

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Розробка технології виробництва масла з
підвищеною антиоксидантною активністю**

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Слимак М. І.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Кухтин М. Д.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Лісовська Т.О.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Покотило О.С.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кравець О. І.
(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль
2021

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Покотило О.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2021 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Слимак Марта Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології виробництва масла з підвищеною
антиоксидантною активністю

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

Затверджені наказом ректора від « 29 » 09 2021 року № 4/7-804

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2021 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)
– визначити роль процесів окислення молочного жиру в зниженні якості харчових продуктів;
– провести оцінювання молочної сировини для виробництва вершкового масла збагаченого антиоксидантними сполуками;
– розробити склад дослідних зразків масла вершкового підвищеної атиоксидантної активності;
– провести оцінювання органолептичних властивостей варіантів дослідних зразків масла вершкового з розмариновим екстрактом;
– дослідити зразки масла вершкового із розмариновим екстрактом за фізико-хімічними властивостями;
– дослідити зразки масла вершкового із розмариновим екстрактом за мікробіологічними властивостями протягом зберігання за низьких температур.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
таблиці, графіки, 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		
2.	Складання схеми досліджень	21.06.21 р. – 25.06.21 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	29.06.21 р. – 05.07.21 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	06.07.21 р. – 27.07.21 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.21 р. – 24.09.21 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	27. 09.21 р. – 01.10.21 р.	
7.	Закінчення написання розділів	04.10.21 р – 29.11.21 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	03.12.21 р	

Студент

_____ (підпис)

Слимак М. І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Кухтин М. Д.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	11
1.1	Актуальність і перспективи використання нових природних антиоксидантних сполук для сповільнення окислення молочних ліпідів	11
1.2	Механізми окислення жирів та молочних продуктів за їх зберігання	11
1.3	Розмарин – біологічно активний компонент, як природний антиоксидант	17
1.4	Додавання екстракту розмарину до молочних продуктів для пригнічення окислення ліпідів	18
1.5	Перспективи використання розмарину у харчовій, медичній та фармацевтичній промисловості	21
1.5.1	Розмарин як антиоксидант може знизити ризик захворювань	22
1.5.2	Розмарин як протизапальний засіб може зменшити частоту різних захворювань	24
1.6	Використання рослинних олій для створення антиоксидантних систем у харчовій промисловості	25
1.7	Підсумки з огляду літератури	29
2	Матеріали і методи досліджень	31
2.1	Вибір напрямів і методів досліджень	33
3	Результати дослідження та їх обговорення	34
3.1	Роль процесів окислення молочного жиру в зниженні якості харчових продуктів	34
3.2	Оцінювання молочної сировини для виробництва вершкового масла збагаченого антиоксидантними сполуками	35

3.3	Розроблення складу дослідних зразків масла підвищеної атиоксидантної активності	41
3.4	Оцінка органолептичних властивостей варіантів дослідних зразків масла вершкового з розмариновим екстрактом	43
3.5	Характеристика зразків масла вершкового із розмарином за реологічними та фізико-хімічними властивостями	45
3.6	Характеристика зразків масла вершкового із розмарином за мікробіологічними властивостями протягом зберігання за низьких температур	52
	Висновки і пропозиції виробництву	56
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	58
4.1	Система попередження пожежі	58
4.2	Шкідливі виробничі чинники	59
	Список літератури	62
	Додатки	73

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 79 с., 8 рис., 5 табл., 96 джерел.

МАСЛО ВЕРШКОВЕ, АНТИОКСИДАНТИ, ЕКСТРАКТ РОЗМАРИНУ, ТЕХНОЛОГІЯ, ОКИСЛЕННЯ ЖИРУ

Об'єкт дослідження: антиоксидантні властивості розмарину, масло вершкове, показники окисних процесів, технологія масла.

Мета роботи – розробити технологію масла вершкового підвищеної антиоксидантної стійкості з екстрактом розмарину.

Методи дослідження: органолептичні (бальна оцінка з масла з екстрактом розмарину); фізико-хімічні показники якості сировини і масла з розмариновим екстрактом (пероксидне, йодне, кислотне число, термостійкість); мікробіологічні (вміст МАФАНМ, колиформних бактерій, плісень і дріжджів; патогенних мікроорганізмів).

Розроблено зразки вершкового масла (з жирністю 65 %) з екстрактом розмарину в кількості від 0,02 до 0,08 %. Встановлено, що найбільшу кількість балів мали зразки № 1 та №2 з концентрацією розмарину 0,02 та 0,04 %, відповідно. Встановлено, що збагачення масла екстрактом розмарину позитивно впливає на термостійкість, за вмісту 0,02 – 0,04 % розмарину у маслі підвищується на 0,10 од його термостійкість, порівняно з контролем, що дозволяє триваліше зберігати продукти без ознак псування. Виявлено, що пероксидне і кислотне число масла з розмариновим екстрактом в 1,6 – 2,0 раза ($p < 0,05$) менше зростало під час його 45-ти добового зберігання, порівнюючи з контрольним маслом. У маслі з екстрактом розмарину сповільнювався розвиток МАФАНМ і грибової мікрофлори. Протягом 30-ти добового зберігання КМАФАНМ у контролі зростала в 36,3 раза ($p < 0,05$), що становило $348,5 \pm 11,2$ тис. КУО/г. За цей час маслі з розмарином, найменшу КМАФАНМ реєстрували у зразку №3 – $210,3 \pm 7,1$ КУО/г, що в 1,65 раза ($p < 0,05$) менше, ніж у контролі. У зразках №1 та №2 кількість МАФАНМ була в 1,3 та 1,4 раза менша. Запропоновано технологію виробництва масла з екстрактом розмарину.

Вступ

Актуальність теми. Загально визнано, що масло вершкове, виготовляють із пастеризованих вершків, які мають властивість зазнавати процесам ліполізу та окислення. Якість вершкового масла переважно погіршується через автоокислення, яке призводить до втрати незамінних жирних кислот, вітамінів і негативно впливає на харчування і сенсорні властивості з точки зору харчових продуктів [5, 7, 8].

Автоокислення молочного жиру призводить до утворення небезпечних токсичних продуктів окислення, які являються причетними до біологічного ушкодження тканин і підвищеного ризику серцево-судинних захворювань [11, 49]. Антиоксиданти – це хімічно активні речовини, які можуть пригнічувати автоокислення в таринних жирах і оліях [13, 14]. Встановлено при використанні штучних антиоксидантів у харчових продуктах можливе поглинання та відкладення їх у тканинах та органах організму споживачів, що в подальшому може призвести до токсичного впливу [48, 50]. Зростаюче занепокоєння щодо токсичності синтетичних антиоксидантів спонукало дослідників досліджувати антиоксидантний потенціал природних антиоксидантів для стабілізації тваринних жирів і олій. Антиоксидантна активність природних антиоксидантів для стабілізації жирів і олії за допомогою природних антиоксидантів рослинного походження добре задокументована у багатьох дослідженнях [17, 18, 19, 20]. Екстракт розмарину та його листя містить велику кількість фенольних сполук, карнозол і карнозойну кислоту, саме завдяки цим речовинам екстракт розмарину проявляє антиоксидантну активність, яка приблизно в 10 разів сильніша за синтетичні антиоксидантні сполуки [46, 58, 59, 60, 61].

Антимутагенна, протизапальна, противірусна, антиканцерогенна та антиоксидантна активність цих природних сполук науково доведена [48, 51]. Часто виробники вершкового масла для зменшення антиоксидантних процесів в ньому застосовують синтетичні антиоксиданти.

Література підтверджує, що окислювальну стабільність вершкового масла можна підвищити шляхом змішування з природними компонентами, які запобігають окисленню жирів та підвищують його поживну цінність [23, 89, 90]. Про антиоксидантну активність від застосування екстракту розмарину саме у вершковому маслі відомо небагато. Це дослідження було спрямоване на підвищення окислювальної стабільності вершкового масла шляхом збагачення його розмариновим екстрактом.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – розробити технологію масла вершкового підвищеної антиоксидантної стійкості з екстрактом розмарину.

Для виконання поставленої мети визначені такі завдання:

- визначити роль процесів окислення молочного жиру в зниженні якості харчових продуктів;
- провести оцінювання молочної сировини для виробництва вершкового масла збагаченого антиоксидантними сполуками;
- розробити склад дослідних зразків масла вершкового підвищеної антиоксидантної активності;
- провести оцінювання органолептичних властивостей варіантів дослідних зразків масла вершкового з розмариновим екстрактом;
- дослідити зразки масла вершкового із розмариновим екстрактом за фізико-хімічними властивостями;
- дослідити зразки масла вершкового із розмариновим екстрактом за мікробіологічними властивостями протягом зберігання за низьких температур.

Об'єкт дослідження – антиоксидантні властивості розмарину, масло вершкове, показники окисних процесів, технологія масла.

Предмет дослідження – зміна окислювальних процесів, органолептичних і мікробіологічних змін у маслі вершковому з розмариновим екстрактом.

Методи досліджень: органолептичні (бальна оцінка з масла з екстрактом розмарину); фізико-хімічні показники якості сировини і масла з розмариновим екстрактом (пероксидне, йодне, кислотне число, термостійкість); мікробіологічні (вміст МАФАНМ, коліформних бактерій, плісень і дріжджів; патогенних мікроорганізмів).

Наукова новизна одержаних результатів.

Встановлено, що збагачення масла екстрактом розмарину позитивно впливає на термостійкість, за вмісту 0,02 – 0,04 % розмарину у маслі підвищується на 0,10 од його термостійкість, порівняно з контролем, що дозволяє триваліше зберігати продукти без ознак псування. Виявлено, що пероксидне і кислотне число масла з розмариновим екстрактом в 1,6 – 2,0 рази ($p < 0,05$) менше зростало під час його 45-ти добового зберігання, порівнюючи з контрольним маслом. У маслі з екстрактом розмарину сповільнювався розвиток МАФАНМ і грибової мікрофлори.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано технологію виробництва масла з екстрактом розмарину.

Особистий внесок здобувача. Полягає в проведенні огляду літературних джерел відповідно теми і мети кваліфікаційної роботи, плануванні експериментальної частини роботи, опрацюванні методик з визначення антиоксидантних властивостей ліпідів, проведенні досліджень і аналізі одержаних результатів, виконанні інженерно-графічної частини та підготовці роботи до захисту.

Апробація результатів. Виступ на IV міжнародній студентській науково - технічній конференції: Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 28-29 квітня 2021 р.). (Додаток А).

Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у тезах: Слимак М. Застосування рослинних добавок, як джерело підвищення антиоксидантних властивостей молочних продуктів Матеріали IV Міжнародної студентської науково-технічної конференції /

Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 28-29 квітня 2021 р.), 2021, С. 69. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота має наступну структуру: вступ, розділи основної частини, інженерно-графічна частина, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки та пропозиції виробництву, список літератури та додатки. Робота надрукована на 79 стор. та ілюстрована з 5 таблицями, 8 рисунками. Список літератури складається з 96 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Актуальність і перспективи використання нових природних антиоксидантних сполук для сповільнення окислення молочних ліпідів

В даний час широко визнано, що певні класи рослинних сполук, таких як харчові волокна, фенольні кислоти, флавоноїди, вітаміни, антимікробні та нейрофармакологічні інградієнти, 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]. Поширення використання рослинних продуктів вимагає особливої уваги з головним акцентом на їх безпечність, ефективність та взаємодію з лікарськими засобами. Упродовж останніх кілька десятиліть з'явилася значна кількість наукових доказів, що демонструють широкий спектр фармакологічної та харчової дії лікарських трав [3, 4]. Сюди входять антиоксидантна, протипухлинна, протизапальна дії. Інфекційні захворювання, в основному спричинені мікробним забрудненням харчових продуктів, стають основною проблемою у світі, особливо в країнах, що розвиваються [3, 5]. Вживання заражених мікробами харчових продуктів є серйозним викликом і загрозою для здоров'я споживачів [5]. Мікробне зростання в продуктах харчування не тільки призводить до зниження поживної та органолептичної цінності харчових продуктів, але й утворює ряд токсинів, шкідливих для здоров'я людини [4]. Останнім часом ефірні олії та екстракти трав набувають широкого визнання. як потенційне джерело природних і безпечніших антиоксидантів і біологічно активних речовин [3, 6].

Дослідження показують, що зберігання молочних продуктів при низьких температурах зумовлює повільній реакції окислювання, однак температура має важливе значення тільки, як «контролер» швидкості перебігу окислювальних процесів. Адже з поступовим збільшенням температури продукту швидкість окиснення ліпідів поступово зростає [7, 8].

За відсутності прямого сонячного світла окисні процеси проходять повільніше. Виявлено, що окислювальні процеси призводили до погіршення і утворення пероксидів, які обмежували термін придатності молочних продуктів і могли бути причиною небажаного прогірклого аромату [9, 10].

Збільшити термін зберігання молочних продуктів намагалися зазвичай використовуючи у харчовій галузі синтетичні антиоксиданти: бутильований гідроксианізол та бутиловий гідрокситолуол для зменшення швидкості окисних процесів та гідролізу жирів, що призводить до меншого утворення вільних радикалів, але ці антиоксиданти заборонено додавати до молока (Міжнародна асоціація продуктів харчування).

Сьогодні харчові продукти призначені не тільки для того, щоб вгамувати голод і забезпечити організм споживача необхідними поживними речовинами, а й для профілактики хвороб, пов'язаних з харчуванням, та покращення фізичного та психічного благополуччя споживачів [11].

Отже, дослідження, які направлені на збільшення строків зберігання харчових продуктів за допомогою застосування природних антиоксидантів, що можуть сповільнити або пригнічувати окисні чи гідролітичні процеси та мінімізувати втрати поживних речовин, як бачимо є актуальними. Антиоксиданти, які за звичай отримують з рослин, перебувають у структурі фенольних сполук, часто 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. Крім того, все більший інтерес виникає до вивчення природних фенольних антиоксидантів через зростання на ринку функціональних продуктів харчування або харчових продуктів або

здорових продуктів. Введення у склад молочних продуктів біоактивних речовин (природні антиоксидантні сполуки) збільшує потенціал антиоксидантної активності, посилює протизапальну дію, що стримує шкідливий вплив вільних радикалів та надає різноманітні переваги відносно здоров'я споживачів [12, 13].

1.2. Механізми окислення жирів та молочних продуктів за їх зберігання

Жири та олії часто зазнають змін смаку, що знижує їх ринкову вартість [29]. Якість масла може бути знижена внаслідок дегенеративних хімічних процесів під час зберігання. Перекисне окислення жирів і олій призводить до виробництва побічних продуктів, які негативно впливають на їх смакові якості і користь для здоров'я. Деякі жири та олії мають неприємний присмак швидше, ніж інші, що робить їх небажаними як їстівні продукти. Окислення ліпідів у жирах і оліях під час зберігання включає повний набір реакцій, які можуть відрізнитися залежно від умов, в яких зберігається жир, і вони схильні до прогіркнення, що негативно змінює фізичні, хімічні та органолептичні властивості жирів і олій [30, 31]. За словами вчених, прогіркість – це неприємний смак і запах, що виникають після інкубаційного періоду в жирах, оліях і жирних продуктах, які зазнали розкладання, вивільняючи масляну кислоту та інші леткі ліпіди. Окисне згіркнення починається з повільного поглинання кисню маслами та жирами під час інкубаційного періоду, за яким слідує швидкий період поширення, який часто подовжується, і протягом цього періоду гідроперекиси, пероксиди, альдегіди, кетони та багато неприємних сполук утворюються. Згіркнення може бути окисним, гідролітичним або ферментативним [32, 33, 34].

Окислювальна прогіркість виникає в результаті поглинання кисню з атмосфери ненасиченими жирними кислотами тоді як гідролітичне прогіркнення відбувається у присутності вологи, а ферментне прогіркнення

каталізується ферментами [5, 35, 36]. Фактори, що сприяють прогіркості, включають світло, температуру, вологість, повітря, метали, відсутність антиоксидантів або наявність прооксидантів [37, 38, 39]. Прооксиданти, такі як метали, сприяють появі прогіркості, діючи як каталізатори. Як і інші жири та олії з ненасиченими жирними кислотами, масло схильне до окисного руйнування через неналежну обробку або зберігання, що призводить до невідповідної якості та обмеженого терміну зберігання [40, 41, 42].

Природні антиоксиданти, такі як розмаринова кислота, галова кислота, аскорбінова кислота, вітамін А і токоферол, а також синтетичні антиоксиданти, як-от бутильований гідроксианізол (ВНА), бутильований гідрокситолуол (ВНТ) і пропілгалат, часто додають окремо або в синергії до жиру/олії та їжі, яка їх містить, щоб відстрочити або сповільнити розвиток прогіркості через окислення [43, 44]. Наводяться повідомлення про антиоксидантну властивість соєвого лецитину щодо стабільності рослинної олії, тоді як зазначається, що багато олій і жирів зазнають зміни смаку перед тим, як прогіркість називається реверсією. Прогіркість відрізняється від реверсії, оскільки дослідження показали, що деякі олії та жири, як-от кукурудзяна олія, сприйнятливі до прогоркання, але стійкі до реверсії. Зміни смаку під час реверсії змінюються залежно від різних олій і жирів, але при прогіркості кінцевий смак однаковий для всіх олій і жирів [45, 46].

Прогнозні тести та аналізи індикаторів окислення – це дві основні категорії методів, які використовуються для перевірки окислення ліпідів. Прогнозні тести – це аналізи, які використовуються для визначення кількості окислення, яке потенційно може зустрічатися у зразку, і двома часто використовуваними прогностичними тестами є індекс окисної стабільності та аналіз йодного числа. Окислювальні індикаторні тести використовуються для визначення кількості окислення, що вже відбулося, і їх можна використовувати для визначення якості олії або жиру [47, 48]. Аналіз реактивних речовин тіобарбітурової кислоти, аналіз перекисного числа та

анізидинового числа є трьома часто використовуваними тестами індикаторів окислення [49, 50].

Окислення ліпідів є основним фактором, що впливає на якість молочних продуктів, особливо під час тривалого зберігання. Автооксидація ненасичених ліпідів включає утворення вільних радикалів з подальшим утворенням гідропероксидів, а потім утворюються вторинні продукти окислення ліпідів. Окислення призводить до утворення різних летких карбонільних сполук, які відповідають за неприємні присмаки [14]. Відомо, що світло ініціює процес окислення, що призводить до знебарвлення та утворення неприємних присмаків особливо пов'язаних із ліпідною фазою харчових продуктів [15, 16]. Деякі втрати якості можуть виникати внаслідок різноманітних підрбок та виробничих дефектів [17]. Однак більшість втрат якості харчових продуктів відбувається на етапі після виробництва в результаті неправильного поводження під час зберігання. Молочні продукти часто піддаються впливу світла під час роздрібного зберігання та реалізації, і такий вплив діє на якість молочних продуктів, упакованих у прозорі плівки або пластикові контейнери. Було виявлено, що поєднана дія світла та кисню шкідлива для сиру Чеддер, загорнутого у плівки з сильною швидкістю пропускання кисню [18].

Світло ініціює процес окислення в продуктах, що призводить до втрати цінних поживних речовин, знебарвлення та утворення неприємного запаху від таких сполук, як альдегіди. Для окислення, викликаного світлом, потрібен кисень, наявність джерела світла та фотосенсибілізатора. Молочні продукти добре відомі як дуже чутливі до світла через велику кількість сильного фотосенсибілізатора рибофлавіну (вітаміну B2) [19, 20]. Молоко містить певну кількість (60–3,42 мг/л) рибофлавіну, і невелика частина (0,30–0,35 мг/кг) цього переходить у вершкове масло у водну фазу [6]. Рибофлавін легко розкладається під впливом світла [21].

Багато дослідників [15, 16, 18, 22] повідомляють про розвиток окисленого присмаку в молоці та інших молочних продуктах через інтенсивне освітлення. Повідомляється, що вершкове масло було вразливе до проблем,

викликаних світлом, так само, як і молоко [22]. Особливо в останнє десятиріччя, щоб підвищити споживчий попит, прозорі полімери широко використовуються виробниками для упаковки вершкового масла. Вершкове масло, яке лежить в холодильних шафах, освітлюється люмінесцентними лампами. Леткі продукти окислення ліпідів, які також іменуються вторинними продуктами окислення, є відповідальними за погіршення смаку та смаку даних продуктів. Вважається, що альдегіди особливо пов'язані зі скороченням терміну зберігання харчових продуктів, оскільки їх утворення призводить до змін смаку [23, 24, 25].

Дослідники [26] вивчали вплив вакуумного та невакуумного пакування масла вершкового за зберігання його в освітлених і темних умовах на зміну показників окисних процесів. Для цього у зразках вершкового масла, які зберігаються, визначали перекисне число, тіобарбітурову кислоту, що реагує та деякі альдегіди за згаданих умов. Крім того, деякі аналізи хімічного складу тригліцеридів та кількість вільних жирних кислот також були оцінені протягом 90 днів зберігання. Було помічено збільшення впливу світла та упаковки в атмосферних умовах на пероксидне число та реактивні речовини з тіобарбітуровою кислотою. Зразки вершкового масла, що зберігалися на світлі, мали найвищий вміст альдегідів. Гексанал був найбільш утвореним альдегідом, за ним слідували пентанал і нонанал. 2,4-гаксادیєнал, 2,4-гептадієнал і 2,4-нонадієнал досягали вищих концентрацій у зразках, підданих впливу світла, ніж у темних зразках. Отже, було зроблено висновок, що найбільш ефективним способом захисту вершкового масла від окислювальних пошкоджень є захист вершкового масла від світла та кисню.

Іони перехідних металів (Fe^{2+} та Fe^{3+}) можуть безпосередньо гальмувати ненасичені продукти окислення ліпідів, такі як гідропероксиди ($LOOH$), в реакційноздатні радикали, що реагують на алкоксил ($LO\cdot$) та пероксил ($LOO\cdot$). Механізм реакції вказує, що один гідропероксид ліпиду повинен генерувати два комплекси тривалентного заліза [14].

У дослідженні Уено [28] молоко надвисокої температури пастеризації зберігалось при флуоресцентному освітленні упродовж 20 годин за температури + 12 °С та проводили порівняння з молоком, що зберігали в умовах повної темноти упродовж того ж часу і за такої температури. Отримані дані виявили, що хроматограми дев'яти ароматичних сполук збільшувалися у молоці за дії світла, що є свідченням утворення неприємного аромату в молоці, що піддається впливу світла, це пояснюється збільшенням виявлених хроматографічним методом ароматизаторів.

1.3. Розмарин – біологічно активний компонент, як природний антиоксидант

Розмарин (*Rosemarinus officinalis L.*) завжди був відомим як універсальна, ароматична рослина. Крім того, що він використовується як харчовий ароматизатор, він також відомий у медицині завдяки своїй потужній антиоксидантній активності, до цього проявляє антибактеріальні та антимутагенні властивості [46].

Листя розмарину (*Rosmarinus officinalis L.*), широко використовуваний харчовий інгредієнт для ароматизації кулінарних страв та відоме, як традиційна лікарська рослина, корисна для здоров'я, проявляє такі властивості, як протимікробні, протинабрякові та протиревматичні. Попередні дослідницькі групи повідомляли про його антиоксидантну [48, 50], протизапальну [49] та протиракову [51] активність.

Екстракт розмарину, який був отриманий з листя розмарину вічнозеленого чагарнику, містить дуже значну концентрацію фенольних речовин [53]. Фенольними сполуками, що відповідають за антиоксидантну активність розмарину, є переважно фенольні дитерпени, такі як карнозол, карнозова кислота, розманол, епіросманол та ізоросманол [52, 54]. Розманол є потужним антиоксидантом, який пригнічує утворення супероксид-аніонів, а також перекисне окислення ліпідів і поглинання вільних радикалів [55, 56].

Поліфенол, розмаринова кислота мають два ароматичні кільця, кожне з двома -ОН- групами, здатними передавати Н- та хелатувати метали. У дослідженнях [57] повідомляє, що екстракт розмарину виявляє антиоксидантну активність, кращу за α -токоферол. Повідомляється, що олеорезин розмарину містить кілька компонентів, таких як розманол, розмарихінон, розмаридифенол і карнозол, які можуть бути в чотири рази ефективнішими, як антиоксидант за бутильований гідрооксианізол і дорівнював бутиловому гідроокситолуолу [58, 59]. Широке дослідження [60, 61] екстрактів розмарину, що містять карнозол, карнозову кислоту та розмаринову кислоту, показали, що діяльність цих природних антиоксидантів залежить від їхньої системи.

1.4. Додавання екстракту розмарину до молочних продуктів для пригнічення окислення ліпідів

На даний час існує мало наукових даних щодо впливу доданого екстракту розмарину в молочні продукти на їх окислювальні властивості протягом терміну зберігання. Приготування молочних продуктів з розмарином обумовлює необхідністю певного рівня знань щодо взаємодії їх з іншими молочними компонентами та того, як на них впливає застосовувана обробка. Інформація про те, на якій стадії технологічного процесу включати екстракт розмарину в молочну сировину, має надзвичайно важливе значення для збереження у повній мірі його дію і тим самим функціональність продукту. У дослідження [62] відстежували ефект збагачення різним вмістом розмариновим екстрактом знежиреного молока у технології виробництва м'якого сиру. Дослідження виявили, що час згортання і утворення згустку із знежиреного молока з розмариновим екстрактом збільшився. Величина згустку знежиреного молока і екстракту розмарину також збільшувалася зі збільшенням співвідношення доданого екстракту до знежиреного молока. Антиоксидантний вплив утвореної суміші з молока і розмарину значно

підсилила пастеризація. Водночас внесення хлориду кальцію та наступна теплова обробка значно збільшили вміст фенольних сполук та антиоксидантну активність молочної суміші. В той же час, як додавання натрію хлористого до знежиреного молока з розмариновим екстрактом та наступна гомогенізація не змінювала антиоксидантної активності готових продуктів.

Дослідники [66] виробляли сир з розмариновим екстрактом та визначали в ньому загальну кількість поліфенолів, антиоксидантну активність хроматографічним способом, як у свіжому продукті, так і за умови зберігання за низьких температур упродовж 30 ± 5 діб. Результати виявили, що кількість загальних фенолів і антиоксидантна активність створеного сиру з розмариновим екстрактом, збільшуються, навіть за 30 ± 5 добового берігання.

Дослідники вивчали зміну антиоксидантної активності при додаванні концентрації екстракту розмарину від 1 до 5 % у суміш для сквашування під час виробництва йогурту. Уявну в'язкість продукту визначали, як параметр фізичної якості, а значення антиоксидантної активності вимірювали методом поглинання 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразилу і вміст фенольних сполук у свіжоприготовленому продукті та під час зберігання при $5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 10 діб. Отримані результати цих досліджень виявили, що вміст розчинних поліфенольних сполук у йогурті збільшується при зростанні кількості розмаринового екстракту доданого на стадії змішування із знежиреним молоком, і дуже позитивно корелює з антиоксидантною активністю. Величина в'язкості йогурта не змінювалася при додаванні екстракту розмарину від 1 до 5 % [68].

Молочні продукти на зразок сухого сирного порошка зазвичай багаті на жири (поліненасичені ліпіди та їх складні ефіри) зазвичай сильно чутливі до окислювальних змін з часом зберігання. Окисні процеси у такому порошок можна призупинити додаванням олеорези розмарину, тим самим збільшивши строк зберігання даних видів продуктів. Концентрації розмаринового екстракту, що додається у порошок відіграє основну роль з ефективного пригніченн окисних процесів у сирному порошок [69].

Вчені збагачували сир Рікотта розмариновим екстрактом з метою сповільнення окисних процесів, так як у його склад входить до 15 % жирової фази – вершків із занальною жирністю продукту 25,0 %. Результати досліджень виявили, що сир Рікотта з розмариновим екстрактом містив 76,0 % фенольних сполук у готовому продукті, це забезпечує 9,6 % рекомендованої добової норми споживання [69].

Наводяться дані [14], де оцінювали здатність деяких фенольних сполук пригнічувати окислення вершкового масла. Значення пероксиду та реакційноздатних речовин тіобарбітурової кислоти контролювали під час зберігання масла при + 5 °С та + 10 °С. Виявлено, що галова, кавова кислоти та катехін, кожен при 80 мг/л, інгібували окислення вершкового масла при + 5 °С до ступеня, рівного такому, як за використання бутильованого гідроксианізолу при 200 мг/л. Галова кислота при 80 мг/л була більш ефективною, ніж бутильований гідроксианізол, при 200 мг/л. Сучасні результати вказують на те, що деякі феноли, і особливо галова кислота, можуть бути враховані, як антиоксиданти у вершковому маслі.

Дослідники [71] виявили, що міра окислення в сирах Чеддер має значний вплив на його сенсорні характеристики, а сири, витримані довше, були пов'язані з вадою прогіркість. Оскільки надмірну окислювальну здатність у сирі Чеддер зазвичай часто пов'язують зі зниженням якості через окислювальні процеси і виникнення прогірклості, дане дослідження свідчить, що потенційне застосування розмаринового екстракту демонструє ефективність цього антиоксиданту для інгібування ліполізу у сирі упродовж всього терміну зберігання [70].

Таким чином використання розмаринового екстракту – антиоксиданту природного походження очевидно збільшує термін зберігання сиру Чеддер пригнічуючи окислення. Загалом дані свідчать, що використання екстракту розмарину як джерела природного антиоксиданту є перспективним для продовження терміну зберігання молочних продуктів шляхом гальмування окисних змін. Глибше розуміння механізмів автоокислення тригліцеридів

молочних продуктів дає змогу повніше зрозуміти те, як збагачення природними антиоксидантами – розмариновим екстрактом, забезпечити антиліпозні та гідролітичні зміни, які впливають на сенсорні властивості молочних продуктів. Антиоксиданти розмарину в більшій мірі ефективніші, порівнюючи з вітаміном Е, який є синтетичним препаратом. Як бачимо впровадження екстракту розмарину, як антиоксиданту, значно збільшує строк використання сухого молока, сиру, йогурту, тощо. Дослідження вказують, що розвиток молочних продуктів функціонального призначення має перспективи і буде інтенсивно зростати протягом 21 століття, через те, споживчий попит на корисні продукти все більш затребуваний.

1.5. Перспективи використання розмарину у харчовій, медичній та фармацевтичній промисловості

Екстракти *Rosmarinus officinalis* були досліджені за допомогою комбінації біопроб і біохімічного аналізу для виявлення біологічно активних сполук. Для дослідження розподілу та рівнів антиоксидантів використовували метод очищення радикалів 2,2-дифеніл-2-пікрилгідрату, метод Фоліна–Чіоко та хроматографію. Аналіз антимікробної активності проводили методами дискової дифузії та розведення бульйону. Було виявлено хорошу кореляцію між антиоксидантною активністю і загальним вмістом фенолу в екстрактах з розмарину. Хоча всі екстракти розмарину показали високу активність поглинання радикалів, спостерігалася інша ефективність, як антимікробного засобу. Метанольний екстракт, що містить 30 % карнозової кислоти, 16 % карнозолу і 5 % розмаринової кислоти, був найбільш ефективним протимікробним засобом проти грамполозитивних бактерій (мінімальна концентрація інгібування, МІС, від 2 до 15 мкг/мл), грамнегативних бактерій (МІС між 2 і 60 мкг/мл) і дріжджі (МІК 4 мкг/мл). Натомість водний екстракт, що містить лише 15 % розмаринової кислоти, показав вузьку активність. Значення МІС для метанольного та водного екстрактів добре корелює зі

значеннями, отриманими для чистої карнозової кислоти та розмаринової кислоти, відповідно. Таким чином, отримані результати свідчать про те, що ефективність антимікробних екстрактів розмарину пов'язана з їх специфічним фенольним складом. Карнозова кислота і розмаринова кислота можуть бути основними біологічно активними протимікробними сполуками, присутніми в екстрактах розмарину. З практичної точки зору, екстракт розмарину може бути хорошим кандидатом для функціональних продуктів харчування, а також для фармацевтичних продуктів рослинного походження [72].

1.5.1. Розмарин як антиоксидант може знизити ризик захворювань

Фенольні рослинні екстракти можуть володіти протимікробною та антиоксидантною активністю, що може пригнічувати або затримувати як окисне, так і мікробіологічне псування харчових продуктів [53, 54, 55, 56]. Щоб запобігти росту небажаних мікроорганізмів, псування, неприємного присмаку, прогіркості та вад харчових продуктів і, таким чином, покращити стабільність і продовжити термін зберігання, екстракти повинні мати широкий спектр антимікробної та антиоксидантної дії, оскільки харчові продукти рідко забруднені одним видом або псуються з однієї причини [46]. Біологічна активність фенольних рослинних екстрактів, включаючи протимікробну та антиоксидантну активність, залежить від росту рослин і умов збору врожаю, а також методів екстракції, які дають екстракти різного хімічного складу. Екстракти з подібними концентраціями загальних фенолів можуть чудово відрізнятися за своєю антиоксидантною та протимікробною активністю [48, 49, 50, 51].

Розмарин (*Rosmarinus officinalis L.*) – це ароматична рослина і, таким чином її ароматизатор, широко використовується в харчових продуктах. Його екстракти були введені як консерванти в харчову промисловість [46, 48]. Формули екстракту розмарину є єдиними комерційно доступними для використання як антиоксиданти в Європейському Союзі та Сполучених Штатах; вони продаються у маслорозчинній формі, як сухий порошок і в

складах, що диспергуються у воді або змішуються з водою [47, 56]. Непоживні вторинні метаболіти розмарину, такі як фенольні дитерпени, карнозол, карнозова кислота, метилкарнозат, розманол і епіросманол, а також фенольні кислоти, такі як ферулова, розмаринова, хлорогенова та кавова кислоти володіють різноманітною біологічною активністю, включаючи антиоксидантну та протимікробну дію [60, 62, 63].

Існує великий інтерес до рослинних протимікробних засобів, і доступно кілька методів для виявлення їх інгібуючої активності. Різні публікації задокументували протимікробну активність рослинних екстрактів, включаючи розмарин. Було використано декілька методів, які базуються на різних принципах [72].

Антиоксидантну активність приписують різними фенольним сполукам і наразі доступні численні методики для оцінки антиоксидантних властивостей цих сполук. Деякі методи, як-от аналізи поглинання вільних радикалів, можуть надати інформацію про здатність антиоксиданту запобігати доступу реактивних радикалів до ліпопротеїнів, поліненасичених жирних кислот, ДНК, амінокислот, білків та цукру в біологічних і харчових системах [52]. Нещодавно здатність екстрактів розмарину усувати вільні радикали була досліджена багатьма дослідниками [57, 58, 59]. При оцінці антиоксидантів, окрім їхньої ефективності поглинання вільних радикалів, важливо враховувати й інші фактори, включаючи міжфазні явища, що впливають на їхню поведінку в багатофазних системах. Деякі дослідники [44, 46] визначили ефективність екстрактів розмарину щодо вільних радикалів, що утворюються у водній емульсійній системі лінолевої кислоти та β -каротину. Також повідомлялося про здатність екстрактів розмарину знижувати залізо [46]. Досліджень, які б оцінювали антиоксидантну активність екстрактів розмарину за допомогою комбінації різних методів та кореляції антиоксидантних властивостей з антимікробною активністю не дуже багато.

Антиоксиданти є першою лінією захисту від пошкодження вільними радикалами і мають вирішальне значення для підтримки оптимального

здоров'я і благополуччя. Важливо, щоб щоденне споживання людиною достатньої кількості антиоксидантів у комбінованому стані збільшувало рівень антиоксиданту в сироватці крові. Їжа використовується, як доставка антиоксиданту в організм споживачів для поліпшення здоров'я людини. Дослідження показали, що природні антиоксиданти можуть відігравати життєво важливу роль у боротьбі з хворобами, спричиненими окислювальним пошкодженням, і навіть зменшувати утворення та мутагенність гетероциклічних амінів у вареному м'ясі [73].

1.5.2. Розмарин як протизапальний засіб може зменшити частоту різних захворювань

Запалення є нормальною захисною реакцією, викликаною пошкодженням тканин або інфекцією, і функціонує для боротьби з неблагополучними чинниками, які діють на організм (мікроорганізмами та неконтрольованими клітинами), а також для видалення мертвих або пошкоджених клітин-господарів [75]. Відповідно до сучасної концепції, Запалення – це здоровий процес, що виникає в результаті якогось порушення або захворювання. Запалення можна розділити на дві категорії: гостре запалення і хронічне запалення. Гостре запалення є початковою відповіддю імунної системи проти патогенів, пошкодженої тканини та дрібних частинок і швидкий процес самообмежування. Це гостре запалення є короткочасною реакцією нашого організму, яка зазвичай з'являється протягом кількох хвилин або годин після впливу шкідливого подразника й припиняється, коли цей подразник усунуто.

Гостре запалення ініціюється резидентними імунними клітинами, які присутні у всіх тканинах. Імунні клітини, такі як макрофаги, дендритні клітини та тучні клітини, активуються інфекцією, опіком або іншими ушкодженнями та вивільняють медіатори запалення, які можуть викликати клінічні ознаки запалення. Гостре запалення викликає збільшення проникності судин, вивільняючи сполуки, пов'язані з запальною реакцією. Під час гострого

запалення, якщо фагоцитам не вдається усунути патоген або імунна система не може відновити пошкоджену тканину, запалення може перерости в хронічне [14].

При хронічному запаленні вивільняються різні цитокіни та фактори росту, що призводить до залучення вищих імунних клітин, таких, як лейкоцити, лімфоцити та фібробласти. Запалення може призвести до стійкого пошкодження тканин цими клітинами. Крім того, багато дослідницьких груп повідомляють про докази того, що хронічне запалення лежить в основі багатьох захворювань похилого віку, таких як серцеві напади, хвороби Альцгеймера та рак [76].

Очищені природні сполуки з рослин (такі лікарські рослини мають протизапальну дію)) можуть служити шаблоном для синтезу протизапальних препаратів нового покоління з низькою токсичністю та більшою терапевтичною цінністю. Лікарські рослини та їх ізольовані сполуки в усьому світі використовуються в народній медицині для лікування різних запальних станів. Розмарин (*Rosmarinus officinalis L.*) належить до родини губоцвітих (*Lamiaceae*) і з найдавніших часів був важливою лікарською рослиною. Розмарин – це протизапальна трава, яка може боротися і зменшувати (припиняти) біль [76].

1.6. Використання рослинних олій для створення антиоксидантних систем у харчовій промисловості

Рослинні олії відомі як основні джерела ω -3 поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) [79]. Соева олія, олія ріпаку звичайно споживається олією і багата α -ліноленовою кислотою або альфа-ліноленовою кислотою (ALA), (7,8 – 9,2 %), тоді як деякі жирні продукти, включаючи лосося, сардину та менден, містять велику кількість ейкозапен-таєнової кислоти (ЕПК) та докозагексаєнової кислота (ДГК) – 17 % - 27 % від загальної кількості. Інші харчові джерела ω -3 ПНЖК включають горіхи, насіння, яєчний жовток тощо.

Харчова та фармацевтична промисловість випускає різні продукти (капсули, олії, продукти з морських водоростей, тощо), які багаті на ω -3 ПНЖК [80].

Сприйнятливість до перекисного окислення ліпідів у харчових продуктах залежить від ліпідного складу, наявності прооксидантів та антиоксидантів, рівня кисню, температури, освітлення та метамфетану [81]. Продукти, багаті на ПНЖК, більш сприйнятливі до окислення ліпідів. Також наявність прооксидантів, таких як окислювально-відновні активні метали (Fe, Cu) і гемепротеїни, вплив високого рівня кисню та високої температури може прискорити процес окислення. Окислення ліпідів часто викликає проблеми при обробці та зберіганні харчових продуктів. По-перше, це негативно впливає на смак їжі через утворення альдегідів і кетонів. Окислення ПНЖК утворює складну суміш летких вторинних продуктів окислення, і вони викликають особливо неприємні запахи [79]. Наприклад, соя, олія квасолі може зазнати “ослаблення смаку”, типу окислення, викликаного дією світла. Вершкове масло, збагачене ненасиченими жирними кислотами або кон'югованою лінолевою кислотою, може бути сприйнятливим до неприємного запаху шляхом утворення окислених продуктів включаючи 3-метил-1H-індол [82].

По-друге, окислення ліпідів може зменшити харчову цінність, спричиняючи руйнування незамінних жирних кислот та ліпідних розчинних вітамінів A, D, E і K, а також зниження калорійності [82].

По-третє, вільні радикали та метаболіти, що утворюються під час окислення, можуть мати несприятливий вплив на здоров'я людини [82].

Враховуючи негативні наслідки, викликані окисленням ліпідів, було застосовано декілька методів для зменшення або запобігання оксиду ліпідів з метою покращення якості продуктів харчування. Найпоширеніший метод – додавання антиоксидантів. З 1940-х років відомо, що вітамін E є основним ліпофільним антиоксидантом, що розриває ланцюги, який захищає тканинні ПНЖК від перекисного окислення. Було виявлено комбінацію токоферолів (багатим δ -похідним і низьким вмістом α -похідного), аскорбілпальмітату та слідових металів хелаторів (лецитин або цитрем), які ефективно стабілізували

масло під час мікрокапсуляції. Додавання екстракту розмарину в мікрокапсульовану олію ще більше уповільнює автоокислення під час зберігання [83].

Крім вітаміну E, інших вітамінів або їх попередників, таких як аскорбінова кислота та β –каротин, виявлено антиоксидантну активність у харчовій системі [79]. Широко повідомлялося, що біологічно активні сполуки рослин, зокрема поліфеноли, мають антиоксидантну дію. Наприклад, екстракти шкірки яблук, приготовані з сорту *Northern Spy*, були визнані ефективними у зменшенні окислення ліпідів, викликаного теплом, ультрафіолетовим світлом (УФ) та пероксильними радикалами [84]. Хоча очевидно, що природні поліфеноли можуть запобігти окисненню ліпідів, підхід до включення поліфенолів у їжу та ефект поліфенольних добавок на смак їжі не до кінця вивчений.

Дослідники повідомляють, що використання азоту для видалення кисню з поверхового простору соєвої олії в пляшках підвищило сенсорну якість під час зберігання. Термін придатності також можна збільшити з 60 до 180 днів, оскільки початкова концентрація кисню зменшується з $>15\%$ до $<3\%$ [85].

З поточних досліджень ми дізналися, що більша кількість ПНЖК не обов'язково дає кращі ефекти, оскільки вони можуть зазнати окислення і виробляти метаболіти, які надають несприятливі ефекти при високих показниках рівнів. Спільне вживання антиоксидантів, таких як вітамін C та вітамін E, може зменшити автоокислення ПНЖК та потенційно тимчасово підвищити ефективність. Крім того, збільшення співвідношення ω -3 до ω -6 у раціоні, ймовірно, призведе до більш корисних метаболітів, тим самим підвищуючи ефективність ПНЖК [79].

Отже, протягом багатьох років як доклінічні, так і клінічні дослідження надавали докази підтвердження корисного впливу поліненасичених жирних кислот ω -3, особливо ейкозапен-таєнової кислоти та докозагексаєнової кислоти для профілактики хронічних захворювань. Однак останнім часом все більша кількість досліджень повідомляє про несприятливі чи суперечливі

наслідки ω -3 ПНЖК на здоров'я людини. Хоча при оцінці цих ефектів слід враховувати дозу та експериментальний стан, окислення ПНЖК також служить важливим чинником, що сприяє суперечливим результатам. Насправді, окислення ПНЖК відбувається часто під час зберігання харчових продуктів, приготування їжі та навіть після вживання їжі. Вільні радикали та метаболіти, що утворюються в результаті окислення ПНЖК, можуть негативно вплинути на якість харчових продуктів та термін їх зберігання, виробляючи несмачні продукти та знижуючи поживну цінність. Вплив продуктів окислення ПНЖК на здоров'я людини складне і залежить від концентрації продуктів, характеру захворювання [79].

Ефірні олії – це вторинні метаболіти ароматичних рослин з сильним запахом і складною структурою. Вони вважаються природними джерелами антимікробних засобів та мають антиоксидантні сполуки [14].

Комісія з харчових продуктів та ліків схвалила ефірні олії, як загальноновизнані і безпечні [7]. Багато досліджень показали антимікробну та антиоксидантну активність ефірних олій. Антиоксиданти можуть діяти як поглиначі вільних радикалів і гальмувати процес окислення жирів. Вживання природних антиоксидантів зменшило ризик раку, серцево-судинних захворювань, діабету та захворювань, пов'язаних зі старінням [11]. Тому пошук природних, ефективних та безпечних ефірних олій збільшує кількість антиоксидантів, які можуть уповільнювати розвиток багатьох хронічних захворювань і захищати організм людини шляхом нейтралізації вільних радикалів [11]. Тому вважається, що рослини, що містять ефірні олії, є потенційним джерелом харчових добавок у харчовій промисловості.

М'ята перцева (*Mentha piperita*) є одним із членів виду *Mentha*. Ця рослина широко вирощується у помірних регіонах, але нині її культивують для виробництва ефірних олій [12]. Останніми роками м'ята використовувалась у різних видах матриць, таких як парфумерна, косметична, фармацевтична та харчова промисловість. Багато досліджень підтвердили антибактеріальну та антиоксидантну активність м'яти перцевої [14].

Згідно з літературними даними, можна зробити висновок, що залежно від хімічного складу олій вони можуть проявляти, як протизапальну дію, впливаючи на арахідоновий метаболізм або вироблення цитокінів, або впливати на модуляцію експресії прозапальних генів.

Антиоксидантна та протизапальна активність ефірних олій добре задокументована; проте їх використання може бути ускладнене через хімічну мінливість ефірних масел. масла. Декілька факторів включаючи час збирання ароматичної рослини, кліматичні та агрономічні умови, вегетативний розвиток рослини, використовувана частина рослини, тип використовуваної екстракції, можуть вважатися відповідальними за коливання їх хімічного складу.

1.7. Висновки з огляду літератури

Окислення ліпідів – це велика деградаційна реакція, що обмежує термін зберігання та погіршує якість продуктів харчування. Середній споживач визначає окислення ліпідів як «прогірклість». Результати огляду показують, що молочні продукти, які містять жир з ненасиченими жирними кислотами, зазвичай впливають (окислюються ліпіди) повітря, світло, забруднення металами, рН, вміст солі та температура зберігання. Внаслідок дії цих чинників виділяються ароматизатори, які обмежують термін зберігання продуктів. Щоб затримати окислення ліпідів і продовжити термін зберігання молочних продуктів, необхідно додати антиоксидант. Синтетичні антиоксиданти зазвичай використовуються в харчовій промисловості для уповільнення або інгібування окислення ліпідів, тоді як їх заборонено використовувати в молочних продуктах. Природні антиоксиданти безпечні і можуть запобігти такому окисленню.

Поліфенольні сполуки вважаються важливим фактором, що сприяє обмеженому терміну зберігання молочних продуктів, а також, можливо, сполуками, що захищають здоров'я споживачів. Екстракт розмарину може

бути в чотири рази ефективнішим за бутильований гідроксизол та дорівнює за дією як бутіловий гідрокситолуол і вважається, як фенольний антиоксидант.

Цей природний антиоксидант має обмежені дослідження щодо терміну зберігання та подальшого сенсорного аналізу молочних продуктів. Крім природних антиоксидантів, що використовуються для зменшення швидкості окислення ліпідів та збільшення терміну зберігання продуктів, рослинні екстракти покращують антиоксидантний потенціал, надаючи функціональності молочним продуктам. Розмарин є потужним антиоксидантом і протизапальним засобом, і вважається можливим для застосування у запобіганні окисленню продуктів.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Кваліфікаційна робота виконувалась в ТНТУ ім. І. Пулюя у науково-навчальних лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії.

На підставі узагальнення літературних джерел щодо антиоксидантної активності поліфенолів та інших сполук розмарину основною метою дослідження було розробити технологію масла вершкового підвищеної антиоксидантної стійкості з екстрактом розмарину.

Об'єкт дослідження – антиоксидантні властивості розмарину, масло вершкове, показники окисних процесів, технологія масла.

Предмет дослідження – зміна окислювальних процесів, органолептичних і мікробіологічних змін у маслі вершковому з розмариновим екстрактом.

Методи досліджень: органолептичні (бальна оцінка з масла з екстрактом розмарину); фізико-хімічні показники якості сировини і масла з розмариновим екстрактом (пероксидне, йодне, кислотне число, термостійкість); мікробіологічні (вміст МАФАНМ, коліформних бактерій, плісень і дріжджів; патогенних мікроорганізмів).

2.1. Вибір напрямів і методів досліджень

На рис. 2.1 представлено етапи виконання кваліфікаційної роботи.

З рис. 2.1 видно, що робота складалася із трьох етапів. Перший етап включав теоретичний огляд літературних джерел і аналіз нормативно-правових документів з питань застосування синтетичних та природних антиоксидантів у харчових жиромісних продуктах з метою сповільнення окислення жирової фази. На підставі досліджень цього розділу було вибрано, як антиоксидант для збагачення вершкового масла – екстракт розмарину.



Рис. 2.1. Схема виконання етапів кваліфікаційної роботи

Другий етап роботи передбачав оцінення молочної сировини, яка має використовуватися для виробництва масла вершкового. Було звернуто увагу особливо на виборі методів, які характеризують його жирову фазу та показники, які вказують на безпечність і високу якість сировини. Зокрема, титровану кислотність, густину, вміст білку, жиру, йодне та кислотне число, температуру замерзання визначали стандартним методом згідно практикуму [88]. Мікробіологічні дослідження молочної сировини також виконували із застосуванням стандартних методи згідно практикуму [91] та стандарту (ДСТУ 7357:2013) [92]. На основі отриманих даних зроблено аналіз про високу якість та безпечність сировини.

Третій етап кваліфікаційної роботи (експериментальний) передбачав розробку дослідних зразків масла вершкового з різною концентрацією розмаринового екстракту та оцінку їх за органолептичними показниками (смак, запах, консистенція, колір, загальний вигляд) відповідно до ДСТУ [87]. Фізико-хімічні показники: термостійкість, кислотне та пероксидазне число зразків масла з розмариновим екстрактом протягом зберігання за низьких температур.

Мікробіологічні показники дослідних зразків масла мали виявити вплив концентрації екстракту розмарину у маслі на динаміку мікрофлори під час 45-ти добового зберігання.

На підставі усіх досліджень третього етапу було вибрано дослідний зразок масла з розмарином, який у найбільшій мірі відповідав органолептичним та іншим вимогам, які висуваються до даної категорії продукту.

Статистичний аналіз. Отримані результати експериментальних досліджень піддавалися статистичній обробці на компютері з використанням Windows 10 та компютерної програми Statistica 10. Усі результати досліджень були проведені в трьох разовій повторності. Також використовували для порівняння відмінностей між середніми значеннями ($p < 0,05$).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Роль процесів окислення молочного жиру в зниженні якості харчових продуктів

Псування харчових продуктів, яке в основному викликано процесом окислення та зростанням кількості мікроорганізмів під час зберігання та реалізації продукції, є одним із найважливіших аспектів безпеки харчових продуктів та продовження терміну їх придатності [1, 2].

Перекисне окислення ліпідів призводить до утворення неприємних ароматизаторів, смакових пороків та зниження якості продуктів. У харчовій промисловості для продовження терміну придатності харчових продуктів дозволені деякі хімічні добавки, найпоширеніші – це бутильований гідрокситолуол, бутилований гідроксианізол та пропіл галат, які зазвичай змішують із продуктами з високим вмістом жиру [3]. Однак відношення споживачів до даних антиоксидантів неоднозначне, тому зростає стурбованість споживачів щодо тератогенного чи канцерогенного ефекту хімічних добавок наявних у харчових продуктах. Це спонукає використання природних сполук, таких як ефірні олії, які мають потужні антиоксидантні сполуки [1, 4, 5]. Крім того, за останні кілька десятиліть у Європі, США та інших країнах світу стрімко зросли хронічні захворювання, включаючи серцево-судинні захворювання, ожиріння, діабет та рак. Вчені вважають, що вживання продуктів із «поганими» жирами сприяє розвитку даним патологіям. Тому дієта та харчування є важливими факторами підтримки та зміцнення здоров'я протягом усього життя. Безумовно, як доклінічні, так і клінічні дослідження показали, що жирні кислоти (ПНЖК) з рейтингом ω -3 поліненасичені, зокрема ейкозапентаєнова кислота і докозагексаєнова кислота сприятливо впливають на здоров'я при серцево-судинних захворюваннях, діабеті, раку тощо [79]. Це призводить до того, що установи в усьому світі

публікують рекомендації щодо споживання ПНЖК та докозагексаєнову кислоту. Наприклад, FAO і ВООЗ рекомендують дорослим вживати 0,25 – 2 г ейкозапентаєнової та докозагексаєнової кислоти на день. Американська асоціація серця (АНА) рекомендує щоденне поживання 0,5 – 1 г ЕПК+ДГК на добу для дорослої людини [79, 82]. Однак, як нещодавно опубліковані результати досліджень [82] наводять суперечливі дані щодо ефективності ω -3 ПНЖК для здоров'я. З іншого боку, через природу не насичених зв'язків, ПНЖК схильні до окислення, внаслідок чого утворюються різні метаболіти, а також реактивні форми кисню. Міра окислення даних кислот та отримані метаболіти можуть позитивно або негативно впливати на ефективність ПНЖК. Тому застосування окислювачів жирів у харчових продуктах з іншого боку є оправданим, особливо, якщо ці антиоксидантні сполуки мають рослинну пророду.

Отже, дослідження з розробки нових функціональних молочних продуктів, обумовлено зменшети окиснювальні процеси, які відбуваються у маслі за його тривалого зберігання. Додавання рослинних складників у молочному продукті має гармонійно поєднуватися з іншою сировиною не впливаючи негативно на його властивості, які забезпечують високу смакову і ароматичну складову. У своїх дослідженнях ми плануємо обґрунтувати концентрацію екстракту розмарину, яку б можна було додати під час виробництва масла вершкового з підвищеною антиоксидантною активністю. Враховуючи, наведені вище обґрунтування, на першому етапі було оцінено молочну сировину призначену для виробництва вершкового масла.

3.2. Оцінювання молочної сировини для виробництва вершкового масла збагаченого антиоксидантними сполуками

Загально відомо, що будь яке удосконалення чи виробництво нового харчового продукту починається з оцінювання сировини на відповідність вимогам якості за визначеними у нормативних документах нормативах. При

цьому необхідно оцінити крім якості кожного інгредієнта, ще перевірити показники його безпечності. Аналіз даних літератури виявив, що на якість масла прямо має вплив якість молока сировини, зокрема стан його жирової фази. Враховуючи це, актуальним вважається завдання визначити якість молока сировини, яке планується використати з метою виробництва продукту з підвищеною антиоксидантною здатністю. Результати досліджень з оцінювання якості основних показників молочної сировини (молока) наведено на в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Деякі фізико-хімічні показники молока-сировини, ($x \pm SE$; $n=4$)

Назва показника	Молоко-сировина	Норматив стандарту
Жиру, %	$3,61 \pm 0,04$	3,4
Білку, %	$3,04 \pm 0,01$	2,8 – 3,0
Густина, кг/м^3	$1029,6 \pm 0,02$	1028,0
Кислотність, °Т	$17,1 \pm 0,3$	16 – 18
Точка замерзання, °С	$-0,523 \pm 0,002$	Не вище, $-0,520$

Проводячи аналіз табл. 3.1 відмічаємо дуже задовільну тенденція, яка вказує, що молоко-сировина, яке ми плануємо взяти на виробництво масла вершкового з антиоксидантом розмарином відповідало визначеним стандартним показникам. Масова частка жиру у даному молоці була практично на 0,2 % більша, ніж це дозволяється стандартом, що вказує на дуже поживну цінність його. Вміст білка також був доволі високий і переважав допустиму норму на декілька десятих відсотка (0,2 %). За дещо більшого вмісту жиру і білка у молоці-сировині спостерігається підвищений показник його густини, зокрема він становив $1029,6 \pm 0,02 \text{ кг/м}^3$.

Фізичний показник – кислотність молока становив $17,1 \pm 0,3$ °Т, що відповідає екстра гатунку. Точка замерзання молока також не опускалася нижче $0,521$ °С, що вказує на відсутність у ньому води.

Таким чином, молоко-сировина, яке планується на виробництво вершкового масла цілком придатне і відповідає показникам наведених у стандарті.

Безпечність молочних продуктів залежить від показників мікробіологічних значень та вмісту токсикантів (солей важких металів). Було визначено значення мікробіологічних показників молока-сировини та порівняно з нормами стандарту. Результати досліджень отриманих показників представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Мікробіологічна характеристика молока-сировини, ($\bar{x} \pm SE$; n=4)

Дослідні зразки	Показники		
	Кількість МАФАНМ (тис. КУО/мл)	Кількість <i>Staph. aureus</i> , (КУО/мл)	Патогенні бактерії, <i>Salmonella</i> , (КУО/25 мл)
№1	78,2 ± 0,9	Не виявлено	Не виділено
№2	56,1 ± 0,7	85,1 ± 5,5	
№3	64,5 ± 0,6	Не виявлено	
№4	59,3 ± 0,6	57,4 ± 3,2	
Норми ДСТУ	≤ 100	Не нормується	Не допускається

З аналізу даних, які представлені в табл. 3.2 бачимо відповідність нормам стандарту показників, які характеризують епідеміологічну безпечність харчового продукту. Загальне забруднення мікроорганізмами коливалося від 55 до 80 тис. КУО/мл сировини, що є свідченням належності його до екстра гатунку. Золотистий стафілокок у молоці-сировині стандартом не визначається, проте його кількісне визначення передбачене ДСТУ 4399 на вершкове масло [87]. З готового масла даний мікроорганізм не має виділятися з 1,0 г (солдковершкове екстра і селянське) та з 0,1 г прдуку (солдко та кисловершкове бутербродне). У наших дослідженнях з сирого молока кількість сафілококу у двох зразках становила до 100 КУО/мл, що вважається

безпечною кількістю, так як у європейських документах на сировину його кількість може становити до 500 клітин в мл необробленого молока. Сальмонели нами не виділялися з 25 мл продукту, що є цілком прийнятно.

Загалом, можемо відзначити, що сировина за мікробіологічною безпеністю цілком є придатною для переобки на вершкове масло.

У технології виробництва масла особливого значення надають якості молочного жиру, від його фізико-технологічних характеристик залежить як якість свіжого продукту, так і стійкість до окислення при довготривалому зберіганні. Тому було відділено молочний жир з молока сирого та піданно хімічному дослідженню за наступними показниками: йодне число, вміст вільних жирних кислот (кислотне число).

Результати отриманих даних щодо значень йодного числа у зразках молочного жиру наведено на рис. 3.1.

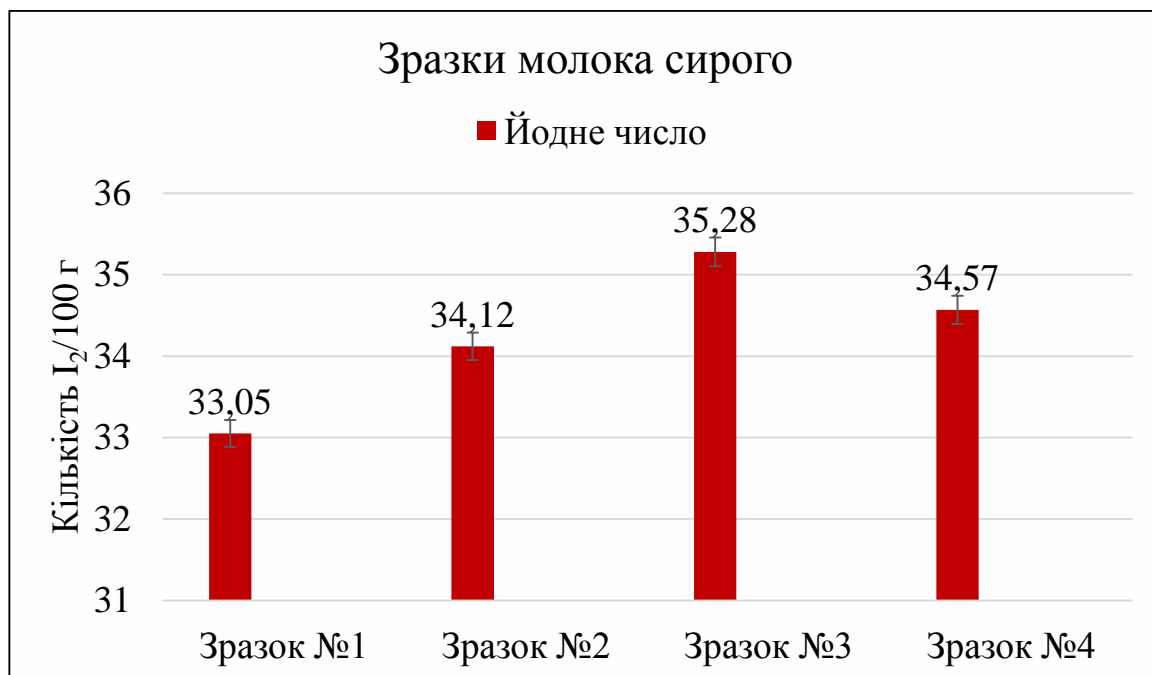


Рис. 3.1. Значення йодного числа у зразках молочного жиру

Величина йодного числа вважається характеристикою складу молочного жиру і виражається у кількості грамів йоду, що йде на насичення ненасичених жирних кислот (ж. к.), які є у 100 г жиру [88]. Саме від кількісного вмісту і

співвідношення між кислотами у тригліцеролі будуть залежати технологічні властивості виготовленого вершкового масла та його стійкість за зберігання при різних температурах. Значення йодного числа для коровячого молочного жиру становить в межах 24 – 46 I₂/100 г і збільшується до максимальної кількості у літньо-осінній період за умови згодовування зелених кормів. Тому вважають за середнє значення цього числа в межах 32...34 I₂/100 г [88].

У наших дослідженнях (рис. 3.1) середня величина йодного числа у зразках молочного жиру складала $34,25 \pm 1,025$ I₂/100 г, що вважається добрим прийнятним показником, бо якщо числові значення високі, то у складі молочного жиру є значна кількість легкоплавких кислот, яким притаманна низька температура плавлення. У такому випадку необхідно проводити значне корегування технологічного процесу щодо теплової обробки жирової фази.

Під час отримання молока та його переробки молочна жирова фаза зазнає деяких змін, які пов'язані з появою дестабілізованого жиру, збільшення кількості вільних жирних кислот, що характеризує процеси гідролітичного розпаду тригліцеролів. Процес появи вільних жирних кислот у жирі обумовлений дією ліпаз ендогенного та екзогенного (мікробного) походження. Зростання кількості вільних жирних кислот, яке визначається шляхом визначення кількості КОН, що йде на нейтралізацію цих вільних кислот, які наявні в 1 г жиру, може бути причиною появи додаткових вад пов'язаних з смако-ароматичними відчуттями. Особливо це може бути відчутне при зберіганні жировмісних молочних продуктів, коли проходить гідроліз тригліцеролів, які мають короткі вуглецеві ланцюги. Тому визначення кислотного числа молочного жиру вважається важливим технологічним показником у свіжоприготовленому маслі та при його постановці на холодильне зберігання. Крім того у разі забруднення масла мікроорганізмами, які володіють ліполітичними ензимами до нативного гідролізу приєднується мікробний і в такому випадку вади органолептики більш виражені. Тому за кількістю вільних жирних кислот (визначення кислотного числа) свіжий молочний жир має мати значення від 0,2 до 1,0 мг КОН/г.

Результати дослідження молочного жиру за показником кислотне число представлені на рис. 3.2.

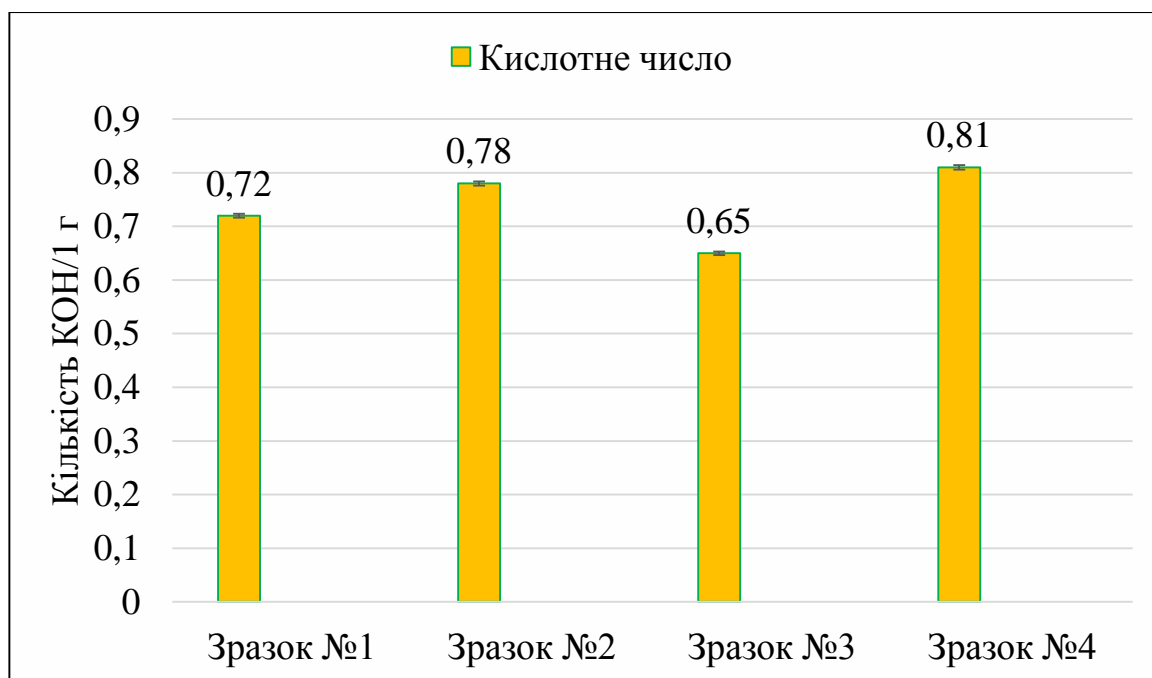


Рис. 3.2. Кількість вільних жирних кислот у зразках молочного жиру

Аналізуючи представлені дані на рис. 3.2., бачимо, величина кислотного числа досліджених зразків молочного жиру не перевищувала допустимі значення у 1,0 мг КОН/г. Такі дані вказують на високу біологічну і технологічну якість, як молока-сировини, так і молочного жиру. При цьому за таких показників виготовлені жировмісні молочні продукти мають значний запас стійкості до ліполізу, адже зазвичай вади органолептичних показників масла чи вершків, які пов'язані з вликою кількістю накопичених коротколанцюгових вільних жирних кислот виникають за кислотного числа більше 3,0 мг КОН/г [86].

Отже, проведені дослідження з оцінки молока-сировини і молочного жиру відібраного з цього молока виявили їх високу якість за показниками, які характеризують харчову цінність, технологічні властивості та епідеміологічну безпечність. При цьому дані зразки молока і молочний жир можуть бути

пропоновані для виготовлення масла вершкового збагаченими антиоксидантами рослинного походження.

Також було проведено органолептичну оцінку розчинів екстракту розмарину (E392). Так як даний природний антиоксидант має вигляд темно-жовтого забарвлення із запахом розмарину, пастоподібну консистенцію за температури + 20 °C і рідку при нагріванні до + 40 °C. В основному його застосовують, як антиоксидант у технологіях виготовлення ковбас, копченого мяса, рибних продуктів, різних салатів, тощо. Крім того, повідомляється, що його антиоксидантна активність приблизно в 10 разів вища, ніж такого поширеного синтетичного антиоксиданта, як бутилгідрокситолуол (E321).

3.3. Розроблення складу дослідних зразків масла підвищеної антиоксидантної активності

Під час виконання завдання з розроблення технології масла вершкового з вмістом антиоксидантних речовин необхідно було підібрати спосіб поєднання екстракту розмарину (E392) та встановити його концентрацію у готовому молочному продукті.

Таблиця 3.3

Обґрунтування рецептури масла вершкового з різною концентрацією розмаринового екстракту

Дослідні зразки вершкового масла	Харчові інгредієнти		
	Високожирні вер- шки, м.ч.ж. 65,0 %	Концентрація розмари- нового екстракту, %	Сіль харчова, %
Зразок №1	99,28	0,02	0,7
Зразок №2	99,26	0,04	0,7
Зразок №3	99,24	0,06	0,7
Зразок №4	99,22	0,08	0,7
Контроль	99,3	—	0,7

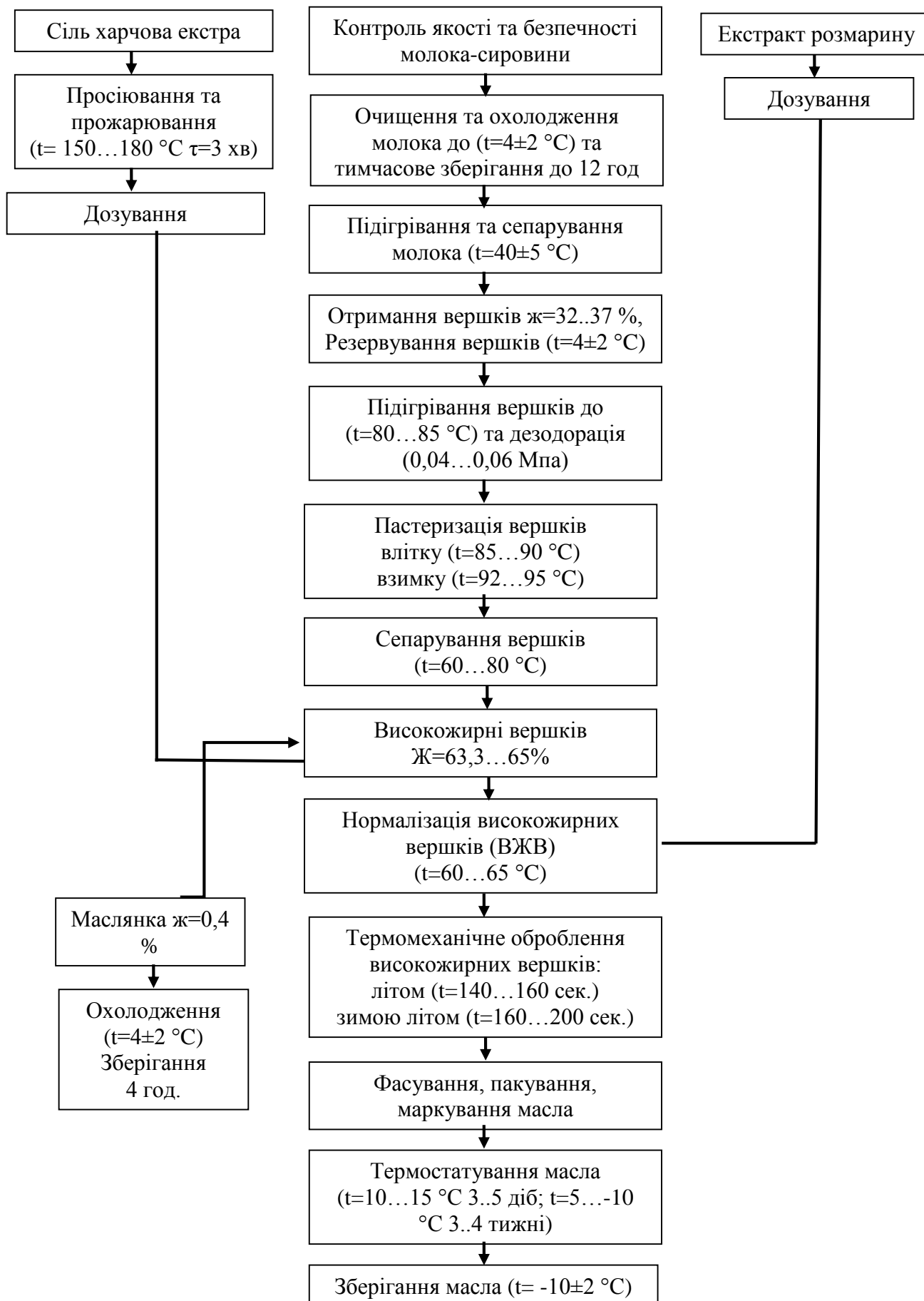


Рис. 3.3. Векторна схема технології масла з розмарином

Отже, нами було приготовлено чотири дослідних зразки вершкового масла (з жирністю 65 %) з екстрактом розмарину в кількості від 0,02 до 0,08 %, як контроль використали вершкове масло без антиоксиданта. Технологічна схема виробництва вершкового масла з антиоксидантом – екстрактом розмарину наведено на рис. 3.3. План цеху, апаратурно-технологічну схему виробництва масла з екстрактом розмарину та графік організації виробничих процесів з виробництва масла вершкового наведено в додатках.

3.4. Оцінка органолептичних властивостей варіантів дослідних зразків масла вершкового з розмариновим екстрактом

Наступною частиною досліджень було провести органолептичне оцінювання виготовлених зразків масла з розмариновим екстрактом. Для цього розробили бальну шкалу оцінювання, максимальна кількість балів за сумарною кількістю усіх показників становить 15. При цьому прийнятне до споживання вершкове масло вважали те, яке мало не нижче 14,5 балів.

Результати оцінювання органолептичних властивостей масла з підвищеною антиоксидантною активністю завдяки наявності екстракту розмарину наведено на рис. 3.4.

Під час дегустації зразків масла з різною кількістю розмаринового екстракту дегустаційна група встановила такі бали для кожного дослідного зразка рис. 3.4. При цьому контрольний зразок був без екстракту розмарину і отримав найвищу кількість балів від дегустаторів – 15. Даний зразок масла вершкового мав чітко виражений солодковершковий смак, який не супроводжувався присмаком пастеризації, сторонніх запахів не відмічали. За консистенцією даний зразок характеризувався, як ододнорідний з блискучою, щільною на розрізі поверхнею. Колір мав світлий з жовтим відтінком, який однорідний по всій масі.

Додавання 0,02 % екстракту з розмарину у масло (зразок №1) суттєво не вплинуло на показники органолептичних значень, через що загальна бальна оцінка також становила – 15 балів.

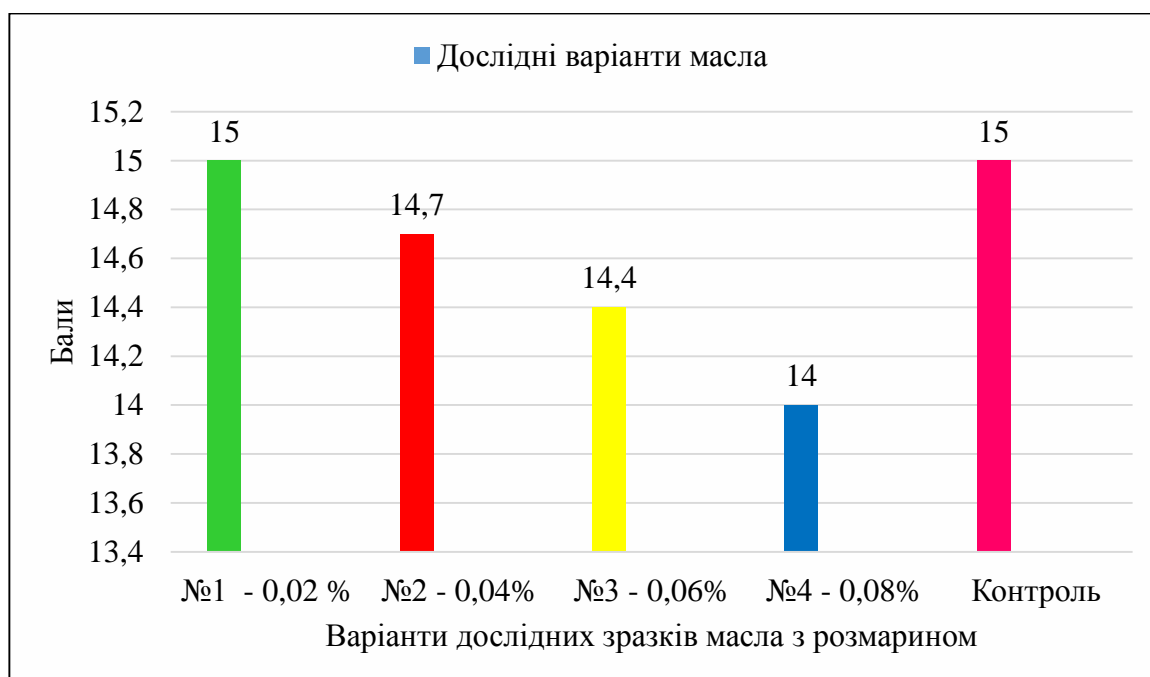


Рис. 3.4. Бальна оцінка органолептичних властивостей варіантів дослідних зразків масла вершкового з розмариновим екстрактом

За вмісту у вершковому маслі 0,04 % розмаринового екстракту (зразок №2) спостерігаємо зниження загальної суми балів за органолептичними властивостями до 14,7. Зниження відбулося за рахунок відчуття легкого запаху розмарину. Водночас колір продукту сав більш жовто насиченим по всій масі масла.

Збільшення екстаркту розмарину у вершковому маслі до 0,06 % (зразок №3) більш інтенсивно вплинуло на його органолептичну гаму. При цьому реєстрували зміни в основному з смако-ароматичними відчуттями. Зокрема виявлявся ледь притаманий присмак розмарину, ніж у зразку №1 та ледь відчутний його запах. При цьому дегустаційна комісія оцінила даний зразок масла у 14,4 бали. За консистенцією і кольором зразок масла нічим не поступався, порівнюючи зі контрольним зразком.

За найбільшої концентрації розмарину у вершковому маслі – 0,08 % (зразок №4) спостерігали значне зниження органолептичних показників, порівнюючи з контролем. При цьому загальна сума балів становила 14 балів, що на один бал менше, ніж у контролі та на 0,7 бала менше, ніж у зразку №1. В основному зниження відбулося через те, що масло мало виражений запах розмарину, смак не був чистий, а вершковий слабо відчувався. Консистенція масла з такою концентрацією екстракту не змінювалася, а колір був більш жовтіший, насичений по всій масі продукту.

На підставі органолептичних досліджень встановлено, що у подальших дослідженнях можна використовувати три зразки масла із екстрактом розмарину, а четвертий зразок виявився таким, що не відповідає за смаковими і ароматичними потребами.

Отже, органолептична оцінка масла вершкового з розмариновим екстрактом встановила, що за комплексом показників найбільше наближується дослідний зразок № 1 та №2 з концентрацією розмарину 0,02 та 0,04 %, відповідно. Зразок №1 практично не відрізнявся за кількістю балів від контрольного зразка, а зразок №2 мав на 0,3 бала менше, ніж контрольний зразок.

3.5. Характеристика зразків масла вершкового із розмарином за реологічними та фізико-хімічними властивостями

До важливих показників на які споживачі все частіше звертають увагу це калорійність продукту. Масло – це високожирний продукт, тому воно багате на калорії. у своїй роботі ми збагачували антиоксидантом масло низької калорійності, тобто бутербродне, яке більш піддається окисленню під час зберігання. Враховуючи те, що екстракт розмарину додається у високожирні вершки у дуже незначній концентрації від 0,02 до 0,08 % ми провели розрахунки калорійності продукту результати наведено в табл. 3.4.

У дослід взято зразок масла з найвищим вмістом екстракту розмарину – 0,06 %.

Дані табл. 3.4, показують, що збагачення масла екстрактом розмарину не змінює його калорійність, порівнюючи із маслом контрольним без антиоксиданта.

Таблиця 3.4

Хімічні показники і калорійність вершкового масла з екстрактом розмарином

Масова частка, %	Зразки масла з концентрацією антиоксиданта (розмарин) , %	Контроль масло вершкове з м.ч.ж. 65,0 %
	0,06	
Жиру	65,0±0,02	65,0±0,03
Білка	0,8±0,02	0,8±0,03
Вологи	28,81±0,03	28,79±0,03
СЗР	5,0±0,03	5,0±0,02
Мінеральних речовин	0,41±0,01	0,40±0,01
Енергетична цінність, 100 г кКал	588,3	588,3

Тому збагачення розмарином не впливає на показники калорійності продукту.

Власне основною ціллю нашої роботи – це підвищити стійкість молочного жиру до процесів окислення за умови зберігання масла протягом тривалого періоду. Під час окислення жиру змінюється його такий важливий показник як термостійкість, тобто здатність зберігати форму протягом часу зберігання за дещо вищих за кімнатної температури, приблизно + 30 °С. На термостійкість масла мають значний вплив ряд факторів, які пов'язані, як з фізіологічним складом тригліцеролів молочного жиру, так і з технологією

виробництва та умов зберігання, від процесів окислення. Більш піддатне до окислення масло, у склад якого входить значна частина низькомолекулярних з короткими ланцюгами жирних кислот. Дані ненасичені кислоти швидше переходять у рідку фазу та піддаються різним механізмам окислення та відповідно погіршують смак і аромат продукту. Крім того на коефіцієнт термостійкості масла впливає спосіб виробництва, тобто, яку структуру має просторовий каркас готового продукту: зернисту чи гомогенну. Визначають і оцінюють коефіцієнт термостійкості в наступних одиницях: нижче 0,70 од – термостійкість незадовільна; в межах 0,85...0,70 – термостійкість масла задовільна і в межах 1,0...0,86 – добра [5].

Таким чином враховуючи перераховані чинники, які впливають на термостійкість нами було визначено даний коефіцієнт у зразках масла з екстрактком розмарину протягом його зберігання. Результати отриманих даних відображено на рис. 3.5.

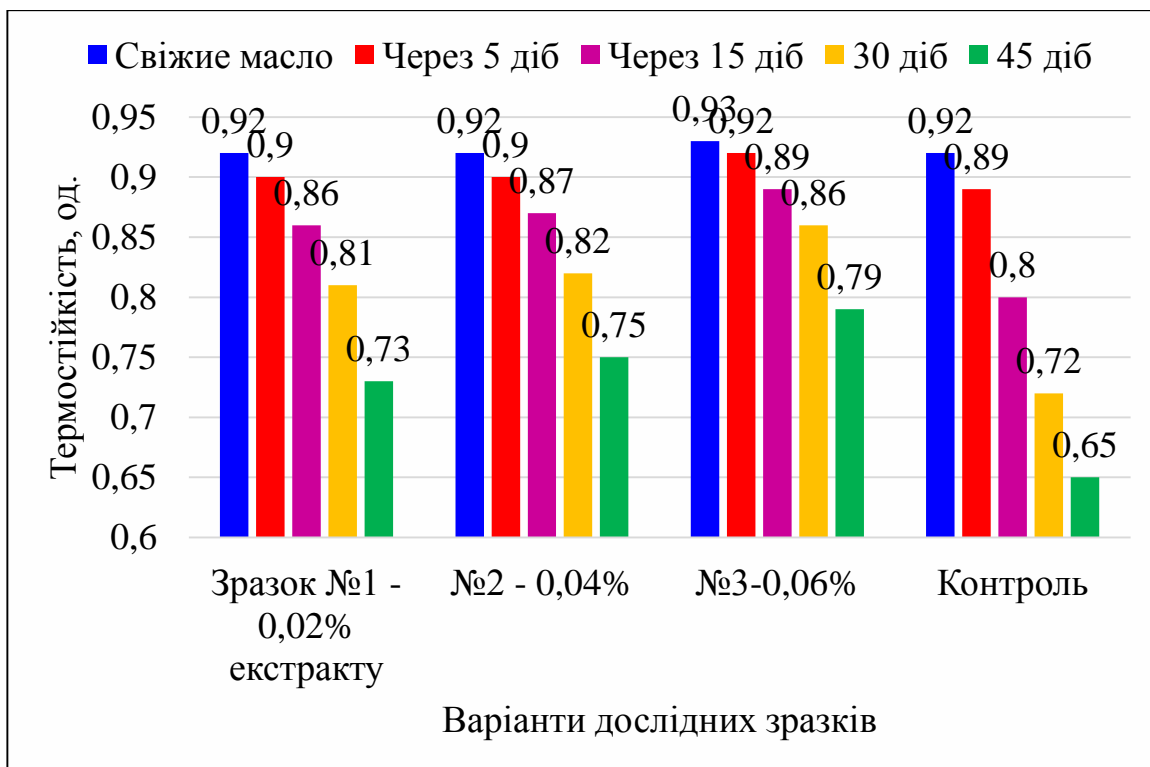


Рис. 3.5. Значення коефіцієнта термостійкості масла вершкового з екстрактком розмарину протягом 45 дїб зберігання

З аналізу результатів поданих на рис.3.5 видно, що відмічається позитивний вплив від збагачення масла вершкового екстрактком розмарину на коефіцієнт термостійкості протягом 45 добового строку зберігання. Коефіцієнт термостійкості масла, яке містило екстракт розмарину повільніше знижувався, порівнюючи з контрольним маслом протягом часу зберігання. Також виявлено, що збільшення концентрації екстракту розмарину у маслі підвищує його термостійкість продовж усього визначеного терміну зберігання.

Так, через п'ять діб зберігання усі дослідні зразки і контрольний масла за термостійкістю характеризувалися, як добра, значення коефіцієнта становило 0,92 од – за 0,06 % екстракту розмарину і 0,89 – у контролі.

Більш суттєво вплинуло на термостійкість масла зберігання уже протягом 15 діб, особливо на контрольний зразок масла без антиоксиданта. У контролі термостійкість становила 0,8, що на 0,12 од менше, ніж у свіжому маслі, продукт за цим коефіцієнтом характеризувався, як задовільний. У дослідних зразках масла з розмарином за цей період часу термостійкість зменшилася на 0,6 – 0,4 од у маслі з 0,02 та 0,06 % розмарину, відповідно. Усі дослідні зразки масла ще характеризувалися, як добрі.

Тридцятидобовий термін зберігання більш значно вплинув на жирову фазу і структуру масла всіх зразків, а особливо на контрольний взірець. Зокрема, у контрольному маслі коефіцієнт термостійкості зменшився на 0,2 од до 0,72 і він знаходився практично на нижній дозволений межі значення термостійкості (0,7). У дослідних зразках зменшення коефіцієнта термостійкості було менш інтенсивне. За кількості екстракту розмарину 0,02 % коефіцієнт становив 0,81 од, що на 0,9 од більший, ніж у контрольному маслі, при 0,04 % розмарину у маслі термостійкість була 0,82 од, а за 0,06 % екстракту – 0,86 од. Тобто перший і другий зразок масла з розмарином за термостійкістю характеризувалися, як задовільні, а третій (0,06 %) – добрий.

Під час 45 добового зберігання у контрольному маслі коефіцієнт термостійкості становив 0,65 од., що відносить його за цим критерієм, як незадовільне. Перший і другий дослідний зразок масла мали коефіцієнт

термостійкості 0,73 та 0,75 од., відповідно, а третій – 0,79. Усі дослідні зразки з антиоксидантом розмарин, ще вважалися за коефіцієнтом термостійкості, як задовільні.

Отримані нами результати, чітко узгоджуються з даними [89], які вказують, що продукти (масло вершкове) багаті на природні антиоксиданти, морські водорості, сироп імбиру, тощо добре зберігають термостійкість під час зберігання. Даний процес вони пояснюють дією антиоксидантних речовин, які попереджають швидкому окисленню тригліцеролів і утворення вільних радикалів кисню та жирних кислот.

Отже, з досліджень видно, що збагачення масла екстрактом розмарину позитивно впливає на термостійкість, за вмісту 0,02 – 0,04 % розмарину у маслі підвищується на 0,10 од його термостійкість, порівняно з контролем, що дозволяє триваліше зберігати продукти без ознак псування.

Особливо цінним показником, що визначає свіжість жиру є оцінка його за пероксидним числом, яке характеризує стан накопичення окислених продуктів у жирі з якими пов'язують органолептичні зміни. Жировмісні продукти оцінюють протягом тривалого зберігання за пероксидним числом, так як під впливом кисню і світла відбувається трансформація ненасичених рідких жирних кислот у тверді. У місцях подвійних зв'язків приєднується кисень, гідроген, або галоген і утворюються сполуки, з неприємним смаком. Саме антиоксиданти мають на меті зупинити вище описані процеси і подовжити свіжість і якість жировмісним продуктам за їх зберігання. Було проведено оцінювання масла з екстрактом розмарину під час зберігання за значенням пероксидного числа. Результати наведено на рис.3.6.

З аналізу даних (рис. 3.6) видно, що процес накопичення продуктів пероксидного окислення ліпідів проходив у всіх зразках масла, однак у контрольному інтенсивність спостерігалася найвища, тобто пероксидне число найбільше зростало. Це вказує, що додавання екстракту розмарину значно гальмує окисні процеси в жировій фазі масла. Зокрема на п'яту добу зберігання пероксидне число у контрольному маслі було в 1,6 раза ($p < 0,05$) більше (2,04

$\pm 0,2 \text{ 1/2 O}$ ммоль/кг, ніж у зразку масла з розмарином у кількості 0,06 %. За такої кількості продуктів гідропероксидів у маслі не відчувається ніяких органолептичних змін.

На 15 добу зберігання дослідного і контрольних зразків масла процеси окислення інтенсифікувалися, особливо це наглядно помітно у контролі, де

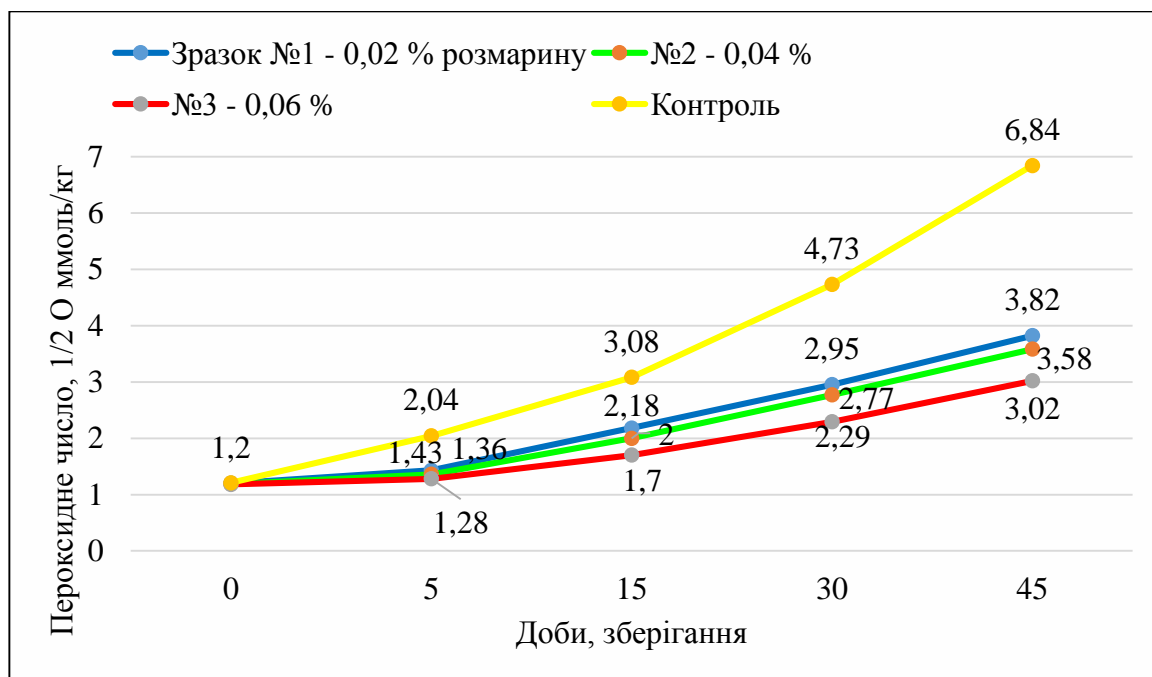


Рис. 3.6. Вплив зберігання масла з екстрактом розмарину за температури $+ 5 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 45 діб на динаміку зміни пероксидного числа

значення пероксидного числа зросло до $3,08 \pm 0,02 \text{ 1/2 O}$ ммоль/кг, що було в 1,4 раза ($p < 0,05$) більше дослідного зразка №1 з 0,02 % розмарину та в 1,5 раза ($p < 0,05$) більше другого зразка та відповідно в 1,8 раза ($p < 0,05$) більше третього зразка масла.

Під час оцінювання масла на 30 добу зберігання виявлено збільшення кількості продуктів пероксидного окислення у контролі до $4,73 \pm 0,05 \text{ 1/2 O}$ ммоль/кг. За такого значення пероксидного числа у маслі відчуваються органолептичні зміни смаку і запаху. При цьому кількість продуктів окислення у контролі була в 1,6 – 1,7 – 2,0 раза ($p < 0,05$) більша, ніж у контрольних зразках №1, №2 та №3, відповідно.

Дослідження зразків масла на 45 добу зберігання виявило дуже сильне зростання пероксидного числа у контролі ($6,84 \pm 0,05$ 1/2 О ммоль/кг) та встановлена кількість у дослідних зразка №1 та №2 – $3,82 \pm 0,04$ і $3,58 \pm 0,04$ 1/2 О ммоль/кг, за якої можливе відчуття смакових дефектів. У маслі з кількістю розмарину 0,06 % (зразок №3) пероксидне число складало $3,02 \pm 0,03$ 1/2 О ммоль/кг, що вважається ще прийнятним для споживання.

У дослідженнях сиру з розмарином [66], масла з імбиром [90], з морськими водоростями [89], також було встановлено позитивну динаміку щодо зменшення окислювальних процесів даних продуктах за рахунок збагачення рослинними багатими на оксиданти.

Отже, дослідження виявили позитивну динаміку щодо сповільнення процесу окислення масла при збагачуванні його екстрактом розмарину, внаслідок цього перексидне число в 1,6 – 2,0 раза ($p < 0,05$) менше зростало під час його зберігання, порівнюючи з контрольним маслом. Зберігати масло за температури $+5$ °С з вмістом 0,02 – 0,04 % екстракту розмарину можливо протягом 30 діб без зростання пероксидного числа більше 3,5 1/2 О ммоль/кг, а з кількістю 0,06 % екстракту до 45 діб.

Якщо пероксидне число виявляє насичення киснем та іншими елементами ненасичених жирних кислот, то кислотне число жиру виявляє наявну кількість вільних жирних кислот, які утворюються при гідролізі тригліцеролів. Тому нами було оцінено зразки масла з екстрактом розмарину під час його зберігання (рис. 3.7).

З даних рис. 3.7 спостерігається ідентична динаміка відносно зростання продуктів окислення жирів, в даному випадку вільних жирних кислот, як і відносно пероксидного числа. Тобто у контрольному маслі процес набагато інтенсивніше проходить, порівнюючи з маслом, яке збагачене антиоксидантом – екстрактом розмарину. Зазвичай органолептичні зміни у молочному жирі відбуваються при виявленні в ньому вільних жирних кислот (кислотне число більше 3,0 мг КОН/г продукту) [86]. При дослідженні наших зразків масла з екстрактом розмарину протягом 45 діб зберігання кислотне число у зразку №1

становило $2,2 \pm 0,04$, №2 – $2,13 \pm 0,03$ та в №3 – $1,92 \pm 0,02$ мг КОН/г продукту. Тобто можемо констатувати, що додавання екстракту розмарину значно гальмує ліполіз масла з накопиченням вільних жирних кислот. Водночас у контрольному маслі протягом 45 добового строку зберігання кислотне число збільшилося в 3,9 раза ($p < 0,05$) та складало $3,4 \pm 0,06$ мг КОН/г.

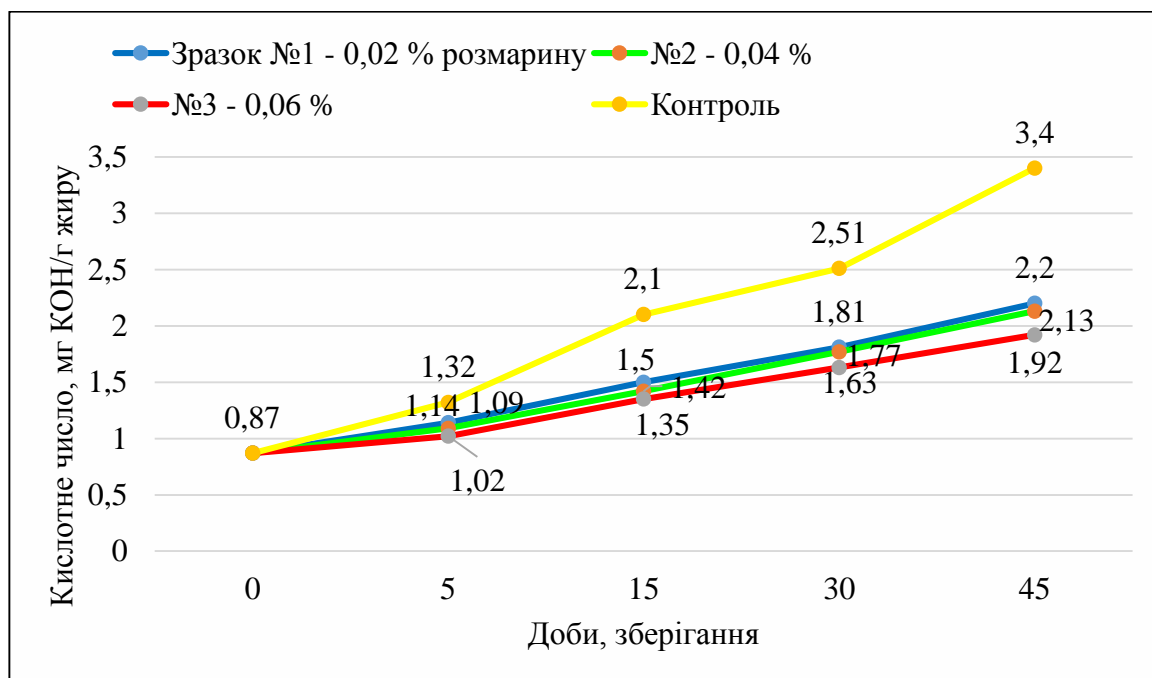


Рис. 3.7. Вплив зберігання масла з екстрактом розмарину за температури + 5 °С протягом 45 діб на зміну кислотного числа

Отже, долідження вказують, що екстракт розмарину суттєво сповільнює гідроліз вершкового масла, так як протягом 45-ти добового зберігання кислотне число дослідних зразків було в 1,6 – 1,7 раза ($p < 0,05$) менше, ніж у контрольному маслі.

3.6. Характеристика зразків масла вершкового із розмарином за мікробіологічними властивостями протягом зберігання за низьких температур

З літературних джерел відомо, що екстракт розмарину, окрім прояву сильних антиоксидантних властивостей проявляє антибактеріальні

властивості. У ДСТУ 4399:2005 [87] на масло вершкове, останє контролюють за такими показниками, які характеризують його гігієну виробництва та безпечність самого продукту для споживачів. Масло, як продукт не дуже сприятливе середовище для розвитку мезофільних хвороботворних мікроорганізмів, але плісень і дріжджі, психротрофні мікроорганізми цілком здатні до розмноження у його середовищі і продукувати ензими, які розщеплюють тригліцероли тим самим знижуючи його якість. Тому нами було досліджено зміни стандартних мікробіологічних показників під час зберігання масла з розмарином. Дані наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Вплив зберігання масла з екстрактом розмарину за температури + 5 °С протягом 45 діб на зміну мікробіологічних показників ($\bar{x} \pm SE$; n=4)

Показник	Зберігання, діб	Масло з концентрацією екстракту розмарину, %			Контроль	Норма за ДСТУ
		0,02	0,04	0,06		
Кількість МАФАНМ, тис. КУО/г	Початкова кількість	2,8±0,3	2,7±0,3	2,9±0,3	2,8 ± 0,3	500
	5	7,8±0,3	7,2±0,4	6,6±0,3	9,6±0,5	
	15	64,1±2,7	56,1±3,4	44,1±2,5	73,9±3,8	
	30	305,6±10,3	276,8±8,7	210,3±7,1	348,5±11,2	
	45	694,2±25,3	612,3±24,1	478,4±21,3	890,1±32,4	
Колі-форми, г	Початкова кількість	> 1	> 1	> 1	> 1	Не допускається в 0,01 г
	5	> 1	> 1	> 1	> 1	
	15	> 1	> 1	> 1	> 1	
	30	1	> 1	> 1	1	
	45	0,1	1	1	0,01	
Дріжджі, плісень, КУО/г	Початкова кількість	3±1	2±1	3±1	2±1	100
	5	9±2	7±2	6±1	12±2	
	15	58±5	51±4	46±4	76±7	
	30	105±7	91±6	87±5	124±8	

	45	183±14	165±12	142±11	214±15	
Золотистий стафілокок, г	Початкова кількість	Не виділено				Не допу- скається в 0,01 г
	5	Не виділено				
	15	Не виділено				
	30	Не виділено				
	45	Не виділено				
Бактерії <i>Salmonella</i> , г	Початкова кількість	Не виділено				Не допу- скається в 25 г
	5	Не виділено				
	15	Не виділено				
	30	Не виділено				
	45	Не виділено				

З аналізу табл. 3.5 бачимо, що кількість МАФАНМ у маслі допускається до 500 тис. КУО/г, у дослідних зразках масла початкова кількість становила $2,8 \pm 0,3$ тис. КУО/г. Протягом зберігання масла у всіх зразках кількість мікроорганізмів збільшувалася, проте розвиток бактерій найшвидший був у маслі контрольного зразка. Так, упродовж 30 діб зберігання кількість МАФАНМ у контролі зросла в 36,3 раза ($p < 0,05$), що становило $348,5 \pm 11,2$ тис. КУО/г. За цей час у дослідних зразках масла з розмарином, найменшу кількість МАФАНМ реєстрували у зразку №3, тобто з найбільшою кількістю екстракту – $210,3 \pm 7,1$ КУО/г, що в 1,65 раза ($p < 0,05$) менше, ніж у контролі. У зразках №1 та №2 кількість мезофільних бактерій була в 1,3 та 1,4 раза менша, ніж у контролі. Проте, як контрольний зразок так і дослідні, за кількістю МАФАНМ ще вкладалися у вимоги стандарту.

Водночас, на 45 добу зберігання кількість бактерій була більша допустимого значення нормативу у контролі та дослідному зразку №1 та №2, а в зразку №3 була менша 500 тис. КУО/г.

З аналізу даних, ми можемо стверджувати, що екстракт розмарину, який наявний у дослідних зразках масла гальмував розвиток МАФАНМ, особливо це добре проглядається у зразку №3 з 0,06 % розмарину.

Коліформні бактерії в одному грамі свіжого масла у всіх зразках нами не виділялися. Протягом 30-ти добового зберігання їх кількість у контролі ще відповідала нормам стандарту (титр не більше 0,01 г), а на 45 добу за цими показником контрольне масло мало перевищення за цими бактеріями. У дослідних зразках з екстрактом розмарину БГКП не виділялися більше дозволеної кількості. Отже, екстракт розмарину інгібував деяку частину коліформних бактерій у маслі протягом часу зберігання.

Плісняві гриби і дріжджі є небезпечні для масла, так як вони відносяться до убівітарних мікроорганізмів і часто спричиняють пліснявіння продукту. В сумі їх не повинно бути 100 КУО/г. Із досліджень видно, що екстракт розмарину впливав на розвиток даних мікроорганізмів, особливо в 0,06 % концентрації. Отже, збагачення масла екстрактом розмарину, крім антиоксидантної активності додатково отримуємо вплив на грибкову мікрофлору.

Загалом підсумовуючи результати розділу 3 можна відзначити наступне. Збагачення масла екстрактом розмарину позитивно впливає на стан жирової фази, так як вона в меншій мірі окислюється і масло можна зберігати триваліший термін без появи органолептичних змін. Також виявлено, що дані концентрації екстракту розмарину (0,02 – 0,06 %) у маслі сповільнюють розвиток як мезофільної так і грибкової мікрофлори. При цьому з досліджень випливає, що найкращий за хімічними і мікробіологічними показниками виявився зразок масла №3 з 0,06 % екстракту розмарину, а за органолептичними з 0,04 % екстракту. Враховуючи комплекс досліджень ми вважаємо, що доцільно використовувати масло вершкове з 0,04 % екстракту розмарину.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Розроблено зразки вершкового масла (з жирністю 65 %) з екстрактом розмарину в кількості від 0,02 до 0,08 %. Органолептична оцінка масла вершкового з розмариновим екстрактом встановила, що найбільші бали мали зразки № 1 та №2 з концентрацією розмарину 0,02 та 0,04 %, відповідно. Зразок №1 практично не відрізнявся за кількістю балів від контрольного зразка, а зразок №2 мав на 0,3 бала менше, ніж контрольний зразок.

2. Збагачення масла екстрактом розмарину не змінює його калорійність, порівнюючи із маслом контрольним без антиоксиданта. Встановлено, що збагачення масла екстрактом розмарину позитивно впливає на термостійкість, за вмісту 0,02 – 0,04 % розмарину у маслі підвищується на 0,10 од його термостійкість, порівняно з контролем, що дозволяє триваліше зберігати продукти без ознак псування.

3. Виявлено позитивну динаміку щодо сповільнення процесу окислення масла при збагачуванні його екстрактом розмарину, внаслідок цього пероксидне число в 1,6 – 2,0 раза ($p < 0,05$) менше зростало під час його зберігання, порівнюючи з контрольним маслом. Зберігати масло за температури +5 °C з вмістом 0,02 – 0,04 % екстракту розмарину можливо протягом 30 діб без зростання пероксидного числа більше 3,5 1/2 O ммоль/кг, а з кількістю 0,06 % екстракту до 45 діб.

4. Екстракт розмарину суттєво сповільнює гідроліз вершкового масла, так як протягом 45-ти добового зберігання кислотне число дослідних зразків було в 1,6 – 1,7 раза ($p < 0,05$) менше, ніж у контрольному маслі.

5. Екстракт розмарину, який наявний у зразках масла гальмував розвиток МАФАНМ і грибової мікрофлори. Протягом 30-ти добового зберігання кількість МАФАНМ у контролі зростала в 36,3 раза ($p < 0,05$), що становило $348,5 \pm 11,2$ тис. КУО/г. За цей час у дослідних зразках масла з розмарином, найменшу кількість МАФАНМ реєстрували у зразку №3 – $210,3 \pm 7,1$ КУО/г, що в 1,65 раза ($p < 0,05$) менше, ніж у контролі. У зразках №1 та №2 кількість

мезофільних бактерій була в 1,3 та 1,4 раза менша, ніж у контролі.
Запропоновано технологію виробництва масла з екстрактом розмарину.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Система попередження пожежі

Система попередження пожежі - це комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на усунення умов виникнення пожежі (ДСТУ 2272-93). Основним принципом цієї системи є положення про те, що горіння (пожежа) можливе тільки за певних умов. Такою умовою є наявність трьох факторів: горючої речовини, окислювача та джерела займання. Крім того, необхідно, щоб горюча речовина була нагріта до певної температури і перебувала у відповідному співвідношенні з окислювачем, а джерело займання мало необхідну енергію для початкового імпульсу (займання) [93].

До окислювачів належать хлор, окиси азоту та інші речовини. Однак з практичної точки зору найбільший інтерес становить вивчення процесу горіння, що виникає при окисленні горючої речовини киснем повітря. Зі зменшенням вмісту кисню в повітрі гальмується швидкість горіння, а при вмісті кисню менше 14 % (норма 21%) горіння більшості речовин стає неможливим. Окислювач разом з горючою речовиною утворює, так зване горюче середовище [94].

Система попередження пожежі включає, перш за все, два основних напрямки: 1) попередження формування горючого середовища; 2) запобігання виникненню в цьому середовищі (або при внесення в нього) джерела займання [93].

Попередження формування горючого середовища або вибухонебезпечної суміші досягається за рахунок: максимально можливого використання неспалимих та важко-спалимих матеріалів (облицювання, оштукатурювання, просочення антипіренами та ін.); обмеження маси і (або) об'єму горючих речовин та вибухонебезпечних речовин і матеріалів, а також забезпечення безпечного способу їх розміщення (зонування територій з

урахуванням рельєфності); надійна ізоляція та герметизація горючого середовища та вибухонебезпечної суміші, розміщення в кабінах, камерах, відсіках, попередження витікання, контроль відкладень вибухонебезпечної пилу; підтримання концентрацій горючих газів, пари і вибухонебезпечних сумішей за межами їх спалахування (відведення, видалення горючих та вибухонебезпечних речовин, робоча й аварійна вентиляція, конструкційні та технологічні рішення; контроль повітряного середовища); застосування інертних (флегматизуючих) домішок (азот, вуглекислий газ, водяна пара), які роблять середовище негорючим, та інгібуючих (хімічно-активних компонентів), які сприяють припиненню горіння; підтримання в горючому середовищі температури, тиску, а також концентрації небезпечних компонентів за межами спалаху суміші (герметизація та інші конструктивні й технологічні рішення).

Попередження виникнення у горючому середовищі (або принесення в нього) джерела займання досягається за рахунок: використання обладнання та пристроїв, при роботі яких не виникає джерел займання; застосування електрообладнання, що відповідає за виконанням класу пожежо- та вибухонебезпечності приміщень і зон, групі й категорії вибухонебезпечної суміші; виконання вимог спільного зберігання речовин і матеріалів; використання обладнання, яке задовольняє вимоги електростатичної іскробезпечності; улаштування блискавкозахисту; організації автоматичного контролю параметрів, виявлення джерела займання; заземлення обладнання подовжених металоконструкцій; використання при роботі з легкозаймистими рідинами інструменту, який виключає іскроутворення; ліквідації умов самозаймання речовин і матеріалів [93, 94].

4.2. Шкідливі виробничі чинники

Шкідливі виробничі чинники – чинники середовища і трудового процесу, які можуть викликати професійну патологію, тимчасове або стійке

зниження працездатності, підвищити частоту соматичних та інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я потомства [95, 96].

Шкідливими виробничими чинниками можуть бути: – фізичні чинники – температура, вологість і рухливість повітря, неіонізуючі електромагнітні випромінювання (ультрафіолетове, видиме, інфрачервоне, лазерне тощо), статичні, електричні і магнітні поля, іонізуючі випромінювання, виробничий шум, вібрація, ультразвук тощо; – хімічні чинники, у тому числі деякі речовини біологічної природи (антибіотики, вітаміни, гормони, ферменти); – біологічні чинники (патогенні мікроорганізми, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів, білкові препарати); – чинники трудового процесу, що характеризують напруженість праці (інтелектуальні, сенсорні та емоційні навантаження, монотонність навантажень, режим роботи); – чинники трудового процесу, що характеризують тяжкість фізичної праці (фізична динамічне навантаження, маса що піднімається і переміщуваного вантажу, стереотипні робочі рухи, статичне навантаження, робоча поза, нахили корпусу, переміщення в просторі) [95].

Наявність чинників трудового процесу, які характеризують тяжкість фізичної праці в обсязі, що перевищує припустимі фізичні навантаження, дозволяє говорити про важкість фізичної праці. Наприклад, вимушені нахили корпусу більше 30° 50-100 разів за зміну вважаються допустимими фізичним навантаженням. Ті ж самі нахили корпусу понад 300 разів за зміну дозволяють вважати виконується праця фізично важка, що може викликати стійкі функціональні порушення, призводить у більшості до зростання захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, до підвищення частоти загальної захворюваності та появи окремих ознак професійної патології. Умови праці, які характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни (або її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм професійних уражень, вважаються небезпечними (екстремальними) [95, 96].

У повітряне середовище виробничих приміщень можливе проникнення різних шкідливих речовин, наприклад отруйних газів, парів і пилу.

Систематичний аналіз повітряного середовища виробничих приміщень має велике значення для профілактики отруєнь та профзахворювань.

Існують такі способи боротьби з шумом механічного походження та вібрацією: зменшення шуму та вібрації безпосередньо в джерелах їх виникнення, застосовуючи обладнання, що не утворює шуму, замінюючи ударні технологічні процеси безударними, застосовуючи деталі із матеріалів з високим коефіцієнтом внутрішнього тертя (пластмаса, гума, деревина та ін); зменшення шуму та вібрації на шляхах їх розповсюдження заходами звуко- та віброізоляції, а також вібро- та звукопоглинання; зменшення шкідливої дії шуму та вібрації, застосовуючи індивідуальні засоби захисту та запроваджуючи раціональні режими праці та відпочинку [95].

Небезпека ураження людей електричним струмом значною мірою залежить від оточуючого середовища, яке може її посилювати або послаблювати. Згідно з ПУЕ, усі виробничі приміщення за рівнем безпеки ураження електричним струмом поділяються на три категорії [96]: умови з підвищеною небезпекою; умови особливо небезпечні; умови без підвищеної небезпеки.

Всі виробничі та адміністративно – побутові приміщення цеху повинні бути забезпечені необхідною кількістю засобів пожежогасіння (пожежними кранами і рукавами, вогнегасниками, пожежними щитами, ящиками з піском, сигналізацією). Кількість і розташування засобів пожежогасіння узгоджується з пожежною частиною. Використовувати засоби пожежогасіння можна тільки за призначенням. Весь персонал повинен знати розташування засобів пожежогасіння, способи виклику пожежної охорони.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Siddhuraju, P., Becker, K. (2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* L.) seed extracts. *Food Chem.*, 101, 1-10.
2. Burt, S. (2004). Essential oils: their antimicrobial properties and potential application in foods-A review. *Int J Food Microbiol.*, 94, 223-253.
3. Paradiso, V, Summo, C, Trani, A, Caponio, F. (2008). An effort to improve the shelf life of breakfast cereals using natural mixed tocopherols. *J Cereal Sci.* 47, 322-330.
4. Celiktas, O, Kocabas, H, Bedir, E, Sukan, F. (2007). Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chem.*, 100, 553-559.
5. Шидловская В. П. Справочник технолога молочного производства. Т.10. Ферменты молока. СПб: ГИОРД, 2006, 296 с.: ил.
6. Li, Y.H., Zhang, L.W. and Wang, W.J. (2012). Formation of Aldehyde and Ketone Compounds during Production and Storage Milk Powder. *Molecule*, 17, 9900-9911.
7. Кухтин, М. Д. (2010). Оцінка якості молока незбираного за вмістом вільних жирних кислот. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії, Вип. (21), Ч. 2., Т.2, 174–177.
8. Lloyd, M.A., Zou, J., Ogden, L.V. and Pike, O.A. (2004). Sensory and Nutritional Quality of Nonfat Dry Milk in Long- Term Residential Storage. *Journal of Food Science*, 69, 326-331.
9. Лялик, А.Т., Покотило, О.С., Кухтин, М.Д., Бейко Л.А. (2020). Органолептичний і сенсорний аналіз сиркової пасти з лляною олією. *Технічні науки та технології : науковий журнал. Чернігів. нац. технол. ун-т*, 1 (19), 287-295.

10. Jeon, I.J. (1996). Undesirable Flavors in Dairy Products. In: Food Taints and Off-Flavours, Blackie Academic and Professional, New York, 139-167.
11. Menrad, K. (2003). Market and Marketing of Functional Food in Europe. *Journal of Food Engineering*, 56, 181-188.
12. Лялик, А.Т., Покотило, О.С., Кухтин, М.Д., Добровольська, С.Я. (2020). Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних умов зберігання. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 1(72), 109-116.
13. Berardini, N., Knodler, M., Schieber, A. and Carle, R. (2005) Utilization of Mango Peels as a Source of Pectin and Polyphenolics. *Innovations in Food Science and Emerging Technologies*, 6, 442-452.
14. Gad, A. and Sayd, A. (2015). Antioxidant Properties of Rosemary and Its Potential Uses as Natural Antioxidant in Dairy Products—A Review. *Food and Nutrition Sciences*, 6, 179-193.
15. Belitz, H.D. and Grosch, W. (1999). *Food Chemistry*. Springer-Verlag, Berlin, 184-189.
16. М. Кухтин, О. Покотило, Ю. Перкий, Ю. Горюк. (2015). Гігієнічне та технологічне нормування психротрофної мікрофлори молока. *Наукові праці НУХТ*, 21,3, 38-44.
17. Schaich, K.M. (2008). Chapter 8: Co-Oxidations of Oxidizing Lipids: Reactions with Proteins. In: Kamal-Eldin, A. And Min, D., Eds., *Lipid Oxidation Pathways*, 183-274.
18. Kubow, S. (1990). Toxicity of Dietary Lipid Peroxidation Products. *Trends Food Science and Technology*, 1, 67-71.
19. Vercellotti, J.R., Angelo, A.J.S. and Spanier, A.M. (1992). Lipid Oxidation in Foods, an Overview. In: St Angelo, A.J. Ed., *Lipid Oxidation in Food*, American Chemical Society, Washington DC, 1-14.
20. Downey W. K. (1980). Review of the progress of dairy science: flavor impairment from – and post – manufacture lipolysis in milk dairy products. *J. of Dairy Res.*, 47 (22), 237–252.

21. Shahidi, F. (1998). Indicators for Evaluation of Lipid Oxidation and Off-Flavor Development in Food. In: *Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences*, 55-68.
22. Schaich, K.M. (2012). Lipid Oxidation. In: Eskin, N.A.M., Ed., *Biochemistry of Foods*, 3rd Edition. Elsevier, New York.
23. Schaich, K.M. (2009). Lipid Oxidation: A Chemical Stabilization Challenge for Packaging. In: Yam, K.L. Ed., *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*, 3rd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 659-674.
24. Gordon, M.H. (2001). The Development of Oxidative Rancidity. In: Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M., Eds., *Antioxidants in Food-Practical Applications*, CRC Press, Washington DC, 7-21.
25. Anderson, R.E., Danoelsson, G., Hedlund, C.B., Svensson, S.G. (1981). Effect of a heatresistant microbial lipase on flavour of Ultra-High temperature sterilized milk. *J. Dairy Sci.*, 64, 375-379.
26. Koyuncu, M., Tuncturk, Y. (2017). Effect of packaging method and light exposure on oxidation and lipolysis in butter. *Oxidation Communications*, 40, 2, 785–798.
27. Gilgun-Sherki, Y., Melamed, E. and Offen, D. (2001). Oxidative Stress Induced-Neurodegenerative Diseases: The Need for Antioxidants That Penetrate the Blood Brain Barrier. *Neuropharmacology*, 40, 959-975.
28. Ueno, T., Suzuki, Y., Ho, C. and Masuda, H. (2007). Formation of Off-Odorants during Light Exposure of Milk and Its. Inhibition by Antioxidants. *ACS Symposium Series*, 956, 390-400.
29. Reische, D.W., Lillard, D.A. and Eitenmiller, R.R. (2002). Antioxidants. In: Akoh, C.C. and Min, D.B., Eds., *Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology*, Marcel Dekker, New York, 489-516.
30. Liao, K. and Yin, M. (2000). Individual and Combined Antioxidant Effects of Seven Phenolic Agents in Human ErythrocyteMembrane Ghosts and Phosphatidylcholine Liposome Systems: Importance of the Partition Coefficient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2266-2270.

31. Antolovich, M., Prenzler, P.D., Patsalides, E., McDonald, S. and Robards, K. (2002). Methods for Testing Antioxidant Activity. *The Analyst*, 127, 183-198.
32. Abdalla, A.E. and Roozen, J.P (2001). The Effects of Stabilized Extracts of Sage and Oregano on the Oxidation of Salad Dressings. *European Food Research and Technology*, 212, 551-556.
33. Shahidi, F. and Wanasundara, P.K.J. (1992). Phenolic Antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32, 67-103.
34. El-Alim, S.L.A., Lugasi, A., Hóvári, J. and Dworschák, E. (1999). Culinary Herbs Inhibit Lipid Oxidation in Raw and Cooked Minced Meat Patties during Storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 277-285.
35. Karpinska, M., Borowski, J. and Danowska, O.M. (2001). The Use of Natural Antioxidants in Ready-to-Serve Food. *Food Chemistry*, 72, 5-9.
36. Han, J. and Rhee, K.S. (2004). Antioxidant Properties of Selected Oriental Non-Culinary/Nutraceutical Herb Extracts as Evaluated in Raw and Cooked Meat. *Meat Science*, 70, 25-33.
37. Fiorentino, A., Ricci, A., D'Abrosca, B., Pacifico, S., Golino, A., Letizia, M., Piccolella, S. and Monaco, P. (2008). Potential Food Additives from *Carex distachya* Roots: Identification and *in Vitro* Antioxidant Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 8218-8225.
38. Nuñez de Gonzalez, M.T., Hafley, B.S., Boleman, R.M., Miller, R.K., Rhee, K.S. and Keeton, J.T. (2008). Antioxidant Properties of Plum Concentrates and Powder in Precooked Roast Beef to Reduce Lipid Oxidation. *Meat Science*, 80, 997-1004.
39. Namiki, M. (1990). Antioxidant Antimutagens in Food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29, 273-300.
40. Armitage, D.B., Hettiarachchy, N.S. and Monsoor, M.A. (2002). Natural Antioxidants as a Component of an Egg Albumen Film in the Reduction of Lipid Oxidation in Cooked and Uncooked Poultry. *Journal of Food Science*, 67, 631-634.
41. Botsoglou, N.A., Govaris, A., Giannenas, I., Botsoglou, E. and Papageorgiou, G. (2007). The Incorporation of Dehydrated Rosemary Leaves in the

Rations of Turkeys and Their Impact on the Oxidative Stability of the Produced Raw and Cooked Meat. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58, 312-320.

42. Tsen, S.Y., Ameri, F. and Smith, J.S. (2006). Effects of Rosemary Extracts on the Reduction of Heterocyclic Amines in Beef Patties. *Journal of Food Science*, 71, 469-473.

43. Sanchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltran, J.A. and Roncales, P. (2003). Antioxidant Action of Borage, Rosemary, Oregano, and Ascorbic Acid in Beef Patties Packaged in Modified Atmosphere. *Journal of Food Science*, 68, 339-344.

44. Lugasi, A., Dworschak, E. and Hovari, J. (1995). Characterization of Scavenging Activity of Natural Polyphenols by Chemiluminescence Technique. *Proceedings of the 8th European Conference on Food Chemistry*, European Chemical Society, Vienna, 18-20 September 1995, 639-643.

45. Horiuk, Yu. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Yu. B., Horiuk V.V. (2018). Distribution of main pathogens of mastitis in cows on dairy farms in the western region of Ukraine. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 2018, 83, 115-119.

46. Oluwatuyi, M., Kaatza, G.W. and Gibbons, S. (2004). Antibacterial and Resistance Modifying Activity of *Rosmarinus officinalis*. *Phytochemistry*, 65, 3249-3254.

47. Lialyk A.T., Pokotylo A.S., Kukhtyn M.D. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології*, 21 (91), 124-129.

48. Aruoma, O.I., Spencer, J.P., Rossi, R., Aeschbach, R., Khan, A., Mahmood, N., Munoz, A., Murcia, A., Butler, J. and Halliwell, B. (1996). An Evaluation of the Antioxidant and Antiviral Action of Extracts of Rosemary and Provençal Herbs. *Food and Chemical Toxicology*, 34, 449-456.

49. Altinier, G., Sosa, S., Aquino, R.P., Mencherini, T., Loggia, R.D. and Tubaro, A. (2007). Characterization of Topical Antiinflammatory Compounds in *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1718-1723.
50. Ramírez, P., García-Risco, M.R., Santoyo, S., Señoráns, F.J., Ibáñez, E. and Reglero, G. (2006). Isolation of Functional Ingredients from Rosemary by Preparative-Supercritical Fluid Chromatography (Prep-SFC). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41, 1606-1613.
51. Singletary, K., MacDonald, C. and Walling, M. (1996). Inhibition by Rosemary and Carnosol of 7,12-Dimethylbenz Anthracene (DMBA)-Induced Rat Mammary Tumorigenesis and *in Vivo* DMBA-DNA Adduct Formation. *Cancer Letters*, 104, 43-48.
52. Cuvelier, M.E., Berset, C. and Richard, H. (1994). Antioxidant Constituents in Sage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 665-669.
53. Okamura, N., Haraguchi, H., Hashimoto, K. and Yagi, A. (1994). Flavonoids in *Rosmarinus officinalis* Leaves. *Phytochemistry*, 37, 1463-1466.
54. Del Bano, M.J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-Garcia, O., Del Rio, J.A. and Ortuno, A. (2003). Phenolic Diterpenes, Flavones, and Rosmarinic Acid Distribution during the Development of Leaves, Flowers, Stems, and Roots of *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4247-4253.
55. Escuder, B., Torres, R., Lissi, E., Labbé, C. and Faini, F. (2002). Antioxidant Capacity of Abietanes from *Sphacele Salviae*. *Natural Product Letters*, 16, 277-281.
56. Zeng, H.H., Tu, P.F., Zhou, K., Wang, H., Wang, B.H. and Lu, J.F. (2001). Antioxidant Properties of Phenolic Diterpenes from *Rosmarinus officinalis*. *Acta Pharmacologica Sinica*, 22, 1094-1098.
57. Hra, H.R., Hadolina, M., Knez, E. and Bauman, D. (2000). Comparison of Antioxidative and Synergistic Effects of Rosemary Extract with α -Tocopherol, Ascorbyl Palmitate and Citric Acid in Sunflower Oil. *Food Chemistry*, 71, 229-233.

58. Nakatani, N. and Inatani, R. (1984). Two Antioxidant Diterpenes from Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and a New Revised Structure for Rosmanol. *Agricultural and Biological Chemistry*, 48, 2081-2085.

59. Houlihan, C.M., Ho, C.T. and Chang, S.S. (1984). Elucidation of the Chemical Structure of a Novel Antioxidant, Rosmaridiphenol, Isolated from Rosemary. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61, 1036-1039.

60. Frankel, E.N., Huang, S.W., Prior, E. and Aeschbach, R. (1996). Evaluation of Antioxidant Activity of Rosemary Extracts, Carnosol, and Carnosic Acid in Bulk Vegetable Oils and Fish Oils and Their Emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72, 201-208.

61. Frankel, E.N., Huang, S.W., Aeschbach, R. and Prior, E. (1996). Antioxidant Activity of a Rosemary Extract and Its Constituents, Carnosic Acid, Carnosol, and Rosmarinic Acid, in Bulk Oil and Oil-in-Water Emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 131-135.

62. Gad, A.S. and Abd El-Salam, M.H. (2010). The Antioxidant Properties of Skim Milk Supplemented with Rosemary and Green Tea Extracts in Response to Pasteurisation, Homogenisation and the Addition of Salts. *International Journal of Dairy Technology*, 63, 349-355.

63. Martinez-Tome, M., Jimenez, A.M. and Ruggieri, S. (2001). Antioxidant Properties of Mediterranean Spices Compared with Common Food Additives. *Journal of Food Protection*, 64, 1412-1419.

64. Madsen, H.L., Andersen, L., Christiansen, L., Brockhoff, P. and Bertelsen, G. (1996). Antioxidative Activity of Summer Savory (*Satureja hortensis* L.) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in Minced, Cooked Pork Meat. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 203, 333-338.

65. Basaga, H., Tekkaya, C. and Acikel, F. (1997). Antioxidative and Free Radical Scavenging Properties of Rosemary Extract. *LWT-Food Science and Technology*, 30, 105-108.

66. El-Din, H.M.F., Ghita, I.E., Badran, S.M.A., Gad, A.S. and El-Said, M.W. (2010). Manufacture of Low Fat UF-Soft Cheese Supplemented with Rosemary Extract (as Natural Antioxidant). *Journal of American Science*, 6, 570-579.

67. Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Pokotylo, O. S., Horyuk, Yu. V., Horyuk, V. V., Pokotylo O. O. (2017). Staphylococcal contamination of raw milk and handmade dairy products, which are realized at the markets of Ukraine. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 3, 1, 12-16.

68. Gad, A.S., Ghita, I.E., El-Din, H.M.F., Badran, S.M.A. and El-Messery, T.M. (2010). Production Health Benefits Yoghurt Supplemented with Rosemary and Green Tea Extract as Natural antioxidant. *IDF World Dairy Summit*, Auckland, 5-11.

69. Van Nieuwenhove, C.P., Oliszeski, R. and Gonzalez, S.N. (2009). Fatty Acid Composition and Conjugated Linoleic Acid Content of Cow and Goat Cheeses from Northwest Argentina. *Journal of Food Quality*, 32, 303-314.

70. Deeth, H.C. (2006). Lipoprotein Lipase and Lipolysis in Milk. *International Dairy Journal*, 16, 555-562.

71. Kilcawley, K.N., O'Connell, P.B., Hickey, D.K., Sheehan, E.M., Beresford, T.P. and McSweeney, P.L.H. (2007). Influence of Composition on the Biochemical and Sensory Characteristics of Commercial Cheddar Cheese of Variable Quality and Fat Content. *International Journal of Dairy Technology*, 60, 81-88.

72. Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C. S., & Vojnov, A. A. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free radical research*, 40(2), 223–231.

73. Haliwell, B. and Gutteridge, J.M. (1992). Free Radicals, Antioxidants, and Human Disease—Where Are We Now. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 119, 598-620.

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

75. Stevenson, D.E. and Hurst, R.D. (2007). Polyphenolic Phytochemicals—Just Antioxidants or Much More? A Review. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64, 2900-2916.
76. Mueller, M.M. (2006). Inflammation in Epithelial Skin Tumours: Old Stories and New Ideas. *European Journal of Cancer*, 42, 735-744.
77. Pérez-Fons, L., Garzón, M.T. and Micol, V. (2010). Relationship between the Antioxidant Capacity and Effect of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Polyphenols on Membrane Phospholipid Order. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 161-171.
78. Takaki, I., Bersani-Amado, L.E., Vendruscolo, A., Sartoretto, S.M., Diniz, S.P., Bersani-Amado, C.A. and Cuman, R.K.N. (2008). Anti-Inflammatory and Antinociceptive Effects of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil in Experimental Animal Models. *Journal of Medicinal Food*, 11, 741-746.
79. Tao, L. (2015). Oxidation of polyunsaturated fatty acids and its impact on food quality and human health. *Adv Food Technol Nutr Sci Open*, 1(6), 135-142.
80. Whelan, J, Rust, C. (2006). Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. *Annu Rev Nutr*. 26, 75-103.
81. Kolakowska, A, Bartosz, G. (2014). Oxidation of food components:an introduction. In: Bartosz G, ed. *Food oxidants and antioxidants: chemical, biological and functional properties*. Taylor & Francis Group, LLC, 9-10.
82. Mallia, S, Escher, F, Dubois, S, Schieberle, P, Schlichtherle Cerny, H. (2009). Characterization and quantification of odor-active compounds in unsaturated fatty acid/conjugated linoleic acid (UFA/CLA)-enriched butter and in conventional butter during storage and induced oxidation. *J Agr Food Chem*, 57(16), 7464-7672.
83. Serfert, Y, Drusch, S, Schwarz, K. (2009). Chemical stabilisation of oils rich in long-chain polyunsaturated fatty acids during homogenisation, microencapsulation and storage. *Food Chem.*, 113(4), 1106-1112.

84. Rupasinghe, HPV, Erkan, N, Yasmin, A. (2010). Antioxidant protection of eicosapentaenoic acid and fish oil oxidation by polyphenolic-enriched apple skin extract. *J Agr Food Chem.*, 58(2), 1233-1239.

85. Arruda, CS, Garcez, WS, Barrera-Arellano, D, Block, JM. (2006). Industrial trial to evaluate the effect of oxygen concentration on overall quality of refined, bleached, and deodorized soybean oil in pet bottles. *J Am Oil Chem Soc.*, 83(9), 797-802

86. Кухтин, М. Д. (2008). Динаміка мікробіологічного та біохімічного процесу в молоці незбираному при зберіганні за різних температур. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, Т. 10, №3 (38), Ч. 3, 229-237.

87. ДСТУ 4399:2005 Масло вершкове. Технічні умови. Держспоживстандарт України, 2006, 15 с.

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

89. Очколяс О. М. Удосконалення технології вершкового масла підвищеної харчової цінності: дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.04. «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів». Одеса, 2018. 180 с.

90. Ракоча О. М. Розробка технології масла вершкового десертного із впровадження її у маслоцеху: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр: спец. 181 «Харчові технології». Тернопіль, 2020. 103 с.

91. Мікробіологія молока і молочних продуктів / О. М. Бергілевич, В. В. Касянчук, І.В. Власенко та ін. // Практикум : навч. посіб. [для студентів ВНЗ III-IV рівня акредитації за напрямками підготовки «Харчові технології та інженерія». – Суми : Університетська книга, 2010. – 205 с.

92. ДСТУ 7357:2013. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. Держспоживстандарт України, 2014, 34 с.

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

94. Безпека життєдіяльності. Є.П. Желібо, К.: Каравела, 2005. 344 с.
95. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона
Навчальний посібник. Львів, Афіша, 2001. 336с.
96. Сапронов Ю. Г. Безпека життєдіяльності: М. Видавничий центр
«Академія», 2006. 118 с.

*IV Міжнародна студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"*

Міністерство освіти і науки України,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет в Кошице (Словаччина)
Каунаський технологічний університет (Литва)
Львівський національний університет
імені Івана Франка,
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця
(Польща)
Луцький національний технічний університет,
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича,
Вроцлавський економічний університет (Польща)
Донбаська державна машинобудівна академія



Студентське наукове товариство



IV МІЖНАРОДНА
студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ
НАУКИ.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

28-29 квітня 2021 р.

(збірник тез конференції)

Тернопіль 2021

ББК 72+34 (Укр)

М34

Матеріали IV Міжнародної студентської науково - технічної конференції / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 28-29 квітня 2021 р.), 2021.- 268 с.

В збірнику друкуються матеріали IV Міжнародної студентської науково-технічної конференції. Тернопіль. – ТНТУ ім. І. Пулюя (28-29 квітня 2021 р.) за наступними науковими напрямками:

математичне моделювання і механіка, машинобудування, машини та обладнання сільськогосподарського виробництва; приладобудування; матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій; електротехніка, електроніка та світлотехніка; математика; фізика; хімія, хімічна, біологічна та харчова технології; обладнання харчових виробництв; інформаційні технології, гуманітарні науки, економіка, менеджмент, фінанси, біомедична інженерія; зварювання та споріднені процеси і технології, інженерія продукції.

Редакційна колегія:

д.т.н. Петро Ясній, д.е.н. Богдан Андрушків, д.т.н. Олег Ляшук, д.т.н. Ігор Стадник, д.ф.н. Анатолій Довгань, д.ф.н. Андрій Криськов, д.т.н. Володимир Андрійчук, д.т.н. Анатолій Лупенко, д.т.н. Сергій Лупенко, д.т.н. Ігор Луців, к.ф.-м.н. Михайло Михайлишин, д.т.н. Михайло Пилипець, к.ф.н. Василь Ніконенко, д.т.н. Роман Рогатинський, д.т.н. Петро Стухляк, д.т.н. Михайло Паламар, д.е.н. Наталія Кирич, д.т.н. Микола Підгурський, д.т.н., Микола Приймак, д.т.н. Михайло Пилипець, д.т.н. Василь Васильків, д.б.н. Володимир Юкало, д.б.н. Олег Покотило, д.т.н. Богдан Яворський, к.ф.-м.н. Борис Шелестовський, д.ф.-м.н. Андрій Кривень, д.т.н. Павло Маруцак, д.е.н. Олена Панухник, д.е.н. Ольга Павлуківська, д.е.н. Володимир Фалович, д.т.н. Тетяна Вітенько, д.т.н. Чеслав Пулька, д.т.н. Віктор Барановський, д.ф.-м.н. Михайло Петрик.

Комп'ютерний набір, верстка та редагування:
науковий секретар Ігор Окіпний

Адреса конференції:

46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

e-mail: snt@tntu.edu.ua

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

УДК 664

Слимак М. – ст. гр. МЛМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ДОБАВОК, ЯК ДЖЕРЕЛО
ПІДВИЩЕННЯ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ**

Науковий керівник: д.в.н., професор Кухтин М. Д.

Slymak M.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

**APPLICATION OF VEGETABLE SUPPLEMENTS AS A SOURCE OF
INCREASING ANTIOXIDANT PROPERTIES OF DAIRY PRODUCTS**

Supervisor: d.v.s., professor Kukhtyn M. D.

Ключові слова: молочні продукти, антиоксиданти, рослинні добавки
Key words: dairy products, antioxidants, vegetable supplements

Молочні продукти відносяться до одних із найбільш цінних продуктів харчування людини. Цінність молочних продуктів полягає в тому, що в них містяться необхідні людині речовини, які добре збалансовані та перебувають в легкосасвоюваній формі. Найбільший вміст антиоксидантів припадає на продукти рослинного походження. Тому збагачення молочних продуктів антиоксидантами доцільне за рахунок використання рослинної сировини багатой на ці речовини.

Використання рослинних добавок, в якості джерела підвищення антиоксидантних властивостей молочних продуктів матиме позитивний ефект, так як молочні продукти посідають важливе місце в раціоні населення і займають значний сегмент споживчого ринку.

Антиоксиданти – це група хімічних зв'язків, котрі затримують або призупиняють процес окислення інших речовин. Основна їхня функція – нейтралізація шкідливих для організму вільних радикалів, яким притаманний руйнівний вплив на організм. Накопичення вільних радикалів в організмі людини є однією з основних причин найбільш небезпечних захворювань.

Рослини проявляють антиоксидантні властивості завдяки вмісту в своєму складі біоантиоксидантів: вітамінів, біофлавоноїдів, дубильних речовин, органічних кислот. Для підвищення антиоксидантних властивостей молочних продуктів можна використовувати рослинні добавки, які мають виражену антиоксидантну дію, у вигляді екстрактів та порошків. Також, можна використовувати різні овочі та фрукти з високим вмістом фенольних і поліфенольних сполук, та вітамінів А, Е, і С, у вигляді наповнювачів до цих продуктів. На нашу думку збагачення молочної сировини антиоксидантами екстрактів рослин: базиліку, червоного буряку, розмарину має перспективи при створенні композицій нових молочних продуктів.

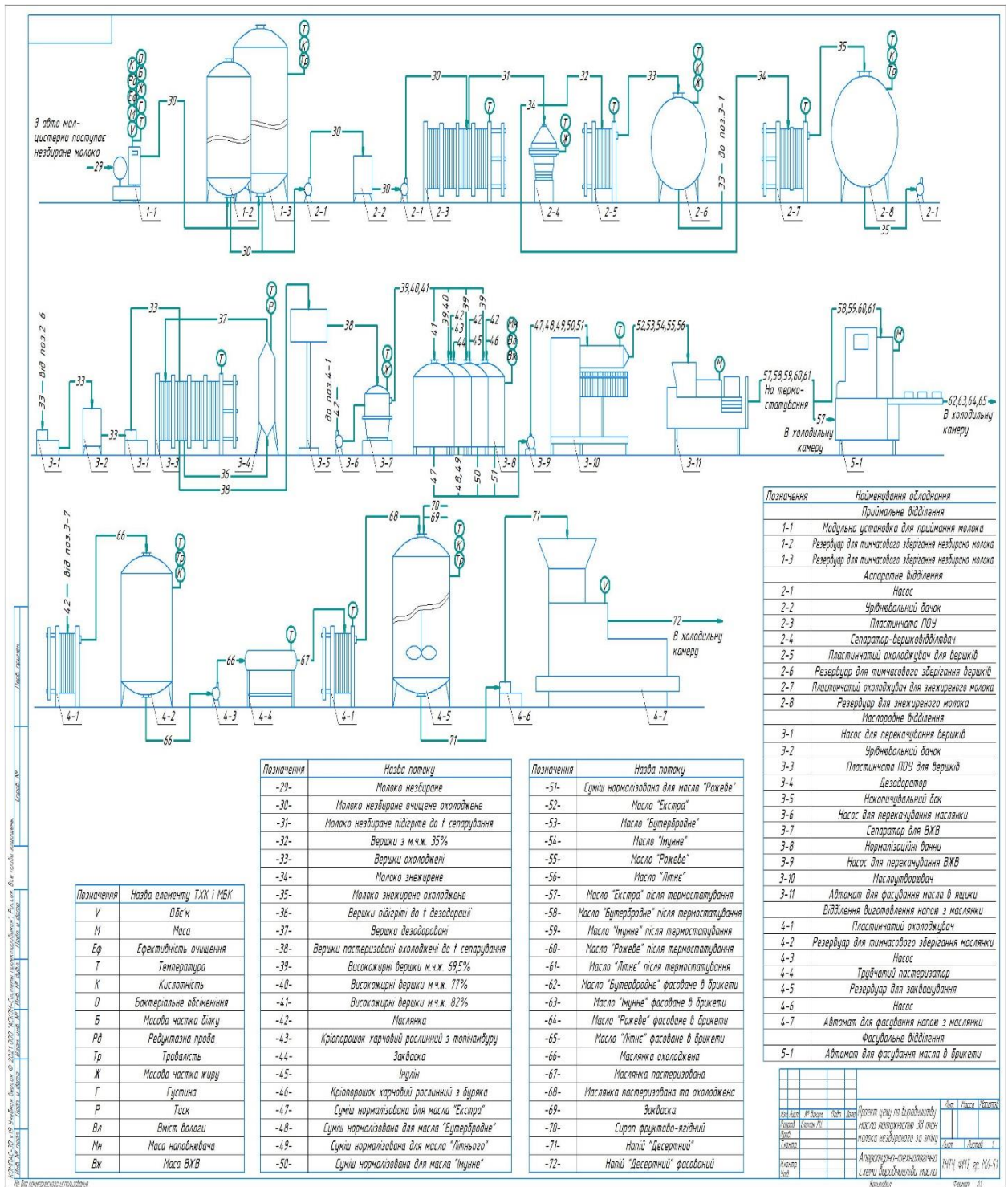
Отже, застосування рослинних добавок для підвищення антиоксидантних властивостей молочних продуктів дозволяє отримати продукт, який міститиме антиоксидантну систему сформовану натуральними рослинними компонентами для зниження вільнорадикальних процесів.

Зубкович Н. ЗБАГАЧЕННЯ СИРКОВИХ ВИРОБІВ РОСЛИННОЮ СИРОВИНОЮ	63
Кривокульська А. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ЗБАЛАНСОВАНОГО ХАРЧУВАННЯ ЯКЕ МІСТИТЬ ДОСТАТНЮ КІЛЬКІСТЬ ПРОДУКТІВ БАГАТИХ НА ЙОД	64
Тонкевич Т. ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КСИЛІТУ У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОВУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	65
Кузьмич Н. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	67
Свистун О. АЦИДОФІЛЬНИЙ НАПІЙ ЗІ СТЕВІЄЮ ТА ГАРБУЗОМ	68
Слимак М. ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ДОБАВОК, ЯК ДЖЕРЕЛО ПІДВИЩЕННЯ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	69
Слимак М. СИРКОВИЙ ПРОДУКТ ІЗ ГІДРОЛІЗАТОМ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА	70
Стасюк С. ОЦІНКА ЯКОСТІ БІЛИХ ВИН	71
Троян К. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВИДІВ БОРОШНА В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОВУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	73
Ціко Ю. МОРОЗИВО ЗБАГАЧЕНЕ БІЛКОМ	74
Чубик В. ЗАБРУДНЕННЯ ОВОЧІВ ТА ФРУКТІВ ПЕСТИЦИДАМИ	75
Шугурова А. ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНОЛОГІЙ НЕЗАМІННИХ АМІНОКИСЛОТ	76

Машинобудування

Секція:

Авінаш К. ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ ВАЛІВ	78
Білоус Н. ОПИС КОНСТРУКЦІЙ ДВОРІЗЦЕВИХ ДЕРЖАВОК ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІВ	80



Позначення	Найменування обладнання
Приміальне відділення	
1-1	Модульна установка для приймання молока
1-2	Резервуар для тимчасового зберігання незбираного молока
1-3	Резервуар для тимчасового зберігання незбираного молока
Апаратне відділення	
2-1	Насос
2-2	Урівноважувальний бачок
2-3	Пластична ПЧУ
2-4	Сепаратор-вершковиділювач
2-5	Пластичний охолоджувач для вершків
2-6	Резервуар для тимчасового зберігання вершків
2-7	Пластичний охолоджувач для знежиреного молока
2-8	Резервуар для знежиреного молока
Масляне відділення	
3-1	Насос для перекачування вершків
3-2	Урівноважувальний бачок
3-3	Пластична ПЧУ для вершків
3-4	Дезодоратор
3-5	Накопичувальний бак
3-6	Насос для перекачування маслянки
3-7	Сепаратор для ВЖВ
3-8	Нормалізаційні ванни
3-9	Насос для перекачування ВЖВ
3-10	Маслоудільвач
3-11	Автомат для фасування масла в ящики
Відділення диготування напів з маслянки	
4-1	Пластичний охолоджувач
4-2	Резервуар для тимчасового зберігання маслянки
4-3	Насос
4-4	Трибчатий пастеризатор
4-5	Резервуар для завакуування
4-6	Насос
4-7	Автомат для фасування напів з маслянки
Фасувальне відділення	
5-1	Автомат для фасування масла в брикети

Позначення	Назва елементу ТХК і МБК
V	Об'єм
M	Маса
Еф	Ефективність очищення
T	Температура
K	Кислотність
D	Бактеріальне обмінення
B	Масова частка білку
PВ	Редукційна проба
Тр	Тривалість
Ж	Масова частка жиру
Г	Густина
P	Тиск
Вл	Вміст вологи
Mл	Маса наповнивача
Вж	Маса ВЖВ

Позначення	Назва потоку
-29-	Молоко незбиране
-30-	Молоко незбиране очищене охоложене
-31-	Молоко незбиране підігріте до 1 сепарування
-32-	Вершки з м.ч. 35%
-33-	Вершки охоложені
-34-	Молоко знежирене
-35-	Молоко знежирене охоложене
-36-	Вершки підігріті до 1 дезодорації
-37-	Вершки дезодоровані
-38-	Вершки пастеризовані охоложені до 1 сепарування
-39-	Високожирні вершки м.ч. 69,5%
-40-	Високожирні вершки м.ч. 77%
-41-	Високожирні вершки м.ч. 82%
-42-	Маслянка
-43-	Криопорошок харчовий рослинний з талінабуру
-44-	Закуска
-45-	Інулін
-46-	Криопорошок харчовий рослинний з буржя
-47-	Суміш нормалізована для масла "Екстра"
-48-	Суміш нормалізована для масла "Бутербродне"
-49-	Суміш нормалізована для масла "Літнього"
-50-	Суміш нормалізована для масла "Імунне"

Позначення	Назва потоку
-51-	Суміш нормалізована для масла "Рожеве"
-52-	Масло "Екстра"
-53-	Масло "Бутербродне"
-54-	Масло "Імунне"
-55-	Масло "Рожеве"
-56-	Масло "Літнє"
-57-	Масло "Екстра" після термостатування
-58-	Масло "Бутербродне" після термостатування
-59-	Масло "Імунне" після термостатування
-60-	Масло "Рожеве" після термостатування
-61-	Масло "Літнє" після термостатування
-62-	Масло "Бутербродне" фасоване в брикети
-63-	Масло "Імунне" фасоване в брикети
-64-	Масло "Рожеве" фасоване в брикети
-65-	Масло "Літнє" фасоване в брикети
-66-	Маслянка охолоджена
-67-	Маслянка пастеризована
-68-	Маслянка пастеризована та охолоджена
-69-	Закуска
-70-	Сироп фруктовий-ягідний
-71-	Напій "Десертний"
-72-	Напій "Десертний" фасований

№	Відомості	№	Відомості
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72

Рис. Додаток Б 1. Апаратурно технологічна схема виробництва масла вершкового

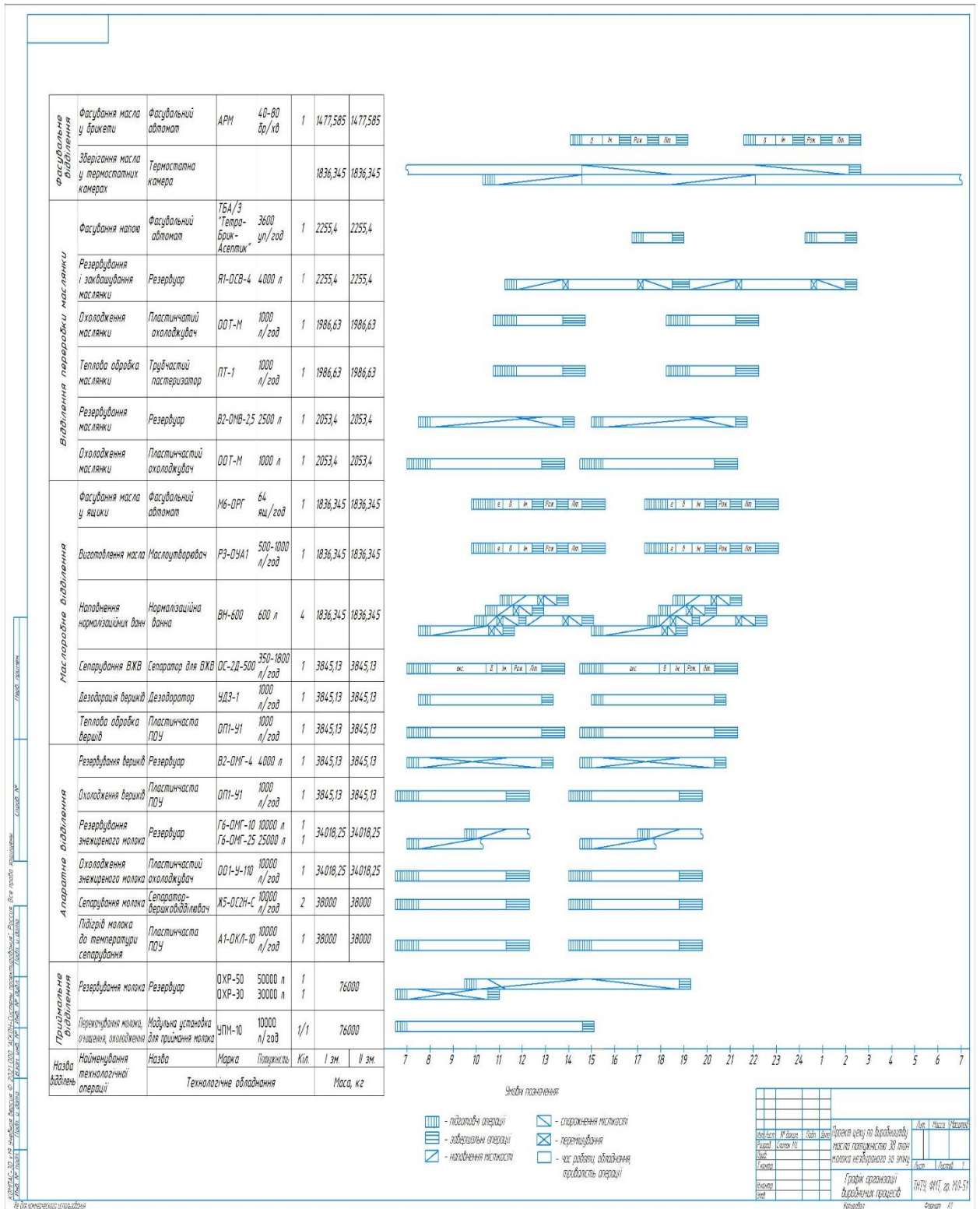


Рис. Додаток Б 2. Графік організації виробничого процесу з виробництва масла вершкового