядові. При встановленні факту, що робота негативно впливає на здоров'я неповнолітнього, він негайно звільняється з цієї роботи і переводиться на більш легку роботу [70]. При переведенні неповнолітніх на підставі медичного висновку на більш легку, але нижче оплачувану роботу, за неповнолітнім протягом двох тижнів зберігається попередній заробіток (ч.1 ст.114 КЗпП).

Для додаткового захисту трудових прав неповнолітніх законодавством передбачаються обмеження звільнення таких працівників. Так, стаття 198

КЗпП передбачає, що звільнення працівників молодше вісімнадцяти років з ініціативи власника або уповноваженого ним органу допускається, крім додержання загального порядку звільнення, тільки за згодою служби у справах молоді. При цьому звільнення з підстав, зазначених в пунктах 1, 2 і 6 статті 40 КЗпП, провадиться лише у виняткових випадках і не допускається без працевлаштування [90].

Законодавством чітко встановлено межі робочого часу неповнолітніх. Для осіб у віці від 16 до 18 років – 36 годин на тиждень [70]. Тобто не більше 7 годин на день при 5-денному робочому тижню і 6 годин при 6-денному. Працівники віком 15-16 років, а також учні 14-15 років, що працюють під час канікул, можуть працювати по 24 години на тиждень. Тривалість робочого дня для таких осіб не може перевищувати 4 години на день при 6-денному робочому тижню і дорівнювати 5 годинам при 5-денному. Дещо іншим є робочий час для неповнолітніх, які працюють протягом навчального року. Тривалість їх робочого часу не повинна перевищувати половини відповідних максимальних норм скороченого робочого часу. Тобто, якщо працівнику 17 років і він працює під час навчання, то тривалість його робочого часу має бути не більшою 18 годин на тиждень (максимально допустима для його віку 36 годин, відповідно половина – 18 годин) [770].

Неповнолітніх працівників забороняється залучати до нічних, надурочних робіт і до робіт у вихідні дні, а також до чергувань встановлених у деяких організаціях за розпорядженням роботодавця до початку або після закінчення робочого дня, у вихідні або святкові дні для підтримки порядку й оперативного рішення виникаючих невідкладних питань, що не відносяться до виробничої діяльності даної організації [90].

Відповідно до ЗУ «Про відпустки», для осіб віком до вісімнадцяти років встановлюється щорічна основна відпустка тривалістю 31 день. При цьому, якщо за загальним правилом право на щорічні основну та додаткові відпустки повної тривалості у перший рік роботи настає після закінчення

шести місяців безперервної роботи на даному підприємстві, то для неповнолітніх таке право виникає до настання шестимісячного терміну безперервної роботи на такому підприємстві [70].

Заробітна плата працівникам молодше вісімнадцяти років при скороченій тривалості щоденної роботи виплачується в такому ж розмірі, як працівникам відповідних категорій при повній тривалості щоденної роботи. Тобто, скорочення робочого часу для неповнолітніх означає, що їх скорочений робочий час оплачується за тією ж тарифною ставкою (тим же посадовим окладом), що й нормальний робочий день дорослого працівника тієї ж спеціальності, кваліфікації та за інших рівних умов [70].

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Розробка заходів щодо захисту продуктів харчування від радіоактивного, хімічного і біологічного забруднення за допомогою тари

Заходи для захисту продуктів харчування за допомогою тари, пакувальних та покривельних матеріалів. Щодо захисних властивостей тару поділяють на три категорії: вищу, першу та другу.

Тара вищої категорії забезпечує захист продуктів від радіоактивних, отруйних речовин, бактеріальних засобів. До такої тари належать залізні, скляні консервні банки, металеві місткості за умови їх герметичності, пакунки з покриттям типу тетрапак-септик, фляги.

Кришки цистерн для перевезення води повинні бути добре ущільненні прокладками, самі цистерни – мати чохла з прогумованої тканини на штуцерах заповнення та звільнення місткостей, кришки на горловинах та повітряний клапан [71].

Тара першої категорії захищає харчові продукти від зараження радіоактивного, та бактеріальних засобів, але не захищає від хімічно-отруйних речовин, хіба що зменшує їх інтенсивність. До тари першої категорії належать ящики картонні з вкладками із пергаменту, пакунки з

покриттям типу тетрапак, фінпак та ін., туби алюмінієві та поліетиленові, комбіновані залізо-картонні банки, крафт-мішки з поліетиленовими вкладками та заклеєною горловиною.

Тара другої категорії – банки бляшані, ящики і бочки фанерні, банки поліетиленові, металеві із замковими кришками, багатошарові паперові мішки та ін. захищає харчові продукти тільки від радіоактивних речовин і зменшує дію отруйних хімічних речовин та бактеріальних засобів.

Таким чином, майже всі види тари та упаковки значною мірою захищають вміщені в них продукти від зараження, а забруднену зовнішню поверхню тари можна дезактивувати [71].

Продукція та сировина у негерметизованих приміщеннях у період загрози радіоактивного забруднення місцевості має бути захищена покриттям із брезенту або прогумованої тканини, крафт-паперу у 3~4 шари крім штабелів готової продукції, захисним покриттям вкривають штабелі тари.

Для захисту напівфабрикатів та продукції у цехах, сховищах повинні використовуватися всі наявні місткості та холодильні камери.

Ці заходи повинні здійснюватись за сигналами оповіщення цивільного захисту у разі тривалих перерв між змінами.

Захист продуктів та сировини під час транспортування забезпечується використанням спеціалізованого транспорту. При перевезенні продуктів транспортом загального користування, їх потрібно вкривати брезентом. Заражений транспорт перш ніж поставити до приймальної рампи заводу треба знезаразити на пунктах спеціальної оброблення [71].

Риба і рибопродукти перевозять без тари. Безпека безтарного перевезення забезпечується використанням герметичних контейнерів або спеціальних автомобілів – холодильників [71].

Своєчасний контроль стану навколишнього середовища сприяє проведенню ефективних заходів щодо захисту харчових продуктів та сировини на харчових підприємствах від радіоактивних, хімічно-отруйних речовин та бактеріальних забруднень.

Таким чином, під час виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час потрібно негайно запроваджувати заходи, які мають на меті забезпечити захист запасів питної води, харчової сировини та напівфабрикатів і готової харчової продукції від зараження їх радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріальними засобами. Для цього необхідно використовувати тару першої та другої категорії залежно від дії надзвичайної ситуації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Anwar, H., Hussain, G., & Mustafa, I. (2018). Antioxidants from natural sources. *Antioxidants in foods and its applications*, 3.
2. Oroian, M., & Escriche, I. (2015). Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*, 74, 10-36.
3. Galano, A., Mazzone, G., Alvarez-Diduk, R., Marino, T., Alvarez-Idaboy, J. R., & Russo, N. (2016). Food antioxidants: chemical insights at the molecular level. *Annual review of food science and technology*, 7, 335-352.

4. Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2018). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 107-120.
5. Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2018). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 107-120.
6. Končić, M. Z., Barbarić, M., Perković, I., & Zorc, B. (2011). Antiradical, chelating and antioxidant activities of hydroxamic acids and hydroxyureas. *Molecules*, 16, 6232–6242.
7. Alfonso-Prieto, M., Biarnés, X., Vidossich, P., & Rovira, C. (2009). The molecular mechanism of the catalase reaction. *Journal of the American Chemistry Society*, 131, 11751–11761.
8. Baines, D., & Seal, R. (2012). Natural food additives, ingredients and flavorings. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited
9. Rahman, K. (2007). Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. *Clinical Interventions in Aging*, 2, 219–236
10. . Kukhtyn, M., Vichko, O., Kravets, O., Karpyk, H., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Biochemical and microbiological changes during fermentation and storage of a fermented milk product prepared with Tibetan Kefir Starter. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 68(4), 1-10.
11. Lobo, V., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4, 112–126.
12. Lü, J., Lin, P. H., Yao, Q., & Chen, C. (2010). Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: Experimental approaches and model systems. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 14, 840–860.
13. Zavodnik, I. B., Lapshina, E. A., Zavodnik, L. B., Soszyński, M., & Bryszewska, M. (2002). Hypochlorous acid-induced oxidative damage of human red blood cells: Effects of tertbutyl hydroperoxide and nitrite on the HOCl reaction with erythrocytes. *Bioelectrochemistry*, 58, 127–135.

14. Кухтин, М. Д. (2008). Мікробіологічні нормативи ефективності технологій одержання молока сирого екстра-гатунку. *Ветеринарна медицина України*, 2, 45-46.

15. Benov, L., & Beema, A. F. (2003). Superoxide-dependence of the short chain sugars induced mutagenesis. *Free Radical Biology & Medicine*, 34, 429–433

16. Mirończuk-Chodakowska, I., Witkowska, A. M., & Zujko, M. E. (2018). Endogenous nonenzymatic antioxidants in the human body. *Advances in Medicinal Sciences*, 63, 68–78.

17. Wu, J. Q., Kosten, T. R., & Zhang, X. Y. (2013a). Free radicals, antioxidant defence systems, and schizophrenia. *Progress in Neuro-psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 46, 200–206.

18. Carocho, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2013a). A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51, 15–25.

19. Mirończuk-Chodakowska, I., Witkowska, A. M., & Zujko, M. E. (2018). Endogenous nonenzymatic antioxidants in the human body. *Advances in Medicinal Sciences*, 63, 68–78.

20. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216-222.

21. Carocho, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2013b). The role of phenolic compounds in the fight against cancer – a review. *Anti-cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 13, 1236–1258.

22. Barba, F. J., Mariutti, L. R. B., Bragagnolo, N., Mercadante, A. Z., Barbosa-Cánovas, G. V., & Orlien, V. (2017). Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 195–206.

23. Carbonell-Capella, J. M., Buniowska, M., Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2014). Analytical methods for determining bioavailability and

bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13, 155–171.

24. Noguchi, N., Yamashita, H., Hamahara, J., Nakamura, A., Kühn, H., & Niki, E. (2002). The specificity of lipoxygenase-catalyzed lipid peroxidation and the effects of radical-scavenging antioxidants. *Biological Chemistry*, 619–626.

25. Лялик, А. Т., Покотило, О. С., Кухтин, М. Д., & Добровольська, С. Я. (2020). Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних умов зберігання. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, (1-1 (72)), 109-116.

26. Ayala, A., Muñoz, M. F., & Argüelles, S. (2014). Lipid peroxidation: Production, metabolism, and signalling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* Article ID 360438, 31 pages.

27. Deans, R. T., Fu, S., Stocker, R., & Davies, M. J. (1997). Biochemistry and pathology of radical-mediated protein oxidation. *Biochemistry Journal*, 324, 1–18.

28. Decker, E. A., Elias, R. J., & McClements, D. J. (2010). *Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications*. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited.

29. Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Natural food additives: Quo vadis? *Trends in Food Science and Technology*, 45, 284–295.

Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. F. R. (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, 107, 302–317.

30. Кухтин, М. Д., & Горюк, Ю. В. (2023). Мікробіологія молочних продуктів вироблених з молока коров'ячого сирого: монографія. ТНТУ, 157 с.

31. Berardo, A., De Maere, H., Stavropoulou, D. A., Rysman, T., Leroy, F., & De Smet, S. (2016). Effect of sodium ascorbate and sodium nitrite on protein and lipid oxidation in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121, 359–364.

32. Wang, H., Feng, H., & Luo, Y. (2007). Control of browning and microbial growth on freshcut apples by sequential treatment of sanitizers and calcium ascorbate. *Journal of Food Science*, 72, 1–7

33. EFSA (2015b). Scientific opinion on the re-evaluation of ascorbyl palmitate (E304(i)) and ascorbyl stearate (E304(ii)) as food additives. *EFSA Journal*, 13, 4289–4346.

34. Barbosa-Pereira, L., Cruz, J. M., Sendón, R., Quirós, A. R. B., Ares, A., & Castro-López, M. (2013). Development of an antioxidant active film containing tocopherols to extend the shelf life of fish. *Food Control*, 31, 236–243

35. Choe, E., & Min, D. B. (2009). Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 345–358.

36. Кухтин, М. Д. (2008). Динаміка мікробіологічного та біохімічного процесу в молоці сирому при зберіганні за різних температур. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*, 10(3-3 (38)), 229-237.

37. Branen, A. L., Davidson, P. M., & Thorngate, J. H., III (2001). *Food additives*. New York: Marcel Dekker, Inc.

38. EFSA (2014b). Scientific opinion on the re-evaluation of propyl gallate (E 310) as a food additive. *EFSA Journal*, 12, 3642.

39. EFSA (2015d). Scientific opinion on the re-evaluation of octyl gallate (E311) as a food additive. *EFSA Journal*, 13, 4248–4287.

40. Fujita, K., & Kubo, I. (2002). Antifungal activity of octyl gallate. *International Food Microbiology*, 79, 193–201.

41. Кухтин, М. Д. (2010). Концепція розробки та застосування нормативів для виробництва сирого молока гатунку „екстра” за вмістом мікроорганізмів. *Ветеринарна медицина України*, 10, 42-43.

42. Kubo, I., Xiao, P., & Fujita, K. (2001). Antifungal activity of octyl gallate: Structural criteria and mode of action. *Bioorganic Medicinal Chemistry Letters*, 11, 347–350.

43. EFSA (2015e). Scientific opinion on the re-evaluation of dodecyl gallate (E312) as a food additive. *EFSA Journal*, 13, 4086–4125.

44. Fidler, M. C., Davidsson, L., Zede, C., & Hurrell, R. F. (2004). Erythrobinic acid is a potent enhancer of nonheme-iron absorption. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 99–102.

45. Miura, K., Yazama, F., & Tai, A. (2015). Oxidative stress-mediated antitumor activity of erythrobinic acid in high doses. *Biochemical and Biophysical Reports*, 3, 117–122.

46. Figueirêdo, B. C., Trad, I. J., Mariutti, L. R. B., & Bragagnolo, N. (2014). Effect of annatto powder and sodium erythrobinate on lipid oxidation in pork loin during frozen storage. *Food Research International B*, 65, 137–143.

47. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *RESEARCH JOURNAL OF PHARMACEUTICAL BIOLOGICAL AND CHEMICAL SCIENCES*, 9(2), 1128-1133.

48. Kukhtyn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levytska, V., & Reshetnyk, A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in the process of pickling. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (1 (11)), 69-75.

49. Gharavi, N., & El-Kadi, A. O. S. (2005). tert-butylhydroquinone is a novel aryl hydrocarbon receptor ligand. *Drug Metabolism and Disposition*, 33, 365–372.

50. Smith, J., & Hong-Shum, L. (2003). *Food additives data book*. Oxford: Blackwell Science Ltd.

51. Roushani, M., & Sarabaegi, M. (2014). Electrochemical detection of butylated hydroxyanisole based on glassy carbon electrode modified iridium oxide nanoparticles. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 717, 147–152.

52. Ma, Y., Pan, J., Zhang, G., & Zhang, Y. (2013). Binding properties of butylated hydroxytoluene with calf thymus DNA in vitro. *Journal of Phytochemistry and Photobiology B: Biology*, 126, 112–118.

53. Akoh, C. C., & Min, D. B. (2002). *Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology*. Boca Raton, USA: CRC Press.

54. Brewer, M. S., Mckeith, F., Martin, S. E., Dallmier, A. W., & Meyer, J. (1991). Sodium lactate effects on shelf-life, sensory, and physical characteristics of fresh pork sausage. *Journal of Food Science*, 56, 1170–1178.

55. Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14-19.

56. Schelegueda, L. I., Gliemmo, M. F., & Campos, C. A. (2012). Antimicrobial synergic effect of chitosan with sodium lactate, nisin or potassium sorbate against the bacterial flora of fish. *Journal of Food Research*, 1, 272–281.

57. Stekelenburg, F. K., & Kant-Muermans, M. L. T. (2001). Effect of sodium lactate and other additives in a cooked ham product on sensory quality and development of a strain of *Lactobacillus curvatus* and *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Microbiology*, 66, 197–203.

58. De'Nobili, M. D., Soria, M., Martinefski, M. R., Tripodi, V. P., Fissore, E. N., & Rojas, A. M. (2016). Stability of L-(+)-ascorbic acid in alginate edible films loaded with citric acid for antioxidant food preservation. *Journal of Food Engineering*, 175, 1–7.

59. Lü, J., Lin, P. H., Yao, Q., & Chen, C. (2010). Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: Experimental approaches and model systems. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 14, 840–860.

60. Banipal, T. S., Kaur, H., Kaur, A., & Banipal, P. K. (2016). Effect of tartrate and citrate based food additives in the micellar properties of sodium

dodecylsulfate for prospective use as food emulsifier. *Food Chemistry*, 190, 599–606.

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

62. Ritz, E., Hahn, K., Ketteler, M., Kuhlmann, M. K., & Mann, J. (2012). Phosphate additives in food – a health risk. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109, 49–55.

63. Bilici, A., Doğan, F., Yildirim, M., & Kaya, İ. (2013). Facile synthesis of self-stabilized polyphenol nanoparticles. *Materials Chemistry and Physics*, 140, 66–74.

64. Naidu, A. S. (2000). *Natural Food antimicrobial systems* (2nd ed.). Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.

64. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.

65. Загоруй, Л. П. (2008). Ветеринарно-санітарна оцінка вершкового масла з антиоксидантами рослинного походження/Людмила Петрівна Загоруй. *Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук.—2008.—23 с.*

66. Мусій, Л. Я., & Цісарик, О. Й. (2014). Оксидантна стабільність кисло вершкового масла при зберіганні. *Харчова наука та технологія*, 8(6).

67. Кравців Р.Й., Цісарик О.Й., Параняк Р.П., Дроник Г.В., Островський Я.Ю. Біохімія молока. Практикум – Львів: ТеРус, 2000. 150 с.

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

69. Бергілевич О.М., Касянчук В.В., Власенко І.Г., Кухтін М.Д.. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Суми: Університетська книга. 2010. – 205 с.

70. Винокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці: Підручник. К., 2001. 190 с.

71. Стручок, В. С. (2022). Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання.

ДОДАТКИ

Додаток А

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

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
6-7 грудня 2023 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023

УДК 664

В. Р. Козловський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОКИСЛЕННЯ У ЖИРОВІСНИХ ПРОДУКТАХ

V.R. Kozlovsky

RELEVANCE OF USING VEGETABLE FOOD ADDITIVES TO REDUCE OXIDATION PROCESSES IN FATTY PRODUCTS

Відомо, що високий вміст ненасичених жирних кислот у молочному жирі підвищує ризик окислення та утворення неприємних присмаків. Наприклад, молоко з високим вмістом поліненасичених жирних кислот може розвинути окислений смак протягом 24 годин зберігання в холодильнику). Неприємні присмаки вершкового жиру можуть поширюватися на інші продукти, такі як морозиво, і впливати на сприйняття споживачами. Проте молочний жир із високим вмістом мононенасичених жирних кислот у порівнянні з високим вмістом поліненасичених жирних кислот не виявляв проблем окислення. Ненасичені жирні кислоти окислюються з утворенням гідропероксидів, які дуже нестійкі. Продукти вторинного окислення, включаючи насичені та ненасичені альдегіди, кетони, вуглеводні, напівальдегіди та спирти, можуть бути відчутними для споживачів навіть у низьких концентраціях [1].

Повідомляється, що зберігання молочних продуктів за низьких режимів температур холодильника зумовлює повільні реакції окислювання, однак температура має важливе значення, проте вона не зупиняє швидкість перебігу окислювальних процесів. Тому із збільшенням температурного режиму молочний продукт швидко окислюється. Виявлено, що окислювальні процеси призводили до погіршення і утворення пероксидів, які обмежували термін придатності молочних продуктів і могли бути причиною небажаного прогрітого аромату [2].

Нині широко визнано, що певні класи рослинних сполук, таких як харчові волокна, фенольні кислоти, флавоноїди, вітаміни, антимікробні та нейрофармакологічні інгредієнти, відіграють профілактичну роль у боротьбі з деякими поширеними захворюваннями, такими як рак, серцево-судинні та нейродегенеративні розлади [1]. Завдяки цьому, останніми роками велика увага приділяється заміні синтетичних харчових добавок, які можуть мати несприятливий вплив на організм споживачів, на натуральні рослинні добавки [2].

Отже, у даний час багато досліджень спрямовані на збільшення термінів зберігання жировмісних молочних продуктів за допомогою застосування природних антиоксидантів, які здатні сповільнити або пригнічувати окисні чи гідролітичні процеси та мінімізувати втрати поживних речовин. У цьому випадку рослинні антиоксиданти мають велику перспективу до використання, адже часто вони пропагуються як відносно екологічні, безпечні, що мають природне походження, та ті, які демонструють високу активність пригнічення окислення ліпідів, що є найважливішим у процесі збільшення строків зберігання молочних продуктів.

Література

- 1 Jeon, I.J. (1996). Undesirable Flavors in Dairy Products. In: Food Taints and Off-Flavours, Blackie Academic and Professional, New York, 139-167.
2. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216-222.