

Міністерство освіти і науки України

Одеський національний технологічний університет

Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій



КОМПЛЕКСНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

**на тему: «ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ
ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ БЕЗЛАКТОЗНОГО КОНЦЕНТРАТУ МАСЛЯНКИ
ІЗ ЗАДАНИМ СКЛАДОМ НУТРИЄНТІВ»**

Головний керівник – к.т.н., доцент кафедри ХХЕтаБ Шарахматова Т.Є.

**Частина 1: Розроблення технології та процедур, відповідних принципам
НАССР для виробництва безлактозного концентрату маслянки із
заданим складом нутрієнтів**

Здобувач: Трубнікова А.А.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри ХХЕтаБ Шарахматова Т.Є.

**Частина 2: Технологічна експертиза виробництва молочного десерту з
використанням безлактозного концентрату маслянки**

Здобувач: Ніку Г.А.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри ХХЕтаБ Шарахматова Т.Є.

Одеса – 2023 рік

Міністерство освіти і науки України

Одеський національний технологічний університет

Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

на тему:

**Розроблення технології та процедур, відповідних
принципам НАССР для виробництва безлактозного
білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим
складом нутрієнтів**

Здобувачка Трубнікова А.А.
(прізвище та ініціали студента)

2 курсу групи ТМз – 65

Керівник: доцент Шарахматова Т.Є.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 12 грудня 2023 р., протокол № 2 .

Завідувачка кафедри ХХЕтаБ _____ Антоніна КАПУСТЯН
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

Одеський національний технологічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Експертизи, біотехнології, харчової інженерії, підприємництва та торгівлі
Кафедра Харчової хімії, експертизи та біотехнологій
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри ХХЕтаБ
д.т.н., доц. Капустян А.І.

(підпис)

«21»

серпня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА
Трубнікової Анастасії Анатоліївни

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення технології та процедур, відповідних принципам НАССР для виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів

затверджена наказом ОНТУ від 19.10.2023 р. № 602-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи

3. Вихідні дані роботи

Об'єкт дослідження: технології безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки

Предмет дослідження: продукти ультрафільтрації, нанофільтрації, діафільтрації маслянки, рідкий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки, сухе знежирене безлактозне молоко, органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, мікробіологічні показники якості сировини і готової продукції

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вступ

РОЗДІЛ 1 Аналіз літературних джерел

РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження

РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина

РОЗДІЛ 4 Розробка технології виробництва рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки та технологічна експертиза його виробництва

РОЗДІЛ 5 Інвестиційна привабливість розробки

РОЗДІЛ 6 Охорона праці та навколишнього середовища

Загальні висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

Презентація

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
РОЗДІЛ 5 Інвестиційна привабливість розробки	К.е.н., доцент Шалений В.А.		

7. Дата видачі завдання «18» вересня 2023 року

Керівник _____ Тетяна ШАРАХМАТОВА
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Анастасія ТРУБНІКОВА
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
Підготування пояснювальної записки			
1	Вступ	25.09.2023	
2	РОЗДІЛ 1 Аналітичний огляд літератури	17.10.2023	
3	РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження	24.10.2023	
4	РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина	02.11.2023	
5	Розділ 4 Розробка технології виробництва рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки та технологічна експертиза його виробництва	07.11.2023	
6	РОЗДІЛ 5 Інвестиційна привабливість розробки	13.11.2023	
7	РОЗДІЛ 6 Охорона праці та навколишнього середовища	17.11.2023	
8	Загальні висновки	22.11.2023	
9	Оформлення роботи	29.11.2023	
10	Оформлення презентації	05.12.2023	
11	Термін подання роботи на кафедрі	12.12.2023	
12	Зовнішнє рецензування	14.12.2023	
13	Захист дипломної роботи	21.12.2023	

Здобувач-дипломник _____ Анастасія ТРУБНІКОВА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Тетяна ШАРАХМАТОВА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник _____ Анастасія ТРУБНІКОВА

АНОТАЦІЯ

Тема: «Розроблення технології та процедур, відповідних принципам НАССР для виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів».

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

Освітня програма: Технологічна експертиза та безпека харчової продукції

Випускник за СВО «Магістр»: Трубнікова Анастасія Анатоліївна

Керівник: доц., к.т.н., доцент Шарахматова Тетяна Євгеніївна

Ключові слова: маслянка, ультрафільтрація, діафільтрація, нанофільтрація, НФ пермеат, рідкий безлактозний білково-ліпідний концентрат, технологія, зберігання, показники якості, НАССР, безпечність.

Актуальність теми пов'язана зі стійкою тенденцією дефіциту повноцінних білків у харчуванні людей та стійким зростанням патології травневої системи, зокрема, лактазної недостатності. Це питання ускладнюється недостатнім обсягом випуску без- і низьколактозних харчових продуктів, зокрема, молочних.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є розроблення технології та процедур, відповідних принципам НАССР для виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів на основі мембранних процесів видалення лактози.

Об'єкт дослідження – технології безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Предмет дослідження – продукти ультрафільтрації, нанофільтрації, діафільтрації маслянки, рідкий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки, сухе знежирене безлактозне молоко, органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, мікробіологічні показники якості сировини і готової продукції.

Методи досліджень – комплекс традиційних і сучасних хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних та математично-статистичних методів досліджень, відкоригованих для роботи з молочною сировиною і білковими молочними концентратами.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

– отримані науково обґрунтовані дані щодо впливу діафільтраційного очищення на вміст лактози та мінеральних речовин при використанні у якості розчинника пермеату, отриманого нанофільтрацією ультрафільтраційного пермеату маслянки;

– встановлена чітка залежність впливу вмісту кальцію на функціональні властивості безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки;

– отримана нова інформація щодо залежності антиоксидантної активності безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки і продуктів на його основі від хімічного складу рецептурних компонентів (білків, фосфоліпідів, тощо);

Поглиблено знання щодо стабільності мікрофлори у процесі зберігання розробленого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено нормативну документацію на безлактозні білкові концентрати рідкі (ТУ У 15.5-36759161-008:2019 та ТІ до ТУ У).

Впровадження науково-технічних розробок шляхом випуску промислових партій нових продуктів здійснені у виробничих умовах промислових підприємств Тульчинської філії ТОВ «ТЕРРА ФУД» (м. Тульчин, Вінницька область).

Наукова новизна прийнятих технологічних рішень захищена 5 патентами України на корисну модель.

Робота обсягом 139 сторінок складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 194 найменування (19 сторінок), 26 рисунків (18 сторінок), 35 таблиць (20 сторінок).

Зміст

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	10
1.1 Характеристика та харчова цінність маслянки	10
1.2. Лактоза – основний вуглевод маслянки. Причини лактозної непереносимості	12
1.3. Загальні відомості про мембрани та мембранні процеси	13
1.4. Моніторинг сучасних безлактозних і низьколактозних молочних продуктів	21
Висновки до розділу 1	28
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1 Об’єкти досліджень	29
2.2 Обладнання, що задіяне в дослідженнях	29
2.3. Методи досліджень	33
Висновки до розділу 2	41
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	42
3.1 Розроблення прикладної методики для розрахунку оцінки ефективності діафільтраційного способу очищення маслянки від лактози із збереженням мінерального складу	42
3.2 Дослідження процесу ультрафільтрації маслянки	51
3.3 Дослідження процесу нанофільтрації УФ пермеату маслянки	53
3.4. Дослідження процесу діафільтрації УФ ретентату маслянки НФ пермеатом	55
3.5 Шляхи реалізації розробленого способу одержання молочного безлактозного білкового концентрату та установка для його здійснення	58
3.6 Дослідження впливу розчинності кальцію на функціонально-технологічні властивості безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки	61
Висновки до розділу 3	67
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА РІДКОГО БЕЗЛАКТОЗНОГО БІЛКОВО-ЛІПІДНОГО КОНЦЕНТРАТУ МАСЛЯНКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ЙОГО ВИРОБНИЦТВА	69
4.1 Визначення режиму пастеризації отриманого рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки (ББКМ)	69
4.2 Обґрунтування режимів зберігання рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.	70
4.3. Опис технології виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки	73
4.4. Визначення показників якості одержаних безлактозних білково-ліпідних концентратів маслянки	75
4.5 Небезпечні чинники виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів	79
4.6. Ідентифікація та оцінювання небезпечних чинників (НЧ)	83
4.7. Розподіл заходів керування за категоріями	90
4.8. Розроблення процедур плану НАССР та операційних програм передумов	94
Висновки до розділу 4	100
РОЗДІЛ 5 ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ	101
Висновки до розділу 5	110
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	111
6.1 Охорона праці	111
6.2 Охорона навколишнього середовища	113
Висновки до розділу 6	116
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	119

					КРМ.ХХЕтаБ.1.602-03.3.34.1			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Трубінікова				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник	Шарахматова					6	139	
Керівник						ОНТУ 2023		
Зав.кафедр	Капустян А.І.							

ВСТУП

Актуальність теми пов'язана зі стійкою тенденцією дефіциту повноцінних білків у харчуванні людей та стійким зростанням патології травневої системи, зокрема, лактазної недостатності. Це питання ускладнюється недостатнім обсягом випуску без- і низьколактозних харчових продуктів, зокрема, молочних.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є розроблення технології та процедур, відповідних принципам НАССР для виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів на основі мембранних процесів видалення лактози.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- встановити доцільність використання ультрафільтрації для концентрування білково-ліпідної фракції маслянки та її діафільтрації пермеатом, отриманим нанофільтрацією ультрафільтраційного пермеату маслянки для видалення лактози;

- розробити прикладну методику розрахунку для оцінки ефективності процесу діафільтрації маслянки зі збереженням мінерального складу;

- визначити граничні умови ультрафільтрації для максимального концентрування білково-ліпідної фракції маслянки;

- дослідити процес нанофільтрації ультрафільтраційного пермеату маслянки з використанням нанофільтраційних мембран марки ОПМН для одержання безлактозного пермеату, отриманого нанофільтрацією, з заданим мінеральним складом та визначити хімічний склад продуктів нанофільтрації;

- дослідити процес безперервної діафільтрації ретентату, отриманого ультрафільтрацією маслянки;

- розробити технологію і основні принципи функціонування установки для безперервного одержання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки;

- дослідити вплив режимів пастеризації і зберігання на показники якості ББКМ.

Об'єкт дослідження – технології безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Предмет дослідження – продукти ультрафільтрації, нанофільтрації, діафільтрації маслянки, рідкий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки, сухе знежирене безлактозне молоко, органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, мікробіологічні показники якості сировини і готової продукції.

Методи досліджень – комплекс традиційних і сучасних хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних та математично-статистичних методів досліджень, відкоригованих для роботи з молочною сировиною і білковими молочними концентратами.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримані науково обґрунтовані дані щодо впливу діафільтраційного очищення на вміст лактози та мінеральних речовин при використанні у якості розчинника пермеату, отриманого нанофільтрацією ультрафільтраційного пермеату маслянки.

Встановлена чітка залежність впливу вмісту кальцію на функціональні властивості безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Отримана нова інформація щодо залежності антиоксидантної активності безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки і продуктів на його основі від хімічного складу рецептурних компонентів (білків, фосфоліпідів, тощо).

Поглиблено знання щодо стабільності мікрофлори у процесі зберігання розробленого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблена прикладна методика розрахунку діафільтраційного процесу з використанням пермеату, отриманого нанофільтрацією ультрафільтраційного пермеату маслянки.

Розроблена технологія рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів (білків, жирів, лактози, мінеральних речовин), яка дозволяє розширити асортимент безлактозних і низьколактозних продуктів з найменшими ресурсо- та енерговитратами.

Запропоновано експериментально обґрунтоване технічне рішення реалізації розробленої мембранної технології видалення лактози з маслянки безперервним способом із збереженням мінерального складу і розроблено схему, яка дозволяє автоматизувати процес.

Розроблено нормативну документацію на безлактозні білкові концентрати рідкі (ТУ У 15.5-36759161-008:2019 та ТІ до ТУ У).

Впровадження науково-технічних розробок шляхом випуску промислових партій та реалізації нових продуктів здійснені у виробничих умовах промислових підприємств Тульчинської філії ТОВ «ТЕРРА ФУД» (м. Тульчин, Вінницька область).

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Характеристика та харчова цінність маслянки

Маслянка – побічний продукт високої біологічної цінності, який отримують при виробництві вершкового масла способом збивання і перетворення високожирних вершків. При виробництві 1 т вершкового масла отримують близько 1,5 т маслянки [16].

Залежно від способів виготовлення масла розрізняють такі види маслянки: маслянка, що отримується при виробництві масла методом збивання вершків у масловиготовлювачах періодичної або безперервної дії; маслянка, що отримується при виробництві масла методом перетворення високожирних вершків. Залежно від виду масла розрізняють маслянку, яку одержують при виробництві солодковершкового масла, і маслянку, яку одержують при виробництві кисловершкового масла [16–20].

Маслянка та продукти, отримані з маслянки, при дотриманні вимог технології, санітарії та гігієни, виконують всі функції харчування: енергетичну, пластичну, біологічну та імунну. Маслянка за статистикою відноситься до відходів молочної промисловості. Використання маслянки на харчові цілі не перевищує 35% від загального обсягу виробництва [19,20].

Цінність маслянки обумовлена наявністю в ній групи протисклеротичних речовин: білково-лецитинового комплексу і поліненасичених жирних кислот, вітаміну Е [18,20,21].

Ліпідні компоненти маслянки представлені: тригліцеридами, моно- та дігліцеридами, фосфоліпідами, вільними жирними кислотами, стеринами та каротиноїдами. Характерною особливістю ліпідів маслянки є відносно високий вміст жирних кислот, в тому числі низькомолекулярних. Масова частка жиру в маслянці не значна – 0,4...0,7%. Молочний жир у маслянці має високий ступінь дисперсності, що сприяє легшому емульгуванню та омиленню жиру жовчними кислотами. Засвоюваність молочного жиру маслянки сягає 95...96%. У маслянці відносно високий вміст біологічно-активних речовин (високоактивних антисклеротичних речовин) – фосфоліпідів, рівень яких в ній більше ніж в 2 рази

перевищує вміст у вершковому маслі [22–28]. Фосфоліпідів в маслянці в 1,4 рази більше, ніж в незбираному молоці і в 10-11 разів більше, ніж в знежиреному. На думку ряду дослідників [22–28], до складу фосфоліпідів входять нейтральні ліпіди і фосфатидні кислоти: фосфатіділетаноламін, фосфатіділсерін, фосфатідлінозітол, сфінгомієлін, лізофосфатіділхолін і фосфатіділхолін. На частку холінвмісних сполук доводиться від 42 до 52% від загальної кількості фосфоліпідів. Фосфоліпіди відіграють першорядне значення у нормалізації жирового і холестеринового обміну, надають антиатеросклеротичну дію і покращують стан організму людини при серцево-судинних захворюваннях [21,22,25].

Маслянка – це продукт, гарантовано захищений від будь-якого виявлення атерогенної дії на організм людини (вміст холестерину у маслянці складає 10 мг на 100 г продукту), тому її вживання не лімітується і може здійснюватися без обмежень щоденно у всіх вікових групах, в тому числі і в групах людей літнього віку [16–19, 21,22,25,27].

Білки маслянки містять практично всі фракції білків незбираного молока і мають ідентичний набір амінокислот, включаючи незамінні, в тому числі амінокислоти-антиоксиданти (метіонін+цистін), біологічні властивості яких особливо ефективно проявляються у комбінації з вітамінами В₁, В₂, В₁₂, С, Е та пантотеновою кислотою, що входять до складу маслянки [21,26]. Сироваткові білки представлені в основному β-лактоглобуліном (50% від їх загального вмісту та 12% від загальної кількості білків маслянки), що значно впливає на властивості маслянки та 2...5% припадає на α-лактоальбумін. За даними [21,26,27], α-лактоальбумін має вищу харчову цінність, ніж β-лактоглобулін. Відмінною рисою білкового складу маслянки є наявність білків оболонок жирових кульок, що переходять до маслянки у процесі виробництва вершкового масла. Білки оболонок жирових кульок відрізняються від казеїну елементарним складом. Вони містять менше нітрогену (13,2 %) і фосфору (0,48 %), більше сірки – 1,72 %. В білках маслянки міститься амінокислота – метіонін, яка є джерелом утворення холіну та фосфатидів, що відіграють важливу роль в

обмінних процесах організму. Білки маслянки в нативному і денатурованому стані засвоюються організмом на 96...98%.

Вуглеводи маслянки представлені, в основному, лактозою (4,7%), у незначній кількості присутні глюкоза і галактоза, є дані про присутність арабінози і лактулози.

Мінеральні речовини маслянки знаходяться в вигляді катіонів кальцію, магнію, калію, натрію та аніонів соляної, сірчаної, фосфорної кислот. Кальцій приймає участь у формуванні кісток, фосфор живить нервову систему, мідь каталізує окислювально-відновлювальні процеси та приймає участь в обміні речовин, кобальт входить до складу вітаміну В₁₂. Співвідношення Са:Р складає 1:1, у маслянці воно є оптимальним, рекомендованим для раціонального харчування [16–19,21].

У маслянці представлені майже всі вітаміни групи В – В₁ (тіамін) – 0,04 мг, В₂ (рибофлавін) – 0,2 мг, В₅ (пантотенова кислота), В₆ (піридоксин) – 0,05 мг, фолієва кислота (В₉) – 5 мкг, В₁₂ – 0,4 мкг. Вміст вітаміну С в маслянці нижчий, ніж у незбираному молоці, що викликано впливом високих температур на молоко і вершки в процесі виробництва масла [16–19,21].

Хімічний склад маслянки є повноцінним за рахунок присутності всієї гама білкових сполук молока, в тому числі казеїну та сироваткових білків, збереження вуглеводного і мінерального комплексів, збагачених ліпідних фракцій за рахунок фосфоліпідів, летких жирних кислот, поліненасичених жирних кислот.

1.2. Лактоза – основний вуглевод маслянки. Причини лактозної непереносимості

При переробці молока на вершкове масло до маслянки переходить 99,4% лактози. Тобто лактози у маслянці 4,5–4,8%. Вона нормалізує процеси бродіння в шлунково-кишковому тракті та сприяє всмоктуванню у кишечнику кальцію та інших мінеральних речовин [21,35].

Засвоюванню лактози сприяє фермент лактаза (β-галактозидаза), який утворюється в організмі людини. Під дією цього ферменту лактоза

розщеплюється на прості цукри – глюкозу і галактозу, які легко засвоюються організмом. Деякі люди страждають на непереносимість лактози і внаслідок цього відчують дискомфорт після вживання молока та молочних продуктів. Це пов'язано із зниженим утворенням ферменту лактази в кишечнику або недостатньою його активністю. Симптоми порушення засвоєння лактози, викликані відсутністю (алактазія) або недостатністю (гіполактазія) лактази, називають непереносимістю лактози [1,2,4–13]. Люди, що страждають на лактозну непереносимість, вимушені обмежувати або повністю виключати з раціону харчування традиційні молочні продукти, або приймати препарати лактази постійно. Обмеження споживання молочних продуктів позбавляє людей легкодоступних джерел кальцію, вітаміну D, магнію, калію, білків та інших поживних речовин. Молоко і молочні продукти знижують ризик гіпертонії, колоректального раку і діабету [1,2,4–9].

Оскільки більшість людей з непереносимістю лактози можуть переносити деяку кількість лактози в своєму раціоні, їм не потрібно повністю відмовлятися від молока та молочних продуктів. Вважається, що дорослі та підлітки з малою абсорбцією лактози, можуть споживати 12 г лактози на добу, збільшення споживання лактози може викликати різноманітні прояви порушення травлення, ускладнити фізичний стан здоров'я чутливої людини, тим самим знизити рівень якості життя [4]. Висока поширеність лактозної непереносимості в розвинених країнах (70–75%) [1,2], в тому числі і в Україні (15–35%) [3], ставлять цю хворобу в ряд соціальних хвороб, що потребують широкого проведення лікувально-профілактичних заходів. У зв'язку з цим проблема розробки низьколактозних і безлактозних продуктів набуває особливої актуальності.

1.3. Загальні відомості про мембрани та мембранні процеси

Мембранами називають такі структури, розмір яких у одному вимірі (товщина), значно менший ніж у інших вимірах і крізь які відбувається масоперенос під впливом рушійних сил. Мембрана розділяє дві фази, які різняться фізично або хімічно від самої мембрани. Це можуть бути рідини або

гази. Мембрана має властивості, що дають їй змогу впливати на процеси масопереносу між фазами, які вона розділяє [36].

Мембрани для баромембранних процесів повинні відповідати таким основним вимогам: мати високорозділювальну здатність (селективність); високу питому продуктивність (проникність); хімічну стійкість до дії середовища; механічну міцність при монтажі, транспортуванні і зберіганні. Крім того, властивості мембрани в процесі експлуатації не повинні змінюватися [36,37,41,49].

До основних властивостей мембран належить:

1. Селективність (R) – здатність мембрани мати різну проникність за відношенням до різних компонентів суміші, що розділяється.

Селективність (%) розраховують за формулою (1.1):

$$R = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100, \quad (1.1)$$

де C_1 і C_2 – концентрація затримуваної речовини в вихідному розчині і у фільтраті.

Потік речовин, що пройшли через напівпроникну мембрану, називають фільтратом, або пермеатом; потік речовин, що не пройшли через напівпроникну мембрану в процесі розділення – концентратом [36,37,41,46,49].

2. Питома продуктивність (проникність) – потік речовини (об'ємний, масовий або молярний), що проходить через одиницю поверхні мембрани в одиницю часу. Так як питома продуктивність обернено пропорційна товщині ізотропної мембрани або товщині активного шару для анізотропної, коефіцієнт проникності часто відносять до одиниці товщини мембрани.

3. Пористість (об'ємна частка пор) також є важливою характеристикою мембрани, тому що гідродинамічна проникність тим вища, чим більша пористість.

В молочній промисловості використовують напівпроникні мембрани першого, другого, третього і четвертого покоління. В основі такої класифікації лежать зміни властивостей матеріалів, з яких виготовлені напівпроникні

мембрани, отже, і їх характеристик під дією основних параметрів експлуатації (температура, рН оброблюваного розчину, тиск) [36,37,41,46,49]. Під мембранами першого покоління слід розуміти мембрани, що були виготовлені з полімерів ацетатцелюлози, другого покоління – з ароматичних полімерів (поліаміда, полісульфона тощо), третього і четвертого покоління – з мінеральних речовин, металокераміки тощо. Мембрани останніх поколінь притаманна висока механічна міцність, термостійкість (до 200 °С і вище), хімічна стійкість (рН 0...14), стійкість до тиску, зносостійкість, корозійна стійкість, тривалий термін експлуатації (до 10 років). Основними недоліками таких мембран є: обмежений діаметр пор, невелика площа активної поверхні мембранного елемента, підвищена витрата миючих засобів і енергії, як наслідок, збільшення вартості і термінів окупності обладнання [49].

Сьогодні світові виробники мембран і мембранного обладнання виготовляють широкий спектр продукції, яка є доступною для споживача в залежності від цілі застосування мембранних способів обробки рідин. Більша частина мембранних процесів у світовій практиці пов'язана з ультрафільтрацією, а у харчових виробництвах – з переробкою молока і молочної сироватки.

Мембрани за конструкцією бувають чотирьох типів: плоскі; трубчасті; порожнистоволоконні; рулонні [36,37,41,46,49,59].

З окремих мембран формують конструктивні мембранні елементи, які можуть бути у вигляді рамок з двома мембранами або іншого виду. Тоді мова йде про плоскорамні елементи або у вигляді окремих волокон, трубок, рулонів. Мембранні елементи поєднуються у мембранні модулі. До складу модулів можуть входити від декількох до декількох сотень і більше елементів. У модулі конструктивно організовані потоки концентрату і фільтрату так, що вони циркулюють окремо і збираються в окремих колекторах. З мембранних модулів формують мембранні установки, які за конструкцією відповідають виду мембран і мембранних елементів (плоскорамні, порожнистоволоконні, трубчасті і рулонні).

Базова конструкція мембранної установки відображена на рис. 1.1.

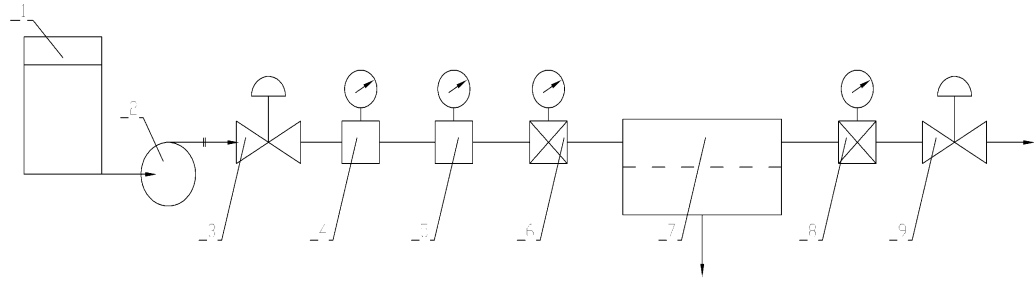


Рис. 1.1. Базова конструкція мембранної установки:

1. Ємність для вихідної речовини. 2. Насос відцентровий. 3. Клапан контролю потоку. 4. Вимірювач швидкості потоку (ротаметр). 5. Термометр. 6. Манометр вхідного тиску. 7. Мембранний модуль. 8. Манометр вихідного тиску. 9. Підпорний клапан тиску

Розрізняють чотири способи проведення процесу мембранного фільтрування: безперервне фільтрування з одноразовим проходом; періодичне фільтрування; періодичне фільтрування із зростанням об'єму; безперервне фільтрування з внутрішньою рециркуляцією.

Зазвичай, використовують чотири основні процеси мембранного фільтрування: *мікрофільтрація (МФ)*, *ультрафільтрація (УФ)*, *нанофільтрація (НФ)* і *зворотний осмос (ЗО)* (табл.1.1) [36,37].

Таблиця 1.1 - Процеси мембранного фільтрування

Процес	Розмір затримуваних частинок, мкм	Молекулярна маса частинок, кДа	Робочий тиск, МПа	Речовини, які виділяються
Мікрофільтрація	0,05-10,000	100-1000	0,02-0,30	Бактерії, жирові кульки, фракції казеїну
Ультрафільтрація	0,005-0,100	1-100	0,1-0,5	Колоїдні частинки і високомолекулярні речовини
Нанофільтрація	0,001-0,005	0,5-1,0	0,5-2,0	Лактоза, небіл-кові азотисті сполуки, част-ково мінеральні речовини
Зворотний осмос	менше 0,001	0,1-0,5	2,0-10,0	Мінеральні речовини

Ультрафільтрація – це процес фільтрації під тиском 0,1...0,5 МПа, за допомогою напівпроникних мембран, з розмірами пор 50...100 нм.

Дослідженню процесів ультрафільтрації харчової сировини та їх апаратного оформлення присвячені наукові роботи багатьох вітчизняних та іноземних вчених, серед яких Ю.І. Дитнерський, М.М. Ліпатов, О.П. Чагаровський, О.В. Круглик, Є.О. Фетисов, В.М. Гуцалюк, О.В. Конанихін, Т.І. Юдіна, Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, Н.Н. Ожгихина, О.А. Вишемирський, В. Cuartas-Uribe, R. Atra, G. Konrad та інші [14,15,28,31,38–48].

Використовуючи ультрафільтрацію при переробці маслянки, можна отримати два різних за складом і властивостями продукти: рідкий концентрат білків (ретентат) і фільтрат (пермеат), який є розчином молочних компонентів (вуглеводи, мінеральні речовини, кислоти, низькомолекулярні азотисті речовини). Ці напівфабрикати в подальшому можуть використовуватися у технології харчових продуктів.

Дослідженням процесу ультрафільтрації маслянки займалися у Харківському університеті харчування та торгівлі. Визначено раціональні технологічні параметри проведення процесу УФ розділення маслянки, досліджено показники якості продуктів УФ розділення маслянки [29,31,38,47,48].

Юдіна Т.І. досліджувала хімічний склад білкового концентрату маслянки, одержаного методом ультрафільтрації [29,31,32,90].

Математичним моделюванням процесу мембранного концентрування білково-вуглеводної молочної сировини займалися в ХДУХТ [54]. Наведено результати досліджень впливу основних параметрів процесу мембранного оброблення білково-вуглеводної молочної сировини на продуктивність ультрафільтраційних мембран. Визначено раціональні параметри проведення процесу ультрафільтраційного концентрування білково-вуглеводної молочної сировини в режимі барботування.

Діафільтрація як технологічний процес застосовується при ультрафільтраційній обробці рідких середовищ. В ідеальному випадку при ультрафільтрації вода і низькомолекулярні сполуки вільно проходять через мембрану.

По обидва боки мембрани концентрація цих сполук у водній фазі розчину буде однакова. Якщо воду, як чистий розчинник, додати до концентрату, який знаходиться над мембраною, концентрація розчинених сполук зменшиться і у концентраті і у фільтраті при подальшій ультрафільтрації. Якщо воду додавати у концентрат декілька разів, то концентрація низькомолекулярних сполук буде і надалі зменшуватися до тих пір, поки вони не будуть видалені, вимиті з концентрату. Цей процес стосовно ультрафільтрації отримав назву діафільтрація[49]. В останньому випадку об'єм доданої води для досягнення бажаного рівня чистоти розчину стосовно низькомолекулярних сполук можна визначити за виразом:

$$V = \frac{m_w}{(1-R)} \ln \frac{m_1}{m_2},$$

де V – об'єм води, потрібний на діафільтрацію; R – коефіцієнт затримання низькомолекулярної сполуки (селективність); m_w – маса води у вихідному розчині; m_1 , m_2 – відповідно маса низькомолекулярної сполуки у розчині до і після діафільтрації.

Схема процесу мембранного розділення діафільтрацією наведена на рис. 1.2.

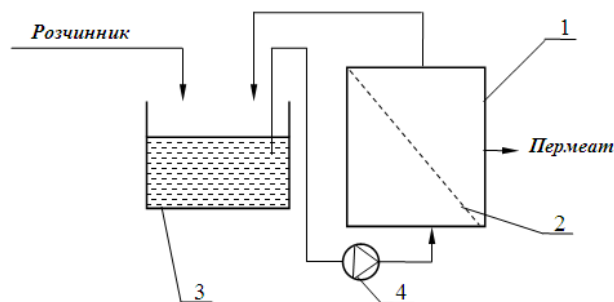


Рис. 1.2. Схема процесу мембранного розділення діафільтрацією

1 – ультрафільтраційний модуль; 2 – напівпроникна селективна мембрана;
3 – ємність з сировиною; 4 – насос.

Діафільтрація у безперервному режимі набагато ефективніша, ніж додавання води у ємність з розчином перед діафільтрацією. На практиці вихідний розчин спочатку підлягає ультрафільтрації до максимально можливого

значення фактору концентрування. Потім отриманий концентрат очищують за допомогою діяфільтрації. Таким чином, комбінацією ультра- та діяфільтрації досягають бажаного ефекту очищення високомолекулярних сполук від низькомолекулярних.

Діафільтрація є ефективним методом очищення різних високомолекулярних сполук від небажаних низькомолекулярних речовин особливо тоді, коли мова йде про збереження нативних властивостей білка, вітамінів, ферментів, їх біологічної активності. Така обробка в порівнянні з традиційними методами очищення (осадження тощо) дозволяє практично повністю зберегти біологічну цінність компонентів рідких середовищ харчової промисловості.

Чинниками, що впливають на процес діяфільтрації є: ступінь попереднього концентрування; ступінь розбавлення; число циклів розбавлення.

Вивченням діяфільтраційного очищення займалися науковці, роботи яких наведені [41,46,50–53]. Розрахунки процесу діяфільтрації молочних продуктів розглядаються в ряді робіт [46,50–53,55]. У всіх випадках розчинником продуктів є вода. У роботах [50,53] представлений теоретичний підхід до розрахунку на основі моделювання та оптимізації "ідеальної" діяфільтрації. Такий процес не враховує специфіки високо- і низькомолекулярних речовин. У цих роботах передбачається, що селективність високомолекулярних речовин $R = 1$, а низькомолекулярних $R = 0$. На практиці в залежності від типу мембран R для лактози приймає різні значення. У цих та інших [51] дослідженнях розглядається лише один варіант діяфільтрації – з безперервним розведенням при постійному обсязі продукту. Варіантів діяфільтрації може бути кілька. Це показано в розділі 3 даної роботи. В роботі [52] представлено моделювання діяфільтрації зі змінним об'ємом продукту. Харчові багатокomпонентні рідини і їх склад не враховуються. Комп'ютеризована програма Wolfram Alfa використовується для розрахунку ультра-і діяфільтрації в роботі [53].

Програма значно скорочує час розрахунків, але має справу з

діафільтрацією постійного обсягу продукту, без урахування його хімічного складу. Переважна більшість досліджень діафільтрації молочних продуктів в літературі колишнього СРСР і Росії належить В. Кругліку. Результати узагальнені в роботах [46,55]. У цих працях використовується досить складний математичний апарат. У розрахунках як розчинник враховують чисту воду, а не розчин. Об'єктом дослідження служили білкові концентрати та їх гідролізати.

Таким чином, проблема вибору варіанта діафільтрації маслянки зі збереженням мінерального складу у пресі висвітлюється частково. Роботи, в яких розчинником є нанофільтрат відсутні. Крім того, для порівняльного розрахунку варіантів діафільтрації необхідні експериментальні дані хімічного складу – продуктів ультра-і нанофільтрації маслянки. Необхідно визначити також питому продуктивність мембран обраного типу і їх селективність. Ці дані в джерелах [46,50–55] неоднозначні.

Необхідною є методика розрахунку процесу діафільтрації з НФ пермеатом, яка використовує експериментальні дані. Результати розрахунків повинні бути достовірними і досить повно відображати ефект діафільтраційного очищення.

Нанофільтрація [36,37,49,56–58] – дозволяє, як сконцентрувати молочну сировину, так і частково виділити з неї мінеральні речовини, тобто провести часткову демінералізацію до 30%. Розміри пор цих мембран становлять від 0,01 до 0,001 мкм, тому на них концентруються молочний жир, казеїнові міцели і сироваткові білки, а також лактоза і частково мінеральні солі; розмір частинок до 0,001 мкм і молекулярна маса до 1000. Нанофільтрацію проводять під тиском 2.0...10,0 МПа і температурі 50°C. У молочній промисловості нанофільтрацію використовують після ультрафільтрації молочної сировини для часткового знесолення (демінералізації) підсирної сироватки, а також часткової демінералізації фільтрату, отриманого після ультрафільтрації. Ретентат включає частину мінеральних речовин, білкові та вуглеводні компоненти, а пермеат являє собою водний розчин солей низької концентрації. Ретентат

використовують при виробництві концентратів, згущених і сухих продуктів, а пермеат може бути використаний на технологічні потреби підприємства [44,45].

Мембранні методи видалення лактози з різних продуктів переробки молока (знежиреного молока, сироватки, маслянки) застосовують з метою збільшення ступеня чистоти кінцевих продуктів, наприклад, сухих білково-ліпідних концентратів. Це дозволяє також забезпечити високий ступінь утилізації вторинних продуктів переробки молока, спростити технологічну схему, зменшити енерго- і ресурсовитрати та негативний вплив на довкілля [49]. Комбінація сучасних способів обробки ультра-, мікро-, нанофільтрація та зворотний осмос забезпечує збереження властивостей основних молочних компонентів і їх біологічну цінність [49].

Уважний розгляд проблемних публікацій призводить до висновку, що маслянка, здебільшого розглядається як цінне джерело ліпідних фракцій молока (у тому числі, мембранах оболонок жирових кульок). Застосування мембранних способів її обробки в основному направлене на ізоляцію білків і ліпідів. Встановлені особливості процесу діафільтрації як ключового процесу, що забезпечує практично повне вилучення лактози з маслянки із збереженням нативних складових молока, дають змогу подальшої розробки замкненого технологічного циклу концентрування та очищення маслянки. У порівнянні з мембранно-ферментативними та ферментативними способами видалення лактози мембранним способом дозволить організувати процес безперервно, для будь-яких обсягів безлактозної основи із високим ступенем автоматизації і контролю виробництва. Крім того у цьому випадку можна гарантувати чіткі і бажані характеристики продукту.

1.4. Моніторинг сучасних безлактозних і низьколактозних молочних продуктів

1.4.1. Запатентовані способи одержання безлактозних і низьколактозних молочних продуктів. Для видалення лактози із молочної сировини зазвичай застосовують ферментативні та мембранні способи або їх комбінування.

Відомий спосіб виготовлення безлактозного молока [60], заснований на ферментативному гідролізі лактози молока за допомогою ферменту β -галактозидази. β -галактозидаза розщеплює більш, ніж 80 % лактози на моносахариди: глюкозу і галактозу. Однак, загальна кількість цукрів при цьому методі не зменшується. Більш того, постійне вживання такого молока погано впливає на стабільність цукру в крові хворих діабетом. Прості цукри, отримані при гідролізі, викликають смак, який може бути надто солодким для деяких категорій споживачів, і може бути недоцільним у низькокалорійних дієтах. До того ж, проведення ферментативних процесів є дуже дорогим з економічної точки зору.

Відомий спосіб одержання молока, що не містить лактози, менш солодкого, ніж молоко, яке одержане виключно ферментативним гідролізом [61], в якому зниження рівня лактози здійснюють методами ультрафільтрації та діафільтрації, перш ніж молоко піддають ферментативному гідролізу. Метою УФ є концентрування високомолекулярних речовин. ДФ проводять для видалення лактози до 3% перед гідролізом. Гідроліз призводить до розпаду залишкової кількості лактози до складових, внаслідок чого молоко стає менш солодким, ніж вихідне. Недоліком даного способу є застосування при діафільтрації як розчинника води, яку додають у концентрат для видалення лактози, одночасно з лактозою з молока видаляються нативні мінеральні сполуки, що порушує його цінний сольовий состав. Ферментативний гідроліз, окрім того, не гарантує повного розщеплення лактози і призводить до накопичення інших вуглеводів, що можуть негативно вплинути на здоров'я хворих, і змінити смак молока.

Відомий спосіб виробництва безлактозного молока [63], що передбачає знежирення молока, його нагрівання, пастеризацію, подальше охолодження;

додавання молочного коагулянту і кальцієвої солі для отримання молочного згустку.

Далі молочний згусток нагрівають, розрізають з перемішуванням для одержання частинок згустку та сироватки, які збирають окремо. Частинки згустку розчиняють молочним розчинником для одержання повторно розчиненого молока з рН 6,6...7,0. Сироватку фільтрують, збирають, додають очищену воду, перемішують, знову фільтрують та збирають. Безлактозну сироватку або суху безлактозну сироватку отримують методом мембранного розділення. Повторно розчинене молоко змішують з безлактозною сироваткою або сухою безлактозною сироваткою з додаванням або без додавання натурального молочного жиру та емульгують для отримання безлактозного молока. Далі безлактозне молоко гомогенізують, підігрівають і пастеризують для отримання рідкого безлактозного молока, яке потім може бути висушене для отримання сухого безлактозного молока, або гомогенізують і пастеризують суміш одержаного безлактозного молока із звичайним молоком для одержання низьколактозного молока, яке потім може бути висушене для отримання сухого низьколактозного молока. Недоліком даного способу є його багатостадійність, негативний вплив на нативні властивості біологічно-активних речовин, періодичність і потреба в особливому обладнанні для кожної стадії.

Відомий спосіб виробництва низьколактозного і безлактозного молочного продукту [65], який передбачає гідроліз лактози у молочній сировині. Потім проводять першу нанофільтрацію гідролізованої молочної сировини для відділення білка в концентрат першої нанофільтрації, а цукри та мінеральні речовини в фільтрат першої нанофільтрації. Проводять другу нанофільтрацію фільтрату першої нанофільтрації для відділення цукру в концентрат другої нанофільтрації, а мінеральні речовини в фільтрат другої нанофільтрації. Спосіб отримання молочного продукту низьколактозного або безлактозного включає отримання безлактозного або низьколактозного молочного продукту з бажаним складом, що містить концентрат першої нанофільтрації та фільтрат другої нанофільтрації, отриманих за заявленим способом. Недоліком цього способу є

складність здійснення контролю концентрації цукрів, і відповідно, солодкості, через те, що багатоступенева НФ не гарантує повного розділення низькомолекулярних вуглеводів і мінеральних речовин.

Загальним недоліком усіх вищерозглянутих аналогів є періодичність технологічного процесу видалення лактози. В результаті отримують різні фракції, які змішують для отримання кінцевого бажаного продукту. Через необхідність зберігання проміжних фракцій зростають витрати на додаткове обладнання та КВПтаА.

Відомий спосіб виробництва молочного продукту, що не містить лактозу [67], що передбачає пастеризацію і охолодження молока, його ультрафільтрацію, нанофільтрацію отриманого УФ-пермеату та концентрування НФ-пермеату зворотним осмосом. Потім здійснюють гідроліз молочного продукту за допомогою лактази. Гідроліз може бути здійснено протягом 1...36 годин при 5...70 °С. Ультрафільтрацію проводять з коефіцієнтом концентрування $k = 1...4$, (оптимальне значення $k_{\text{опт}} = 1,5...2$), нанофільтрацію УФ-пермеату – з $k = 1...6$ ($k_{\text{опт}} = 3...5$), а зворотній осмос – з $k = 2...20$ ($k_{\text{опт}} = 5...12$). Отриманий ЗО-концентрат використовують як сіль, яку додають до УФ-концентрату. Як сіль, яку додають до УФ-концентрату, також може бути використана інша сіль, зокрема, сіль молочної сироватки. При цьому передбачено регулювання вмісту сухої речовини в молочній продукції шляхом додавання води. Відповідно до опису даного способу, відновлення сольового балансу УФ-концентрату перед здійсненням гідролізу лактазою здійснюють так: а) одержаний УФ-концентрат (69,2 мас.%) змішують з одержаним ЗО-концентратом (10,5 мас. %) і водою (20,3 мас.%); б) одержаний УФ-концентрат змішують (69,2 мас.%) із сольовим концентратом, одержаним з НФ-пермеату сироватки (10,5 мас. %) і водою (20,3 мас.%).

Але спосіб має низку суттєвих недоліків:

1. Кожен з мембранних процесів, наведений у прикладах опису заявленого способу, за матеріальним балансом не дозволяє проводити процес безперервно, для будь-якого об'єму молочної сировини, що збільшує виробничі

витрати і призводить до ризику вторинного обмінення молочної сировини на окремих стадіях (ультра-, нанофільтрації та зворотнього осмосу). Через періодичність здійснення технологічного процесу виникає необхідність використання додаткового обладнання та КВПтаА.

2. Видалення лактози в заявленому способі здійснюють шляхом простого розбавлення УФ-концентрату ЗО-концентратом та водою, за рахунок чого збільшується об'єм і, відповідно, зменшується концентрація лактози, яка додатково гідролізується ферментами.

3. Застосування ферментативного гідролізу потребує певного часу, спеціального обладнання, контролюючих заходів (постійний хімічний аналіз молока та контроль технологічних параметрів (температура, час)), а також додаткових операцій, пов'язаних з інактивацією ферменту лактази.

4. Застосування ферментів призводить до накопичення продуктів гідролізу і утворення стороннього смаку.

5. Оскільки підтримання сольового складу та збереження смаку молочної сировини досягається внесенням сольового ЗО-концентрату та води, це значно ускладнює технологічну схему, зокрема, і через проведення вказаних операцій періодичним способом.

6. Застосування для концентрування НФ-пермеату зворотнього осмосу потребує спеціальних мембранних апаратів, які працюють при підвищеному тиску (від 20 до 100 атм.), що призводить до зростання енерговитрат при здійсненні способу і ускладнює технологічну схему.

7. Додавання інших солей до УФ-концентрату, зокрема солей молочної сироватки, для одержання яких застосовують складний і тривалий хроматографічний процес, який не призводить до отримання сухої солі, тобто додатково потрібно висушування. Це потребує організації окремого багатоступеневого високотехнологічного і енерговитратного виробництва. Зберігання такого продукту потребує, через високу гігроскопічність, спеціальної упаковки та умов зберігання. Окрім того, внесення сторонніх солей у готовий продукт для відновлення сольового балансу може порушити розчинність

біополімерів і, викликати, як наслідок, їх коагуляцію, що призведе до втрати біологічної цінності.

1.4.2. Безлактозні і низьколактозні продукти, що присутні на ринку. Інтollerантність до лактози до недавнього часу здебільшого була притаманна грудним дітям або людям похилого віку, тому асортимент молочних продуктів зі зниженим вмістом лактози був представлений низьколактозним молоком для геродієтичного харчування та низько- або безлактозними сумішами для дитячого харчування. В останні роки в усьому світі здійснюються заходи щодо створення і впровадження у виробництво молочних продуктів для хворих всіх вікових категорій з харчовими алергіями і патологіями органів травлення, що супроводжуються нестерпністю до окремих компонентів їжі, в тому числі і молочного цукру [68–76].

В країнах ЄС вміст лактози в безлактозних продуктах не повинен перевищувати 0,1 г на 100 г готового продукту, в низьколактозних продуктах – 1 г на 100 г готового продукту (в Україні нормативи не прийняті) [77].

Сьогодні при виробництві молочної продукції з низьким вмістом лактози застосовують декілька способів. Досить поширені технологічні прийоми, коли лактоза розпадається у процесі традиційного виробництва. Це стосується, насамперед, кисломолочних продуктів. Природній вміст лактози у цьому випадку зменшується внаслідок розвитку молочнокислої мікрофлори. Кисломолочні бактерії розкладають тільки деяку частку лактози [74].

Найбільш розповсюдженим способом зменшення вмісту лактози у молоці і молочних продуктах є використання ферменту лактази. Лактаза здатна розкладати до 98% лактози. З лактози утворюється глюкоза та галактоза. Вихідний склад молока в основному зберігається. Однак, за рахунок глюкози молоко набуває солодкого присмаку. Не всім споживачам таке молоко стає до вподоби. Крім того, невелика (близько 1...2%) частка лактози залишається у молоці. Для хворих із високою чутливістю до лактози подібні низьколактозні продукти викликають негативну реакцію організму. Процес ферментативного гідролізу здебільшого є періодичним, а фермент дорогим [70,76].

Для подібних випадків несприйняття лактози розроблене повністю безлактозне молоко. На ринку безлактозних молочних продуктів домінують такі, що випускають торгові бренди Valio Zero Lactose, Real Goodness, Tine Lactosefri, Latter тощо. У основі технології безлактозного молока є винаходи, захищені патентами, фірми Valio. При застосуванні ферментів їх додають безпосередньо в молоко або у пакет, призначений для фасування молока, або використовують іммобілізований варіант лактази. Останній спосіб дозволяє використовувати фермент повторно, але призводить до втрати активності [68,69]. Недоліки ферментативного гідролізу, окрім солодкого смаку молока, пов'язані також із жорстким контролем рН, температури та тривалості процесу. Також необхідно виключити розвиток сторонньої мікрофлори у процесі інкубації лактози.

Останнім часом деякі виробники (Dunker, Rohman, Considini), з метою зменшення вмісту лактози (приблизно до 1...1,6%) до гідролітичного розщеплення застосовують мембранні методи. Це дозволяє значно зменшити солодкість продукту після ферментної обробки.

Визнаним лідером у впровадженні мембранного сепарування лактози з молока є фірма Valio. Технологія цієї фірми дозволяє випускати молоко із вмістом лактози на рівні 0,01%. Технологія мембранної фільтрації фірми Valio має за основний ультрафільтраційний процес обробки молока. Коли у молоці забезпечується мінімальна за технологією концентрація лактози, у молоко додається фермент лактаза [68,69].

Щодо ринку безлактозних продуктів в Україні, то тільки один молочний холдинг «Мілкіленд-Україна» в 2015 р. вивів на ринок нову торгову марку «LatteR», під якою випускаються безлактозні молочні продукти (йогурт питний, кефір термостатний, сметана, кисломолочний сир, йогурт по-грецьки, сир та масло). Технологічний процес передбачає ферментативний спосіб видалення лактози, теплову обробку до та після ферментації молочної сировини. Що відповідно має свої недоліки описані вище. Тому розширення асортименту безлактозних та низьколактозних молочних продуктів є актуальним.

ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 1

1. Маслянка є біологічно цінною дієтичною молочною сировиною, склад і властивості якої дозволяють використовувати її як основу для виробництва харчових продуктів.

2. Серед різних способів зменшення вмісту лактози у маслянці найперспективнішими є мембранні, зокрема діафільтрація, які не використовують сторонніх речовин, не порушують нативні властивості маслянки.

3. Проблема вибору варіанта діафільтрації вторинної молочної сировини, зокрема маслянки, зі збереженням мінерального складу залишається актуальною. Вибір варіанту діафільтрації тісно пов'язаний з належною методикою розрахунку.

4. Одержання НФ пермеату нанофільтрацією УФ пермеату маслянки, як розчинника при діафільтрації УФ ретентату маслянки, дозволить ефективно видаляти лактозу при цьому зберігати його мінеральний склад.

5. Моніторинг методів виділення і концентрування білково-ліпідної фракції маслянки свідчить про переваги мембранних методів, зокрема ультрафільтрації.

6. Моніторинг українського ринку безлактозних і низьколактозних продуктів свідчить про гостру проблему дефіциту цих продуктів, що робить актуальними і перспективними наукові розробки в цій галузі.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

Досліди проводились в два етапи: теоретичний і експериментальний.

Об'єкти досліджень: маслянка, отримана способом періодичного збивання (ТОВ «Гормолзавод №1», м. Одеса); ультрафільтрат молока (ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат», Київська область, м. Біла Церква); відповідно ДСТУ 4623:2006; продукти ультрафільтрації, нанофільтрації, діафільтрації, що тримані в лабораторних умовах.

2.2. Обладнання, що задіяне в дослідженнях

Ультрафільтраційне концентрування маслянки. Для обробки маслянки використовували лабораторну мембранну установку для ультрафільтрації УПЛ-0,6 (рис.2.1).



Рис. 2.1. Лабораторна мембранна установка для ультрафільтрації УПЛ-0,6

У складі установки є половолоконний модуль АР-0,2 з мембранами ВПУ-15. Молекулярна маса розділення мембран (cut-off) 15 кДа. Матеріал мембран – поліамід.

У ході обробки визначали фактор концентрування маслянки за формулою (2.1):

$$\text{ФК} = \frac{V_o}{V_k}, \quad (2.1)$$

де V_o, V_k – початковий і кінцевий об'єм маслянки при ультрафільтрації відповідно.

Селективність мембран по білку та лактозі визначали за формулою (2.2), (%):

$$R = \frac{C_k - C_f}{C_k}, \quad (2.2)$$

де C_k , C_f – концентрація компонентів в концентраті та фільтраті відповідно, %.

Робочий тиск процесу визначали за формулою (2.3):

$$P = \frac{P_{вх} + P_{вих}}{2}, \quad (2.3)$$

де $P_{вх}$, $P_{вих}$ – тиск на вході і виході з модуля відповідно, МПа.

Нанofільтрація УФ пермеату маслянки. В експериментах використовували плоскорамну мембранну установку, оснащену мембранами з ефірів целюлози для нанofільтрації ОПМН-П. Умови експлуатації мембран: максимальна температура – 50 °С, робочий діапазон від 2 до 12 рН. Робочі характеристики наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 Робочі характеристики мембран ОПМН-П

Марка мембрани	Значення
Робочий тиск, МПа	1,6
Мінімальна продуктивність по фільтрату при температурі 25 °С, дм ³ /м ² год	100
Селективність, %	
по 0,2%, $MgSO_4$, не менше	98,5
по 0,15%, $NaCl$, не менше	55,0
Стійкість з Cl , млн ⁻¹ , не менше	1

Вид мембран і установки, що використовували у роботі представлені на рис.2.2. та 2.3.



Рис. 2.3. Мембрана марки ОПМН-П



Рис. 2.3. Лабораторна установка ФТ-01

Установка укомплектована шестеренчастим насосом високого тиску. Мембрани мають форму диска. Загальна площа мембран в установці 0,5 м². В ході концентрування визначали продуктивність мембран за допомогою мірного циліндра і секундоміра. В НФ пермеаті визначали лактозу і мінеральні речовини. Отриманий НФ пермеат використовували для діафільтрації УФ ретентату маслянки як буфер.

Діафільтрація УФ ретентату маслянки. В лабораторних умовах безперервний процес діафільтрації здійснювали в установці, наведеній на рис. 2.5, що містить водний термостат 1; ємність 2 для УФ-ретентату, розміщену всередині термостату 1; магнітну мішалку 3, розташовану у ємності 2; скляні трубки 4а, 4б, 4в; перистальтичний насос 5, порожнистоволоконний модуль 6, на вході і виході якого встановлені манометри 7а, 7б, мірний циліндр 8, кран 9, триходовий кран 10 та ємність для НФ-пермеату 11.

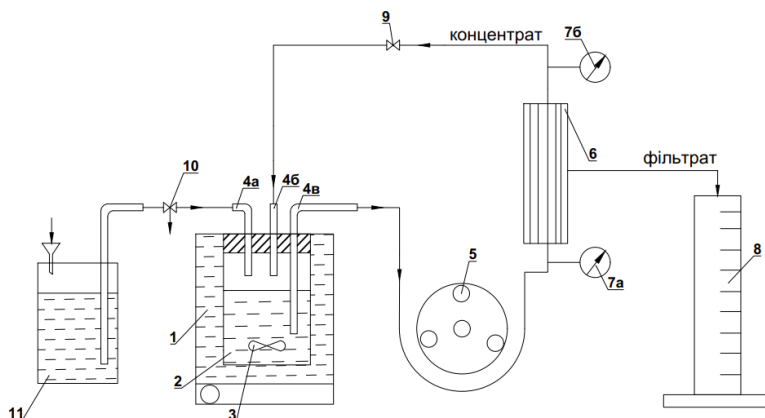


Рис.2.5. Схема лабораторної мембранної установки для дослідження процесу діафільтрації УФ ретентату маслянки

Один кінець кожної із скляних трубок 4а, 4б, 4в розміщений у ємності 2 для УФ-ретентату. Другий кінець трубки 4а силіконовим шлангом поєднаний з ємністю 11 для НФ пермеату. Між ємністю 2 та ємністю 11 встановлений триходовий кран 10 (контур подачі НФ-пермеату). Другий кінець трубки 4б силіконовим шлангом поєднаний з виходом мембранного модуля 6. Між ємністю 2 та мембранним модулем 6 встановлений кран 9 (контур повернення УФ-ретентату у вихідну ємність 1). Другий кінець трубки 4в силіконовим

шлангом поєднаний з входом мембранного модуля 6. Між ємністю 2 та мембранним модулем 6 встановлений перистальтичний насос 5 (контур подачі УФ-ретентату до порожнистоволоконного мембранного модуля 6).

Безперервність процесу досягалася через герметичність системи і забезпечення постійного об'єму УФ-ретентату, який очищували від лактози.

У ємність 2 поміщали пастеризовану охолоджену маслянку і проводили ультрафільтрацію для досягнення необхідного фактору концентрування (ФК = 3...5) при відкритому триходовому крані 10 і порожній ємності 11. Одержаний УФ-пермеат збирали в окрему ємність (на кресленні не показано), а потім піддавали нанофільтрації для отримання НФ-пермеату, що необхідний для очищення УФ-ретентату. Для проведення діафільтрації в ємність 11 додавали потрібну кількість НФ-пермеату так, щоб забезпечити безперервне надходження його до ємності 2. Безперервність очищення при постійному об'єму УФ-ретентату досягалася тим, що по мірі видалення пермеату рівень рідини у вихідній ємності 2 знижувався, що призводило до розрідження у ємності 2; відповідно розрідженню, з ємності 11 відбувалася подача НФ-пермеату до ємності 2. Таким чином, об'єм УФ-ретентату весь час залишався постійним. При необхідності, для досягнення потрібного рівня очищення у ємність 11 додавали необхідну кількість НФ-пермеату, який отримували при нанофільтрації УФ-пермеату від ультрафільтрації іншої молочної сировини (сирної сироватки при виробництві сиру «Фета»). Регулюванням тиску краном 9 і швидкості потоку через модуль змінювали витрати пермеату. Продуктивність процесу визначали за об'ємом пермеату за допомогою мірного циліндра 8 і секундоміра. Під час діафільтрації контролювали вміст лактози в НФ-пермеаті та УФ-ретентаті. Для вирівнювання концентрації в об'ємі застосовували магнітну мішалку 3. Температуру підтримували водним термостатом 1. При досягненні потрібного рівня очищення діафільтрацію припиняли шляхом відключення насосу 5, роз'єднання трубопроводів і крана 10 від ємності 2. Далі з ємності 2 зливали одержаний молочний безлактозний білково-ліпідний концентрат.

Ефективність видалення лактози розраховували в залежності від концентрацій під час очищення за формулою (2.4) :

$$EB = \frac{C_{\text{ко}} - C_{\text{кк}}}{C_{\text{ко}}} \times 100 \% , \quad (2.4)$$

де $C_{\text{ко}}$, $C_{\text{кк}}$ – концентрації лактози на початку і в кінці процесу відповідно для певного діаб'єму буфера, %.

Діафільтраційний об'єм буфера складав відношення:

$$DV = \frac{V_{\text{ф}}}{V_{\text{к}}} , \quad (2.5)$$

де $V_{\text{ф}}$ - об'єм відібраного пермеату (фільтрату), $V_{\text{к}}$ – первинний об'єм ретентату (концентрату) маслянки, взятий для очищення.

2.3. Методи досліджень

2.3.1. Методи визначення органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників. При виконанні роботи застосовували наступні стандартні загальноприйняті в дослідницькій практиці фізико-хімічні, мікробіологічні та реологічні методи досліджень:

- *органолептичні показники – за ДСТУ 3662–97 [138];*
- *температура – за ГОСТ 26754-85 [139];*
- *титрована кислотність, титриметричний метод – за ГОСТ 3624-92 [140];*

У конічну колбу на 15°-20° см³ піпеткою відміряють 1° см³ концентрату, 2° см³ дистильованої води і додають 2-3 краплі 1%-вого спиртового розчину фенолфталеїну. Суміш старанно перемішують і титрують водним розчином гідроксиду натрію концентрацією °,1 моль/дм³ до появи слабо-рожевого забарвлення відповідно до контрольного еталону, яке не зникає впродовж 1 хв. Кислотність концентрату в градусах Тернера дорівнює об'єму водного розчину гідроксиду натрію, витраченого на нейтралізацію 1° см³ ББКМ, помноженого на 1°. Розбіжність між паралельними визначеннями має бути не більше 2,6°Т. Як виключення, для оцінки нетоварного молока допускають визначення

кислотності без додавання води, одержаний при цьому показник зменшують на 2°Т.

– *активна кислотність, потенціометричний метод – за ДСТУ 8550:2015 [141];*

Суть методу визначення активної кислотності молока й молочних продуктів базується на вимірюванні різниці потенціалів між двома електродами (вимірювальним і електродом порівняння), зануреними в аналізовану пробу.

Визначення активної кислотності в молоці та молочних продуктах проводиться за допомогою рН-метра, але підготовка проби залежить від виду й консистенції молочного продукту і виконується згідно з нормативним документом. Для визначення рН використовують рН-метри.

– *густина, ареометричний метод – за ГОСТ 3625-84 [142];*

Ареометричний метод полягає у вимірюванні густини молока занурюванням ареометра в циліндр із дослідною пробєю та візуальному відліку показників густини зі шкали ареометра.

Пробу в кількості 0,25 або 0,5л ретельно перемішують і обережно наливають по стінці в сухий циліндр, який слід тримати похило, щоб запобігти утворенню піни.

Циліндр з пробєю встановлюють на горизонтальній поверхні.

Сухий і чистий ареометр повільно занурюють, після чого залишають його у вільно плаваючому стані на 1-2 хв. Ареометр не повинен торкатися стінок циліндра.

Роблять два відліки, один по верхній шкалі (температура), другий по нижній (густина). Температуру визначають з точністю до 0,5°С, густину з точністю до 0,5°А. Меніск повинен знаходитись на рівні ока. Відлік роблять на верхньому краю меніска до половини поділки найменшого ділення шкали.

– *масова частку жиру, гравіметричний метод (контрольний) – за ДСТУ ISO 7208-2002 [143];*

Зважують в дві склянки місткістю 25 або 50 см з відліком показань до 0,005 г по 20 мл ББКМ. Потім доливають по 4-5 см сірчаної кислоти щільністю 1500-

1550 кг / м. Вміст перемішують скляними паличками до отримання однорідної маси, переливають без втрат через маленьку лійку в два жироміра, поміщені в штатив, змиваючи стаканчик, воронку і паличку кислотою тієї ж концентрації. Загальний обсяг витраченої кислоти повинен становити 16,5-17,5 см і рівень рідини в жироміра повинен бути на 4-6 мм нижче основи горлечка жироміра, що регулюють додаванням кислоти. Додають по 1 см ізоамілового спирту.

Жироміри закривають сухими пробками, вводячи їх трохи більше ніж наполовину в горловину жироміра. Змішують вміст жироміра, енергійно струшуючи і перевертаючи 2-3 рази до повного розчинення білкових речовин. Встановлюють жироміри пробкою вниз у водяну баню при температурі $(65 \pm 2) ^\circ \text{C}$ на 7-10 хв для згущеного молока і згущених вершків і на 30 хв для згущених консервів з кавою і какао. Протягом цього часу жироміри кілька разів виймають з лазні і енергійно струшують.

Жироміри вставляють в патрони центрифуги, направляючи градуйованою частиною до центру і центрифугують протягом 5 хв, рахуючи часу з моменту досягнення швидкості обертання. При непарному числі жироміра з розглянутих продуктом в центрифугу для рівноваги поміщають жиромір, заповнений 10 см води і 10 см сірчаної кислоти. Жироміри виймають з центрифуги, регулюють за допомогою гумової пробки стовпчик жиру так, щоб він знаходився в градуйованою частини і нижня межа збігалася з будь-яким значенням, і занурюють жироміри градуйованою частиною вгору в водяну баню $(65 \pm 2) ^\circ \text{C}$ на 5 хв. Через 5 хв жироміри виймають з водяної бані і швидко проводять відлік жиру.

При відліку жиромір тримають вертикально, причому межа жиру повинна бути на рівні очей. Рухом пробки вгору або вниз встановлюють нижню межу стовпчика жиру на будь-якому розподілі шкали і від нього відраховують довжину стовпчика жиру до нижньої точки меніска верхньої межі. Кордон розділу жиру і кислоти повинна бути різкою, а стовпчик жиру прозорим. Показання жироміра виражають у відсотках з відліком до найменшої поділки шкали жироміра.

Жиросміри знову поміщають на 5 хв у водяну баню, центрифугують протягом 5 хв, витримують на водяній бані протягом 5 хв і визначають величину стовпчика жиру з відліком показань до найменшого ділення. Якщо величина стовпчика жиру відрізняється від попереднього вимірювання більш ніж на половину похибкою зважування (0,05%), то центрифугування повторюють втретє.

Якщо після третього центрифугування величина стовпчика жиру знову збільшилася більш ніж на 0,05%, то проводять четверте центрифугування, кожен раз термостатують жиросмір в водяній бані до і після центрифугування по 5 хв.

- масова частку золи – за Г. Ініховим [144];
- масова частка білку, метод Кьельдаля – за ДСТУ 8063:2015 [145];

Метод базується на мінералізації наважки продукту під час нагрівання з концентрованою сульфатною кислотою в присутності каталізаторів. При цьому Карбон та Гідроген органічних сполук окислюються до діоксиду карбону та води, а Нітроген, що вивільняється у вигляді аміаку, з'єднується в колбі з сульфатною кислотою, утворюючи сульфат амонію.

На наступних стадіях дистиляції розчин сульфату амонію обробляють концентрованим розчином гідроксиду натрію, при цьому аміак вивільняється та уловлюється титрованим розчином сульфатної кислоти. Надлишок сульфатної кислоти титрують розчином гідроксиду натрію. Метод К'ельдаля застосовують в кількох модифікаціях, які відрізняються в основному умовами мінералізації. Для прискорення процесу вводять різні каталізатори (оксид купруму, селен, свинець та ін.), підвищують температуру кипіння сульфатної кислоти додаванням солей, сульфату калію або натрію, поєднують додавання каталізатора та солей під час спалювання наважки. Методом К'ельдаля в будь-якій модифікації визначається загальна кількість Нітрогену. Масова частка білка розраховується множенням отриманої величини загальної кількості Нітрогену на коефіцієнт 6,25, виходячи з того, що в білках у середньому міститься 16 % Нітрогену. Умовність отриманих результатів у разі такого перерахунку очевидна, оскільки не весь Нітрогену харчового продукту знаходиться у формі

білка і, крім того, відсотковий вміст Нітрогену в білках коливається як в сторону збільшення, так і в сторону зниження від 16 %.

– *амінокислотний склад, методом хроматографії* на автоматичному аміноаналізаторі S 433 (компанія "АЛТ Україна Лтд", м. Київ);

– *масова частка сухих речовин, метод висушування проби;* рефрактометричний метод – за ДСТУ 8552:2015 [146];

– *кріоскопична температура, кріоскопичний метод* – за ДСТУ ГОСТ 30562:2003 (ИСО 5764-87) [148] та на вимірювальному комплексі, розробленому здобувачем та науковцями ОНТУ;

– *масова частка лактози, ферментативний спосіб* – за стандартом ФРН DIN 10344-82 [150], що заснований на гідролізі лактози до глюкози і галактози, подальшому окисненні сумарного вмісту галактози в присутності НАД + і визначенні кількості НАДН, що утворився, спектрометричним методом;

– *масова частка фосфоліпідів* – за ГОСТ 26183-84 (ДСТУ 4556:2006) [151]; метод заснований на екстракції фосфоліпідів із сухого продукту неполярним розчинником (гексаном), осаджування фосфоліпідів із розчину ацетоном та зважування отриманого осаду;

– *пероксидне число* – за ДСТУ 4570:2006; *кислотне число* – за [152];

– *жирнокислотний склад, методом газорідинної хроматографії* на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 (науково-сервісна фірма «ОТАВА», м. Київ) з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаному капілярною колонкою SP-2560 (95% бисуанорпропу 1/5 % суанорпропулphenyl polysiloxane, Supelco), довжиною 100 м. Програмування температури термостату колонок від 40 °С до 260 °С. Температура дозатора 280 °С. Температура детектора 290 °С. Газ-носії – гелій. Для ідентифікації хроматографічних піків та їх обрахунку використовували стандарти метилових ефірів окремих жирних кислот;

– *масова частка кальцію, комплексонометричним титкуванням* – за Дуденковим [44];

2.3.2. Методи визначення структурно-механічних властивостей матеріалів. Дослідження в'язкісних характеристик проводили на капілярному віскозиметрі ВПЖ-2 (діаметр 1,31 мм) та ротаційному віскозиметрі Реотест-2, в основі принципу якого лежить вимірювання одномірного здвигу, що виникає при дотичному зміщенні шарів продукту, використовувалась вимірювальна система циліндрів Н/Н.

Ефективну в'язкість визначали за формулою:

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma} * 100 \quad (2.9)$$

де η – ефективна вязкість, Па·с; τ – дотична напруга на зріз, Н/м²; γ – швидкість деформації, с⁻¹.

$$\tau = Z * a, \quad (2.10)$$

де Z – константа циліндру, Н/(м²·поділ.шк.); a – значення шкали індикаторного приладу, поділки шкали.

2.3.3. Спеціальні методи досліджень. *Піноутворювальну здатність білкових сумішей* визначали за методикою [155] за кількістю піни, що утворилась із постійного об'єму.

Піноутворювальну здатність у відсотках розраховують за формулою:

$$\Pi = \frac{V_o \times 100}{V_p}, \quad (2.11)$$

де V_o - об'єм піни, що утворилася, см³;

V_p - вихідний об'єм рідини, см³.

Стійкість піни у хвилинах визначали за здатністю піни зберігати загальний об'єм, дисперсний склад після закінчення певного проміжку часу.

Стійкість піни (С) у відсотках розраховують за формулою:

$$C = \frac{V_{30} \times 100}{V_0}, \quad (2.12)$$

де V_{30} – об'єм піни після 30 хв, см³;

V_0 – первинний об'єм піни, см³.

За результат випробувань приймають середнє арифметичне результатів трьох паралельних визначень.

Визначення емульгувальної здатності молочних концентратів. Наважку безлактозного концентрату маслянки поміщали в посудину з нержавіючої сталі, заливали водою, термостатували при 50 °С в водяній бані протягом 15 хвилин і, при перемішуванні на мішалці МШ-1 зі швидкістю 80 об/хв, доводили до температури 25-27 °С, а потім вносили тонкою цівкою олію. Грубу емульсію диспергували на лабораторному гомогенізаторі типу 3021 (ПНР) протягом 3 хвилини зі швидкістю обертання мішалки 5000 об/хв.

Стійкість емульсії визначали методом центрифужних пробірок – за ГОСТ 30004.2-93;

Антиоксидантну активність, експрес-методом – за [161], що заснований на каталітичній реакції переносу електрона продуктом в системі: нікотинамідаденіндинуклеотид відновлений НАД·Н₂-К₃Fe(CN)₆ ферриціанід калію. Критерієм оцінки антиоксидантної активності функціонального інгредієнту стало визначення відношення їх оптичної густини у системі NAD·Н₂-К₃[Fe(CN)₆] до оптичної густини самої системи в часі.

Програмні засоби й комп'ютерні технології, що використовувалися в кваліфікаційній роботі.

У роботі використовували такі комп'ютерні технології: пакет MS Office версії 2012, 2016, програми Table Curve 2D та Table Curve 3D. Обробка результатів досліджень здійснювалася на ПЕОМ класу AMD Ryzen 5. Статистична обробка експериментальних даних проводилася з використанням EXCEL. Точність отриманих результатів забезпечувалася 3-4-кратною повторюваністю дослідів. Апаратурно-технологічні схеми виробництва концентрату виконували у системі комп'ютерної програми для автоматизованого проектування AutoCAD 2020. Пошук та обмін інформацією здійснювався за допомогою Opera Stable у глобальній мережі Інтернет.

Відбір проб. Відбирання проб, готування до випробувань проводять згідно з ГОСТ 26809 (щодо сиркових виробів та напівфабрикатів), ДСТУ ISO 707, ГОСТ 26929, ДСТУ IDF 122В.

Перед відкриванням, за необхідності, транспортне або спожиткове пакування очищають від забруднень, промивають або протирають.

У першу чергу відбирають проби для контролювання за мікробіологічними показниками. Для цього проби відбирають і готують за правилами згідно з ГОСТ 9225 або ДСТУ ISO 707.

Температуру (окрім сиру, сухих та згущених молочних продуктів) та масу нетто продукту визначають перед відбиранням проб у кожній паковальній одиниці, що включена у вибірку.

Температуру продукту в цистерні визначають у кожній окремій секції, а масу нетто — в цистерні або окремо по секціях.

Лінійні розміри сирів (у разі потреби) визначають у кожній головці, долученої у вибірку.

Густину продукту визначають в об'єднаній пробі.

Органолептичні показники визначають в одній із паковальних одиниць з продуктом, долучених у вибірку; для продукту в цистернах — у кожній цистерні або її секції.

Хімічні показники визначають у пробі для контролювання, взятій з об'єднаної проби продукту.

При складанні об'єднаної проби продукту, число точкових проб від кожної одиниці пакування, включеної у вибірку, повинно бути однакове.

Об'єм або маса об'єднаної проби продукту в спожитковому пакуванні повинна бути не менше ніж об'єм або маса продукту, що включена у вибірку.

Пробу для контролювання виділяють з об'єднаної проби після надання їй гомогенного стану.

Після відбирання проб із транспортного пакування, продукт, який залишився в ньому, приєднують до партії.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Надано характеристику об'єктів дослідження та схеми обладнання, що задіяне у експериментальних дослідженнях.

2. Наведено опис стандартних загальноприйнятих в дослідницькій практиці органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та функціонально-технологічних методів дослідження.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Діафільтрація – варіант баромембранного процесу поділу розчинених високомолекулярних і низькомолекулярних компонентів, при якому концентрат розбавляють розчинником. Концентрація сполук у продукті знижується. Подальша ультрафільтрація розведеного розчину призводить до перерозподілу розчинених речовин. Низькомолекулярні речовини з розчинником проходять через мембрану, високомолекулярні затримуються.

Якщо в якості розчинника використовувати воду, то при діафільтрації маслянки разом з лактозою видаляються солі. Цей недолік усувається при використанні в якості розчинника лактози НФ пермеату, що отриманий нанофільтрацією УФ пермеату маслянки. НФ пермеат має мінеральний склад ідентичний маслянці.

Вибір оптимального з можливих варіантів вимагає певних розрахунків [162].

Можливі варіанти процесу діафільтраційного очищення маслянки від лактози викладені нижче.

3.1. Розроблення прикладної методики для розрахунку оцінки ефективності діафільтраційного способу очищення маслянки від лактози із збереженням мінерального складу

Періодичний процес з однократним розведенням концентрату. В цьому випадку УФ ретентат маслянки відразу розводиться необхідною кількістю НФ пермеату, що не містить лактозу, отриманого при нанофільтрації УФ пермеату маслянки. Кількість НФ пермеату визначається необхідною кінцевою концентрацією лактози в продукті. Після розведення проводять ультрафільтрацію, доводячи об'єм концентрату до початкового.

Для спрощення міркувань візьмемо до уваги, що лактоза і мінеральні речовини знаходяться у водній фазі маслянки. Жир і білок в діафільтрації не беруть участь. В такому випадку кратністю розведення водної фази маслянки назвемо величину

$$Kp = \frac{V_0 + V_{нф}}{V_0}, \quad (3.1)$$

де V_0 , $V_{нф}$ – відповідно початковий об'єм водної фази маслянки і діафільтраційний об'єм НФ пермеату, дм^3 .

Кінцева концентрація лактози після проведення діафільтрації буде в стільки разів менше початкової, у скільки розведена водна фаза маслянки з урахуванням селективності мембрани

$$C_k^l = \frac{C_0^l}{Kp} (1 + R^l), \quad (3.2)$$

де C_0^l, C_k^l – відповідно початкова і кінцева концентрації лактози в водній фазі маслянки, %.

Селективність мембрани по лактозі

$$R^l = \frac{C_{кон}^l - C_{ф}^l}{C_{кон}^l}, \quad (3.3)$$

де $C_{кон}^l, C_{ф}^l$ – відповідно концентрації лактози в водній фазі маслянки в УФ ретентаті і УФ пермеаті, %.

В цьому і подальших розрахунках приймаємо, що щільність розчину, який діафільтрують, дорівнює 1 кг/дм^3 .

Необхідний діафільтраційний об'єм НФ пермеату для досягнення необхідної кінцевої концентрації лактози C_k^l легко обчислюється з виразу (3.1) з урахуванням (3.2):

$$V_{нф} = V_0 (Rh - 1). \quad (3.4)$$

Якщо необхідно врахувати весь об'єм маслянки, взятий для діафільтрації, то вводять поправку на високомолекулярні сполуки

$$V_{нф} = V_0 (1 + C^{BMC} \times 0,01) (Kp - 1), \quad (3.5)$$

де C^{BMC} – концентрація високомолекулярних речовин (білка і жиру) в маслянці, які не беруть участі в процесі діафільтрації, %.

Початковий об'єм концентрату маслянки, взятий на оброблення позначимо

$$V_{он} = V_0 (1 + 0,01 \times C^{BMC}). \quad (3.6)$$

Якщо відома питома продуктивність мембрани G , $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$, яка залежить від характеристик цієї мембрани, параметрів процесу, хімічного складу маслянки тощо, то можна визначити час, за який в установці з площею мембран F буде досягнута необхідна кінцева концентрація лактози

$$\tau = \frac{V_{\phi}}{G \times F}, \quad (3.7)$$

де $V_{\text{нф}}$ – діафільтраційний об'єм, дм^3 ; F – площа мембран в установці, м^2 .

Періодичний процес з багаторазовим розведенням концентрату маслянки.

У цьому випадку вихідний об'єм маслянки проходить циклічну обробку «розведення–фільтрування» кілька разів. За весь час обробки, в такий спосіб, маслянка пройде N однотипних циклів обробки.

Кратність розведення водної фази маслянки за один цикл складе

$$Kp^1 = \frac{V_0 + V_{\text{нф}}^1}{V_0}, \quad (3.8)$$

де $V_{\text{нф}}^1$ – діафільтраційний об'єм НФ пермеату для одного циклу розведення, дм^3 .

За N циклів розведення буде витрачено діафільтраційний об'єм НФ пермеату

$$V_{\text{нф}}^N = N \times V_{\text{нф}}^1. \quad (3.9)$$

Кратність розведення водної фази маслянки за N циклів дорівнює

$$Kp^N = (Kp^1)^N. \quad (3.10)$$

В кінцевому підсумку концентрація лактози в водній фазі маслянки після проведення N циклів діафільтрації складе

$$C_{\kappa}^n = \frac{C_o^n}{(Kp^1)^N} \times (1 + R^n), \quad (3.11)$$

де Kp^1 – кратність розведення водної фази за 1 цикл.

Початковий об'єм маслянки при цьому пов'язаний з об'ємом водної фази і концентрацією білка і жиру виразом (3.6).

Періодичний процес з безперервним розведенням концентрату маслянки (рис. 3.1). За цим варіантом до вихідного об'єму маслянки безперервно додають НФ пермеат так, щоб його витрата дорівнювала витраті УФ пермеату. Об'єм концентрату маслянки, таким чином, залишається незмінним.

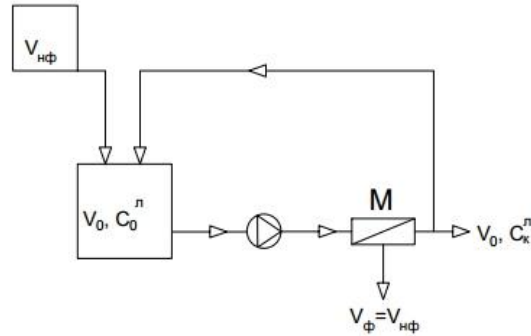


Рис. 3.1. Схема періодичного процесу діалітрації з безперервним розведенням: C_o^l, C_k^l – початкова і кінцева концентрації лактози, ⊗ – насос, М – мембранний модуль, V_o – початковий об'єм водної фази концентрату, $V_ф$ – об'єм пермеату, $V_{нф}$ – діалітраційний об'єм НФ пермеату

Нехай весь процес діалітрації в даному варіанті буде представлений як мультициклічний, з дискретністю за часом, що дорівнює 1 с.

Отже, загальне число циклів обробки за час τ складе

$$N = 3600 \times \tau, \quad (3.12)$$

де τ – загальний час безперервної діалітрації, год.

Кратність розведення вихідної водної фази в цьому випадку складе

$$Kp^1 = \frac{V_o + V_{нф}^1}{V_o}, \quad (3.13)$$

де $V_{нф}^1$ – діалітраційний об'єм НФ пермеату, $\text{дм}^3/\text{с}$.

За час τ кратність розведення складе

$$Kp^\tau = (Kp^1)^N = (Kp^1)^{3600 \times \tau}. \quad (3.14)$$

За аналогією з попередніми варіантами кінцева концентрація лактози в водній фазі концентрату маслянки через час τ буде дорівнювати

$$C_{\kappa}^{л\tau} = \frac{C_o^л}{Kp^{\tau}} \times (1 + R^л) \quad (3.15)$$

або

$$C_{\kappa}^{л\tau} = \frac{C_o^л}{(Kp^1)^{3600 \times \tau}} \times (1 + R^л). \quad (3.16)$$

Логарифмуючи вираз (3.16) отримуємо

$$\lg C_{\kappa}^{л\tau} = \lg C_o^л - \lg(Kp^1)^{3600 \times \tau} + \lg(1 + R), \quad (3.17)$$

$$\lg C_{\kappa}^{л\tau} = \lg C_o^л - \tau \times 3600 \lg Kp^1 + \lg(1 + R) \quad (3.18)$$

З виразу (3.18) можна знайти загальний час діафільтрації при постійному об'ємі концентрату маслянки, який потрібний для зниження концентрації лактози з $C_o^л$ до $C_{\kappa}^{л\tau}$:

$$\tau = \frac{\lg \frac{C_o^л}{C_{\kappa}^{л\tau}} + \lg(1 + R)}{3600 \times \lg Kp^1}. \quad (3.19)$$

Тоді загальний діафільтраційний об'єм НФ пермеату, дорівнюватиме

$$V_{нф}^{\tau} = V_{нф}^1 \times \tau. \quad (3.20)$$

Облік об'єму концентрату маслянки, взятого для очищення від лактози, визначається з виразу (3.6), при обліку вираження (3.13).

Величина $V_{нф}^1$ чисельно дорівнює секундній питомій продуктивності мембрани помноженій на загальну площу мембран в установці F:

$$V_{нф}^1 = G \times F. \quad (3.21)$$

Безперервний процес з перехресним потоком НФ пермеату (рис. 3.2). Для даного випадку мембранну установку слід розділити на n мембранних модулів (апаратів). У кожен модуль подається НФ пермеат.

Процес діафільтрації представить з себе сукупність n установок періодичної дії з безперервним розведенням (див. попередній варіант). Для кожного модуля будуть справедливі всі формули з попереднього розділу.

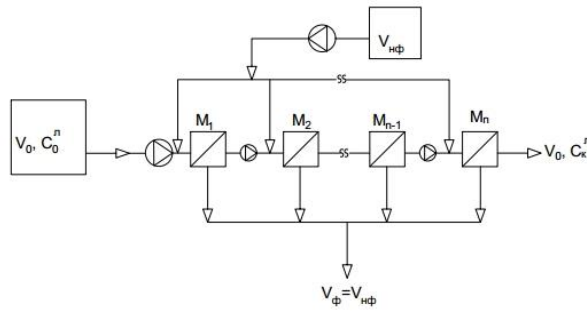


Рис. 3.2. Схема безперервного процесу діафільтрації з перехресним потоком НФ пермеату: C_o^l, C_k^l – початкова і кінцева концентрації лактози, ⊗ – насос, M – мембранний модуль, V_o – початковий об’єм водної фази концентрату, V_ϕ – об’єм пермеату, $V_{нф}$ – діафільтраційний об’єм НФ пермеату

Концентрат буде проходити очистку від лактози n раз (циклів). Тому в сукупності всіх модулів – це буде періодичний процес з циклічною обробкою.

Позначимо знаменник виразу (3.16) як

$$Z = (Kp^1)^{3600 \times \tau} \quad (3.22)$$

Тоді кінцева концентрація лактози

$$C_k^l = \frac{C_o^l}{Z^n} \times (1 + R^l), \quad (3.23)$$

де n – кількість модулів в мембранній установці.

Загальний час діафільтрації можна визначити з виразу (3.19), а діафільтраційного об’єм НФ пермеату з виразу (3.20).

Безперервний процес з протитечією НФ пермеату (рис. 3.3). В даному випадку установка представлена n модулями, але УФ пермеат з кожного наступного модуля подається в попередній. В останній модуль подають безлактозний НФ пермеат. У цей модуль концентрат маслянки надходить розведеним в n раз і тут же концентрується до початкового об’єму V_{0n} .

В одному мембранному модулі процес може бути представлений як одноразове розведення при періодичній діафільтрації. Фільтрат n -го модуля надходить в $n-1$ модуль для розведення концентрату в n раз. У цьому фільтраті

концентрація лактози в n разів менше, ніж її значення в $n-1$ модулі. Значить, процес в $n-1$ модулі також можна представити, як періодичну діафільтрацію з одноразовим розведенням.

Таким чином, весь процес в установці можна представити сукупністю періодичних процесів з одноразовим розведенням в кожному модулі і періодичним з циклічним (багаторазовим) розведенням у всіх модулях.

Для кожного модуля кратність розведення складе

$$Kp^1 = \frac{V_0 + V_{нф}}{V_0}, \quad (3.24)$$

де $V_{нф}$ – діафільтраційний об'єм НФ пермеату, який використовується n разів

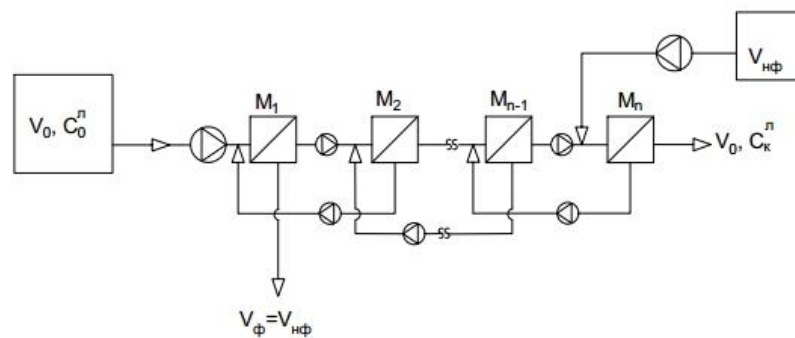


Рис. 3.3. Схема безперервного процесу діафільтрації з протитечією НФ пермеату: $C_o^л, C_k^л$ – початкова і кінцева концентрації лактози, ⊗ – насос, M – мембранний модуль, V_o – початковий об'єм водної фази концентрату, V_f – об'єм пермеату, $V_{нф}$ – діафільтраційний об'єм НФ пермеату

Для кожного модуля справедливі вирази з варіанту 1. В кінцевому підсумку після обробки у всій установці отримаємо

$$C_k^л = \frac{C_o^л}{(Kp^1)^n} \times (1 + R^n). \quad (3.25)$$

Час процесу визначається як сукупність часу для кожного модуля, тобто

$$\tau = \tau_i \times n. \quad (3.26)$$

У кожному модулі час обробки τ_i визначається виходячи з виразу

$$\tau_i = \frac{V_{нф}}{G \times F_i}, \quad (3.27)$$

де G – питома продуктивність мембран, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$; F_i – площа мембран i -го модуля, м .

Відповідно площа мембран во всій установці складе

$$F = \sum_{i=1}^n F_i. \quad (3.28)$$

Для порівняння різних варіантів діафільтрації і вибору найкращого потрібні експериментальні дані питомої продуктивності мембран, характеристика хімічного складу НФ пермеату, УФ пермеату і УФ концентрату маслянки. Ці дані використовуються в розрахунках і можуть відрізнитися в залежності від типу використовуваних мембран. Однак хід розрахунків при цьому залишається відповідно до цієї методики.

3.1.1. Лабораторна апробація прикладної методики розрахунку для оцінки ефективності процесу діафільтрації. Хімічний склад продуктів нанофільтрації за допомогою мембран марки ОПМН-П представлений в табл. 3.1.

Хімічний склад концентрату маслянки, отриманий на порожнистоволоконних мембранах ВПУ-15 в складі модуля АР-2 при факторі концентрування $\text{ФК}=3$: масова частка білка – 9,6 %, масова частка жиру – 1,2 %, масова частка лактози – 4,50 %, масова частка золи – 0,94 %. Селективність мембран по лактозі склала $R = 0,05$. Середня продуктивність порожнистоволоконних мембран при діафільтрації ($p = 0,15 \text{ МПа}$ і $t = 45 \text{ }^\circ\text{C}$) склала $G = 8 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Таблиця 3.1 Хімічний склад продуктів нанофільтрації УФ пермеату маслянки (ФК = 5)

Склад	Вихідний УФ пермеат	НФ пермеат	НФ ретентат
Масова частка білку, %	0,11±0,05	–	0,55±0,05
Масова частка лактози, %	4,48±0,06	сліди	22,3±0,06
Масова частка золи, %	0,70±0,09	0,70±0,09	0,73±0,09

Для подальшого аналізу приймалися такі вихідні дані: початкова концентрація лактози в концентраті маслянки – 4,5 %; площа мембран в установці – $F = 10 \text{ м}^2$; вихідний об'єм водної фази концентрату маслянки – $V_0 = 100 \text{ дм}^3$. Робочі параметри діафільтрації у всіх випадках однакові.

В ході розрахунків для різних варіантів діафільтрації визначали: кінцеву концентрацію лактози – $C_k^l, \%$; тривалість процесу – τ , год; об'єм розчинника (діафільтраційний об'єм) – $V_{нф}$, дм^3 ; ступінь очищення – $\frac{C_o^l}{C_k^l}$, раз.

Періодичний процес діафільтрації з одноразовим розведенням (варіант 1) в розрахунках не розглядався. Цей процес не вигідний через великий об'єм фільтрату, видалення якого вимагає багато часу.

Зведена таблиця отриманих результатів наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 Розрахункові дані до вибору оптимального процесу діафільтрації

№ варіанту	Процес	об'єм розчинника (діафільтраційний об'єм), дм^3	Час процесу, год	Кінцева концентрація лактози, %	Ефект очищення $\frac{C_o^l}{C_k^l}$
2	Періодичний циклічним розведенням:				
	a) $n=2, N=4$	400	5	0,15	30
	b) $n=4, N=2$	600	7,5	0,30	15
3	Періодичний безперервним розведенням	384	4,8	0,15	30

№ варіанту	Процес	об'єм розчинника (діафільтраційний об'єм), дм ³	Час процесу, год	Кінцева концентрація лактози, %	Ефект очищення $\frac{C_o^l}{C_R^l}$
4	Безперервний з перехресним потоком	384	4,8	0,15	30
5	Безперервний з поверненням пермеату (протитечією)	100	12,5	0,66	7

Для варіантів 4 і 5 мембранна установка розбивалася на 10 модулів. Площа мембран кожного модуля становила 1 м². Для однакових умов діафільтрації три варіанти дають однакові ефекти очищення концентрату маслянки. Об'єм розчинника (діафільтраційний об'єм) збігається для періодичного варіанту 3 і безперервного варіанту 4. Тривалість процесу однакова. Витрата НФ пермеату – це фактор, що визначає економічність процесу. Найбільш вигідним є безперервний варіант 5 з протитечією НФ пермеату. В інших варіантах втрати будуть неминучими через селективність.

Таким чином, найбільш ефективним процесом діафільтрації є безперервний з перехресним потоком НФ пермеату, тому наступні експерименти щодо отримання безлактозного концентрату маслянки здійснюватиме за цим способом.

3.2. Дослідження процесу ультрафільтрації маслянки

У роботі не ставилося завдання дослідження основних закономірностей процесу ультрафільтрації маслянки, через те, що цей процес є досить вивченим [48–53]. Однак така обробка була необхідна для отримання УФ ретентату і УФ пермеату. УФ ретентат є основою для отримання без- або низьколактозного молочного концентрату [163].

Хімічний склад маслянки та продуктів ультрафільтрації маслянки при факторах концентрування ФК від 3 до 5 наведені в табл. 3.3–3.5. Концентрацію

компонентів хімічного складу визначали за загальноприйнятими методиками (див. розділ 2).

Таблиця 3.3 Хімічний склад маслянки та продуктів ультрафільтрації маслянки (ФК=3)

Найменування показника	Маслянка-сировина	УФ пермеат	УФ ретентат
Масова частка сухих речовин, %, в т.ч.:	9,0±0,01	5,30±0,01	16,30±0,01
- масова частка білків, %	3,20±0,05	0,11±0,05	9,61±0,05
- масова частка лактози, %	4,50 ± 0,06	4,48 ± 0,06	4,53 ± 0,06
- масова частка жиру, %	0,40±0,10	–	1,21±0,10
- масова частка золи, %	0,70±0,09	0,70±0,09	0,94±0,09

Таблиця 3.4 Хімічний склад маслянки та продуктів ультрафільтрації маслянки (ФК=4)

Найменування показника	Маслянка-сировина	УФ пермеат	УФ ретентат
Масова частка сухих речовин, %, в т.ч.:	9,0±0,01	5,32±0,01	19,98±0,01
- масова частка білків, %	3,20±0,05	0,13±0,05	12,81±0,05
- масова частка лактози, %	4,50 ± 0,06	4,48 ± 0,06	4,53 ± 0,06
- масова частка жиру, %	0,40±0,10	–	1,61±0,10
- масова частка золи, %	0,70±0,09	0,70±0,09	1,03±0,09

Таблиця 3.5 Хімічний склад маслянки та продуктів ультрафільтрації маслянки (ФК=5)

Найменування показника	Маслянка-сировина	УФ пермеат	УФ ретентат
Масова частка сухих речовин, %, в т.ч.:	9,0±0,01	5,34±0,01	23,75±0,01
- масова частка білків, %	3,20±0,05	0,16±0,05	16,06±0,05
- масова частка лактози, %	4,50 ± 0,06	4,48 ± 0,06	4,53 ± 0,06
- масова частка жиру, %	0,40±0,10	–	2,01±0,10
- масова частка золи, %	0,70±0,09	0,70±0,09	1,11±0,09

Селективність мембран ВПУ-15 по лактозі склала 4 %, для білка – 99,6 %.

Фактор концентрування маслянки обмежується властивостями мембран. При ФК більше 5 продуктивність падає, що пояснюється концентраційною і гелевою поляризацією мембрани.

Отже, максимальне концентрування білково-ліпідної фракції маслянки можливо при УФ (ФК=5) (масова частка білків – 16,06%, ліпідів – 2,01%). УФ ретентат, що отриманий при УФ (ФК=3) можна використовувати при виробництві без- або низьколактозних молочних напоїв, при УФ (ФК=4 або 5) – десертів (морозива, суфле), сиркових паст, тощо.

Отриманий після ультрафільтрації УФ ретентат, що містив 4,53% лактози, очищався діафільтрацією НФ пермеатом.

3.3. Дослідження процесу нанофільтрації УФ пермеату маслянки

Експериментальна залежність продуктивності нанофільтраційних мембран від тиску при температурі 20...22 °С і при об'ємній витраті насоса 200 дм³/год наведена на рис 3.4.

В діапазоні тисків 0,5...1,5 МПа залежність була лінійною. При подальшому збільшенні трансмембранного тиску спостерігалось менш інтенсивне зростання проникності. Тиск понад 2,0 МПа в роботі не використовували через обмежені технічні можливості.

Додатково були отримані залежності проникності мембран від використаних факторів концентрування (рис. 3.5).

Аналіз даних показує, що в діапазоні факторів концентрування 1...4 при тиску 1,0 МПа падіння продуктивності сягало понад 2 рази (з 17 до 8 дм³), тоді як при тиску біля 2,0 МПа падіння склало близько 1,5 рази. Зазначені факти пояснюються комбінованим впливом зростаючого осмотичного потенціалу розчину, концентраційною і гелевою поляризацією мембрани.

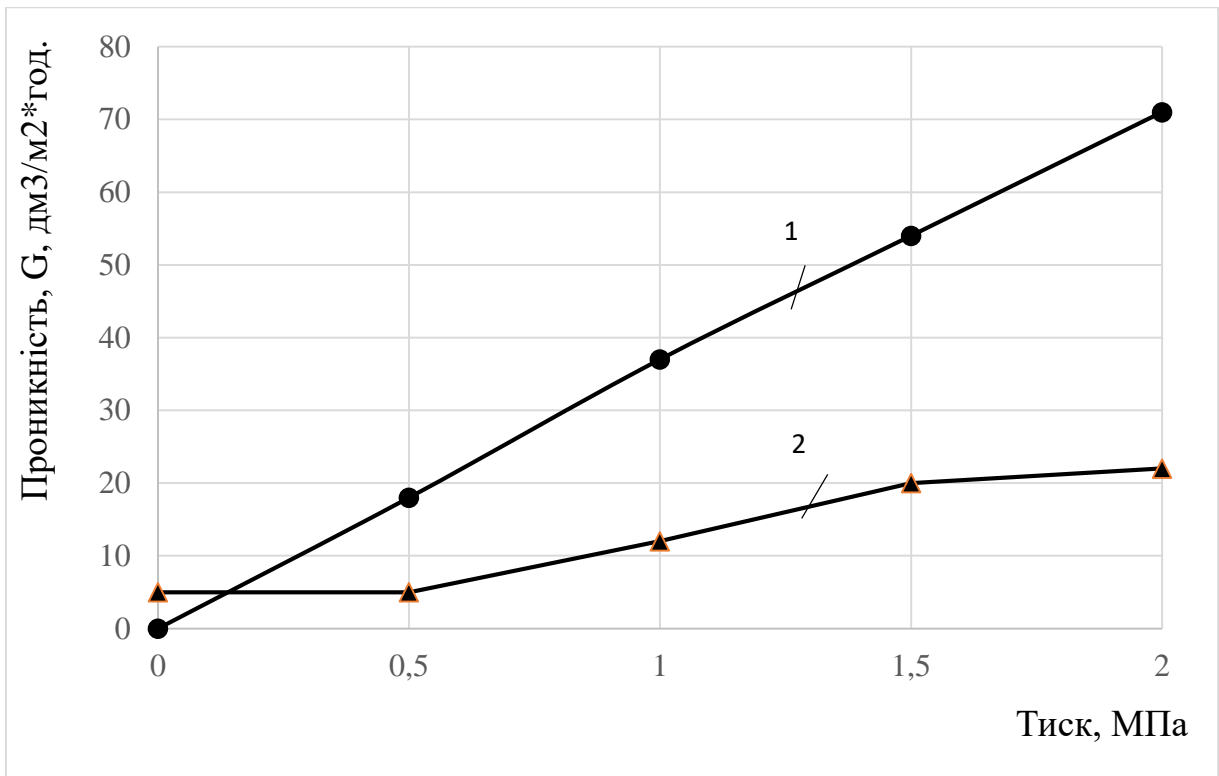


Рис. 3.4. Залежність проники́ності нанофільтраційних мембран марки ОПМН від тиску при обробці УФ пермеату маслянки: 1 – нанофільтрація води (контроль); 2 – нанофільтрація УФ пермеату

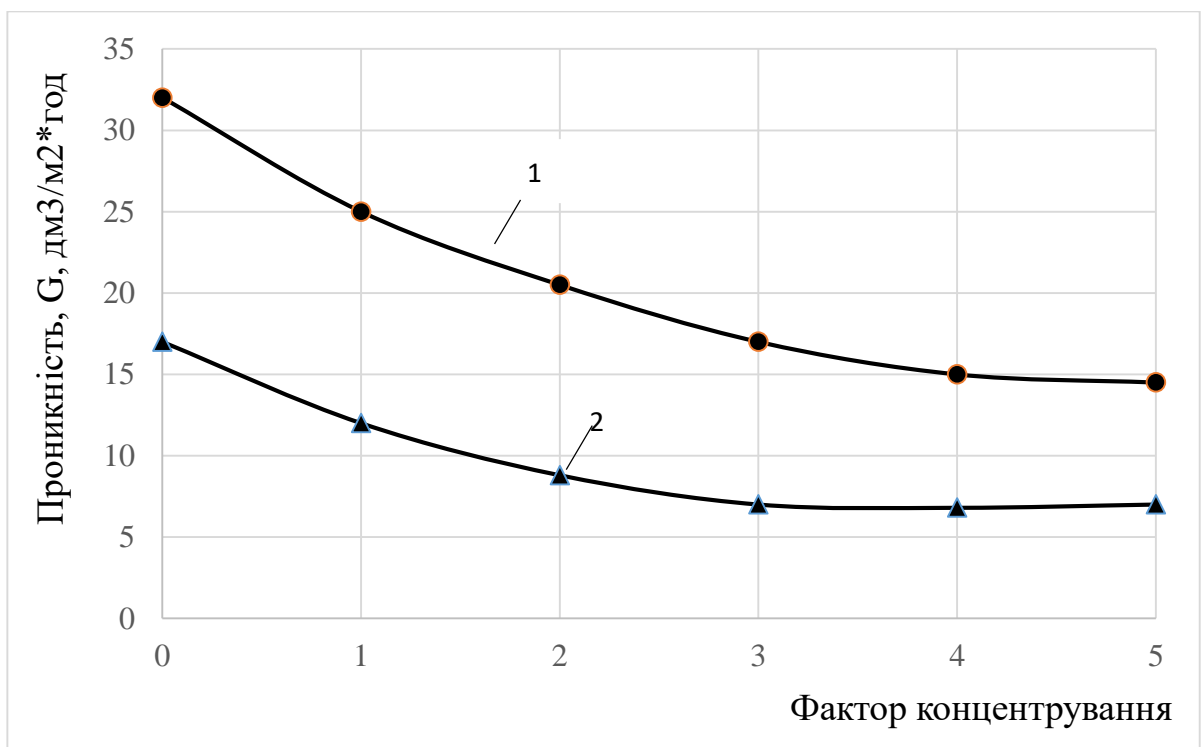


Рис. 3.5. Вплив факторів концентрування і трансмембранного тиску на проники́ність нанофільтраційних мембран марки ОПМН: 1 – 2 МПа; 2 – 1 МПа

Хімічний склад продуктів нанофільтрації в порівнянні з вихідним УФ пермеатом маслянки представлений в табл. 3.6, 3.7.

Таблиця 3.6 Зміни концентрації лактози та золи при нанофільтрації (ФК=4) УФ пермеату

Показник	УФ пермеат	НФ ретентат	НФ пермеат
Масова частка лактози, %	4,48 ± 0,06	17,9± 0,06	сліди
Масова частка золи, %	0,70±0,09	0,73±0,09	0,70±0,09

Таблиця 3.7 Зміни концентрації лактози та золи при нанофільтрації (ФК=5) УФ пермеату

Показник	УФ пермеат	НФ ретентат	НФ пермеат
Масова частка лактози, %	4,48 ± 0,06	22,3± 0,06	сліди
Масова частка золи, %	0,70±0,09	0,73±0,09	0,70±0,09

Розрахована за даними селективність випробуваних мембран по лактозі була дуже високою (більше 99 %). У той же час, селективність по мінеральним речовинам практично дорівнювала 0 %.

Мінеральний склад НФ пермеату на рівні 0,7 % відповідав мінеральному складу концентрату маслянки і не впливатиме на цей показник в ході процесу.

Тому, в якості розчинника, який знижуватиме концентрацію лактози, при діафільтрації доцільно використати НФ пермеат УФ пермеату маслянки. Цей прийом дозволить зберегти хімічний склад концентрату разом із ефективним видаленням лактози.

3.4. Дослідження процесу діафільтрації УФ ретентату маслянки НФ пермеатом

Процес проводився в безперервному режимі згідно зі схемою наведеною на рис. 2.5. При діафільтраційній обробці (ДФ) УФ ретентату маслянки були отримані експериментальні залежності проникності порожнистоволоконних мембран при різних діаоб'ємах буфера (НФ пермеату) для трьох різних температур обробки (рис. 3.6).

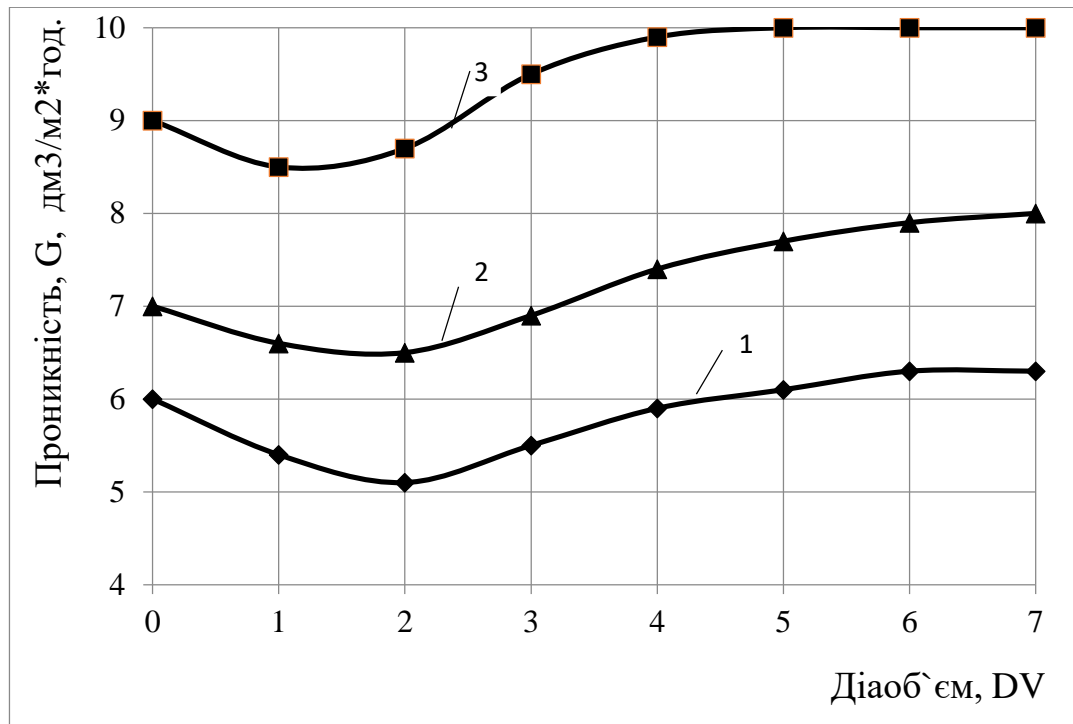


Рис. 3.6. Залежність проники́нь порожнистоволоконних мембран ВПУ-15 від діаб`єму при очищенні концентрату маслянки ($p=0,15$ МПа): 1 – 30 °С; 2 – 40 °С; 3 – 50 °С

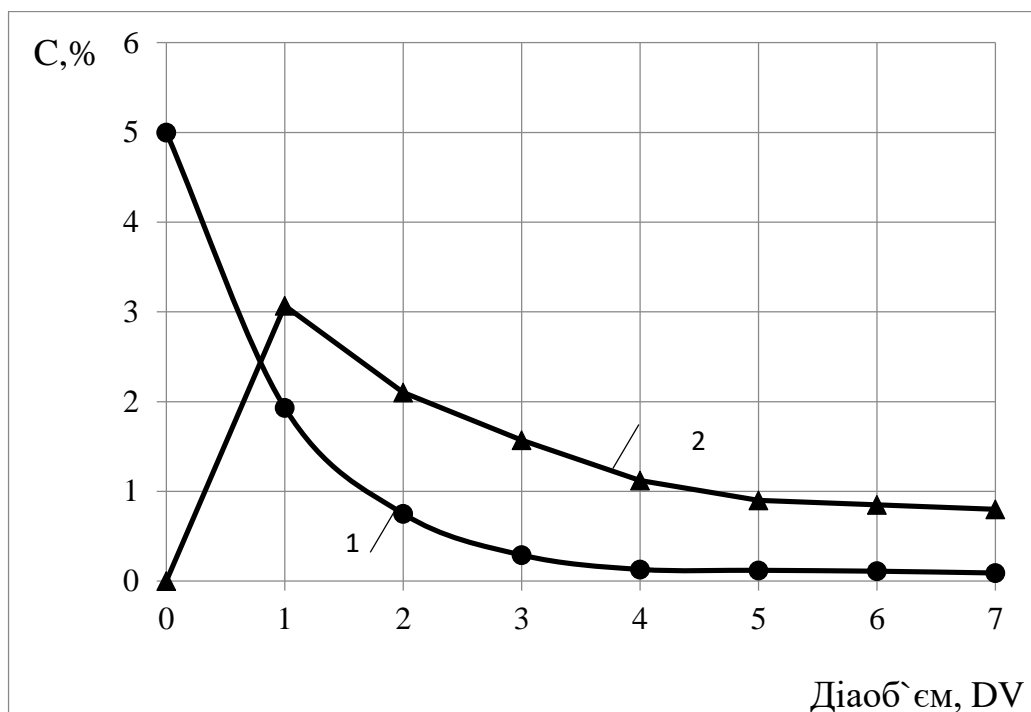


Рис. 3.7. Залежність концентрації лактози в ДФ ретентаті та ДФ пермеаті від діаб`єму: 1 – ДФ ретентат; 2 – ДФ пермеат

Тенденція зміни цього показника була однаковою. Спочатку спостерігалось падіння проникності, а потім збільшення і стабілізація до кінця процесу. Зростання продуктивності при діяфільтрації пояснюється видаленням основної маси низькомолекулярних компонентів концентрату при значеннях діяоб'єму 0,5...1,5 (рис. 3.7). Ці речовини в основному визначають осмотичний потенціал розчину. Його падіння, при однаковому робочому тиску, призводить до зростання продуктивності мембран.

Зміна концентрацій лактози в ДФ ретентаті та ДФ пермеаті представлені в табличному вигляді разом з розрахованою ефективністю видалення лактози (ЕВ) в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 Ефективність видалення лактози при діяфільтрації

Показник	Діяфільтраційний об'єм, DV						
	1	2	3	4	5	6	7
Концентрація лактози в ДФ ретентаті, C_k^L , %	1,93	0,75	0,29	0,11	0,04	0,02	0,01
Концентрація лактози в ДФ пермеаті, C_{ϕ}^L , %	3,07	2,10	1,57	1,22	0,99	0,83	0,71
ЕВ лактози, близько %	57,00	83,00	94,00	98,00	99,20	99,60	99,80

Розрахунок ефективності видалення лактози показує, що для значення діяфільтраційного об'єму $DV=3$ більш 90 % цього небажаного компонента видаляється з концентрату. За своїми характеристиками він стає низьколактозним. Для досягнення дуже низьких концентрацій лактози (менше 0,1 %) потрібні витрати буфера еквівалентні більше 4 діяфільтраційних об'ємів. Селективність мембран по лактозі протягом всього процесу лишалася незмінною ($R = 0,05$).

Для отримання концентрату заданого складу задавалися граничними даними нутрієнтів (білків, лактози, мінерального складу), які наведені в табл. 3.9.

Хімічний склад безлактозного концентрату, одержаного діяфільтрацією ($DV=7$) УФ ретентату ($\Phi K=3...5$) НФ пермеатом ($\Phi K=5$) наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 Хімічний склад безлактозного концентрату, отриманого діафільтрацією. УФ ретентату (ФК=3...5) НФ пермеатом (ФК=5)

Показник	Заданий склад нутрієнтів	Безлактозний концентрат маслянки (ББКМ), одержаний діафільтрацією (DV=7) УФ ретентату маслянки, отриманого ультрафільтрацією при:		
		ФК=3	ФК=4	ФК=5
Масова частка сухих речовин, %, в тому числі:		11,7±0,01	15,10±0,01	18,78±0,01
масова частка лактози, %	max 0,1	сліди	сліди	сліди
масова частка білку, %	12,0...16,0	9,5±0,05	12,74 ± 0,05	16,01 ± 0,05
масова частка жиру, %	1,5...4,0	1,2±0,01	1,61 ± 0,01	2,03 ± 0,01
масова частка золи, %	0,70±0,1	0,70±0,09	0,70 ± 0,09	0,70 ± 0,09

Застосований прийом очищення від лактози УФ ретентату забезпечив повне видалення лактози з концентрату при збереженні мінерального складу при значно більшій концентрації білково-ліпідного комплексу. При ФК=4...5 масова частка нутрієнтів (білків, жирів, золи, лактози) відповідає заданій концентрації (табл. 3.9).

3.5. Шляхи реалізації розробленого способу одержання молочного безлактозного білкового концентрату та установка для його здійснення

Як варіант реалізації розробленого способу безперервного одержання безлактозного молочного білково-ліпідного концентрату пропоновано технічний результат, що досягається використанням наступних технологічних прийомів.

Для забезпечення безперервності процесу виробництва безлактозного продукту використовують три взаємопов'язаних процеси мембранної обробки: ультрафільтрацію, нанофільтрацію УФ пермеату та діафільтрацію УФ ретентату НФ пермеатом з сольовим складом, ідентичним сольовому складу вихідної сировини. Безперервність технологічного процесу досягається рівномірністю матеріальних потоків робочих рідин, що надходять на кожну стадію обробки. При проведенні діафільтрації для забезпечення необхідного рівня видалення лактози потрібен певний діафільтраційний об'єм НФ пермеату – 4...7. При використанні тільки НФ пермеату, одержаного з вихідної сировини, виникає

дефіцит об'єму НФ пермеату, з сольовим складом, ідентичним сольовому складу вихідної сировини.

Для компенсації нестачі об'єму НФ пермеату при діафільтрації вводять додатковий об'єм розчинника, наприклад, пом'якшену воду, концентрація солей і склад якої значно відрізняється від вихідної сировини. У способі, що пропонується, використовують як розчинник одержаний НФ пермеат, склад якого ідентичний сольовому складу вихідної сировини. Для компенсації нестачі об'єму НФ пермеату при подачі на нанофільтрацію до УФ пермеату від вихідної сировини вводять розрахунковий об'єм УФ пермеату від ультрафільтрації іншого виду вторинної молочної сировини, надлишки якого накопичуються на масло-сироробних підприємствах при нормалізації, ультрафільтрації нормалізованого молока та вторинної молочної сировини. При утворенні ДФ пермеату його можна або додавати до УФ пермеату при подачі на нанофільтрацію, при цьому об'єм УФ пермеату від іншого виду вторинної молочної сировини зменшується, або ДФ пермеат можна подавати до відповідної буферної ємності та видаляти. Додаткове внесення УФ пермеату від іншого виду вторинної молочної сировини та ДФ пермеату не впливатиме на сольовий склад готового продукту, оскільки отриманий з них НФ пермеат через властивості мембран однаковий за природним складом з вихідною молочною сировиною.

Здійснення діафільтрації УФ ретентату НФ пермеатом дозволяє зберігати мінеральний склад одержаного продукту, ідентичний складу вихідної сировини, забезпечити підвищення концентрації білково-фосфоліпідного комплексу при відсутності лактози. Оскільки одержання молочно-безлактозного білково-ліпідного концентрату з вторинної молочної сировини здійснюється безперервно, це не вимагає додаткового зберігання потоків продуктів, які утворюються на різних етапах виробництва, що зменшує витрати на установку та витрати на управління.

Для того, щоб забезпечити безперервність обробки маслянки необхідно дотримуватись певних співвідношень між потоками продуктів мембранної обробки маслянки, отриманими на відповідних мембранних блоках. Ці

співвідношення, в основному, диктуються вимогами забезпечення матеріального балансу об'єднаної мембранної установки [136,137].

Установка забезпечить безперервність процесу, якщо будуть дотримані наступні співвідношення витрат потоків для стаціонарних умов:

$$Q_{УФР} = Q_{ДФР}, \quad (3.29)$$

де $Q_{УФР}$, $Q_{ДФР}$ – відповідно витрата УФР, що надходить на ДФ блок (23) і витрата ДФР на виході з нього, $дм^3/год$;

$$Q_{НФП} = Q_{УФП}, \quad (3.30)$$

де $Q_{НФП}$, $Q_{УФП}$ – витрати нанофільтраційного і УФ пермеатів, $дм^3/год$;

$$Q_{НФР} = Q_{УФП(II)} \quad (3.31)$$

де $Q_{НФР}$, $Q_{УФП(II)}$ – витрати НФ ретентату і УФ пермеату (II), що додають для забезпечення балансу витрат потоків, $дм^3/год$;

$$Q_{НФП} = DV \cdot Q_{УФР} \quad (3.32)$$

де $Q_{НФП}$, $Q_{УФР}$ – відповідно витрати потоків НФ пермеату і УФ ретентату, що надходять на діафільтрацію, $дм^3/год$; $DV = 4 \dots 7$ – діафільтраційний об'єм НФ пермеату, що забезпечує заданий рівень видалення лактози з УФ ретентату.

Для нормальної роботи установки і забезпечення стаціонарного режиму потрібний контроль і управління деякими параметрами, які характеризують потоки. Зокрема, вкрай важливо контролювати концентрацію сухих речовин у наступних потоках: УФ пермеаті і УФ ретентаті; НФ пермеаті і НФ ретентаті.

Концентрація сухих речовин в потоках пов'язана із концентрацією лактози. Вимірювання концентрації сухих речовин і використання спеціальних клапанів забезпечить рециркуляцію основних потоків в окремих мембранних блоках, якщо не буде досягнуто задане значення. Витратоміри, встановлені на відповідних ділянках системи разом з виконавчими механізмами і насосами забезпечують вищезазначене співвідношення потоків.

Таким чином, при роботі установки отримують концентрат маслянки з бажаним вмістом лактози і білка. Однак, при цьому слід враховувати характеристики мембран і робочі параметри мембранних процесів УФ, НФ, які рекомендують їх виробники (t , p , pH).

3.6. Дослідження впливу розчинності кальцію на функціонально-технологічні властивості безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки

Як відомо з літературних джерел [168–169] розчинність білкових концентратів залежить від концентрації кальцію, що входить до його складу.

Розчинність, отриманого в лабораторних умовах УФ/ДФ (ФК=5), безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки в залежності від різного рівня концентрації кальцію наведений в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 Розчинність рідкого ББКМ в залежності від різного рівня концентрації кальцію

Найменування показника	Значення показника розчинності ББКМ при концентрації кальцію:		
	460±0,4 мг%	320±0,4 мг%	300±0,4 мг%
Розчинність, %	92,0	94,0	95,0

Зниження концентрації кальцію у ББКМ, що отриманий УФ/ДФ (ФК=5) до значення 300±0,1мг% призводить до підвищення розчинності концентрату (табл. 3.13), що пояснюється зниженням колоїдного фосфату кальцію при УФ/ДФ та переходом міцели білку у субміцели.

3.6.1. Дослідження розчинності безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки. Як відомо, у молоці кальцій знаходиться в основному в трьох формах: кальцій, що пов'язаний із білком, у вигляді колоїдних сполук, здебільшого фосфатів, і в істинному розчині у виді іонів [21,168,170].

При ультрафільтрації в залежності від розміру пор мембрани і попередньої підготовки молочної сировини спостерігається загальна закономірність – вміст кальцію в концентраті збільшується пропорційно фактору концентрування за рахунок його нерозчинених форм. Співвідношення форм кальцію (водонерозчинного і водорозчинного) в значній мірі залежить від чинника концентрування і рН молочної сировини [41,46]. При ультрафільтрації кальцій, що знаходиться в істинному розчині водної фази молока, безперешкодно

виділяється з ультрафільтратом. При різних значеннях рН і факторах концентрування визначали концентрацію кальцію в концентратах та ультрафільтратах. Дані дослідження є подовженням роботи [170].

Результати експериментів показані графічними залежностями на рис. 3.8.

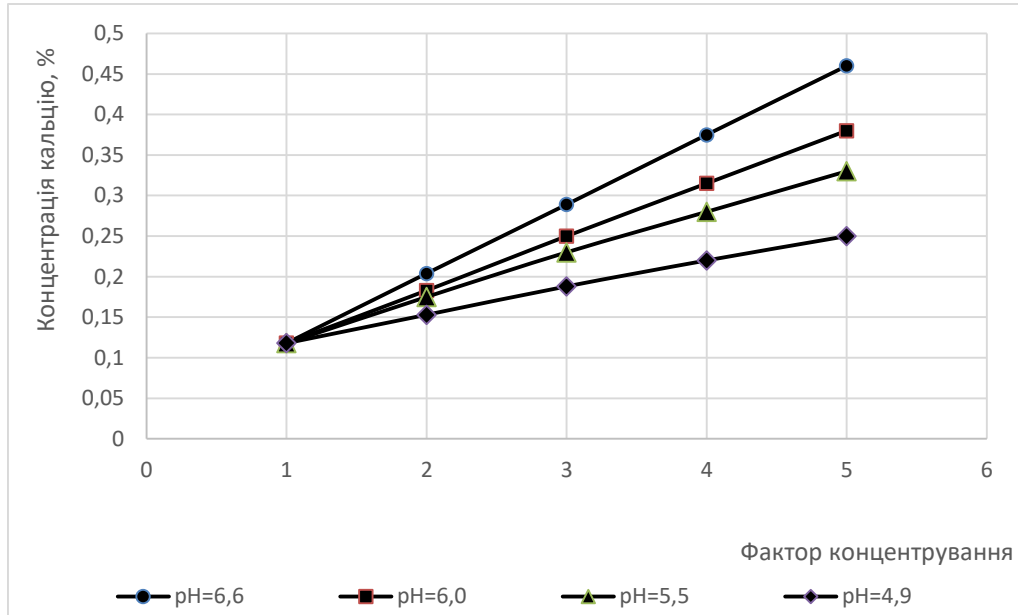


Рис. 3.8. Залежність вмісту кальцію в УФ концентраті при різному рівні рН і фактору концентрування

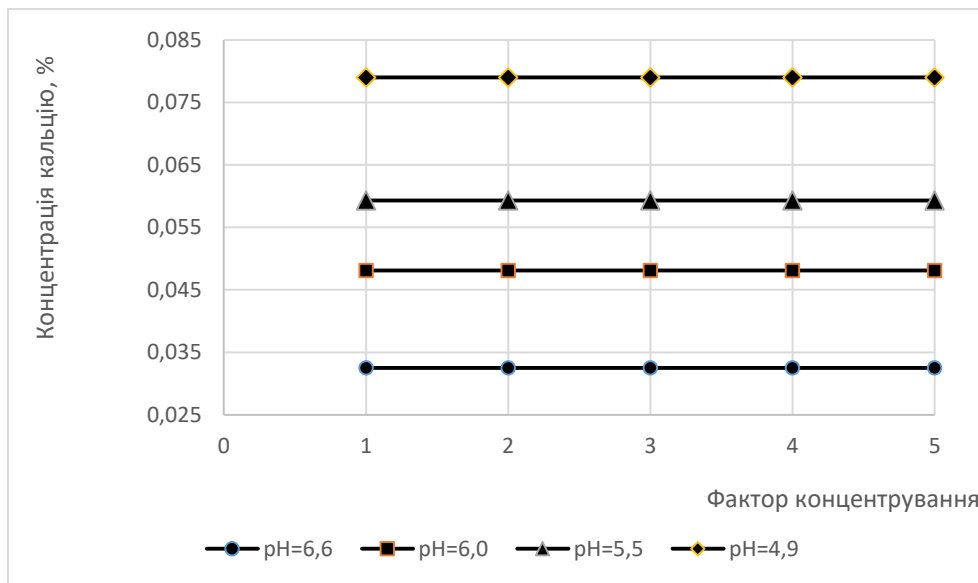


Рис. 3.9. Залежність вмісту кальцію в УФ фільтраті в залежності від рН і фактору концентрування

Встановлено, що при рН 6,6, 6,0, 5,5, 4,9 кальцію у водорозчинній формі визначається відповідно 32,5, 48,1, 59,3 і 79% від концентрації загального кальцію у маслянці. При цьому в ультрафільтратах при будь-якому факторі

концентрування вміст кальцію залишається незмінним (рис. 3.9). Закономірність перерозподілу кальцію в маслянці, очевидно, не буде залежати ні від типу, ні від матеріалу мембран.

Таким чином, зниження рН призводить до солюбілізації колоїдного кальцію, який переходить при ультрафільтрації маслянки в пермеат. Підкислення маслянки при її ультрафільтрації (ФК=5) до рівня рН=4,9 од. значно знизило вміст кальцію в готовому концентраті з $460 \pm 0,1$ до $250 \pm 0,1$ мг% продукту без впливу на його хімічний склад. Знижений вміст кальцію у білковому концентраті підвищило його розчинність, але зниження рівня рН середовища до 4,9 од. негативно впливало на швидкість потоку через утворення білкового гелю на поверхні мембран, що пояснюється видаленням Са з міцел казеїну і подальше зменшення розміру міцел під час ультрафільтрації маслянки.

Ультрафільтраційне розділення маслянки можна проводити при рівнях рН, що зсунуті в кислу сторону, при яких може мінятися рівновага розчинних і колоїдно нерозчинних форм солей, а відповідно, і мінеральний склад одержаних концентрату і фільтрату.

Емульгувальна здатність ББКМ, отриманого ультрафільтрацією при різному рівні рН середовища наведена на рис. 3.10, стабільність емульсії (емульгувальна стійкість) – на рис. 3.11. Контроль – маслянка-сировина.

Концентрати в залежності від рівня рН мали різну емульгувальну здатність, це обумовлено поверхневими властивостями їх складових частинок (рис.3.11). Маслянка містить різні фракції, здатні до емульгування (наприклад, білки оболонок жирових кульок, β /к-казеїн та сироваткові білки). До того ж фосфоліпиди, що входять до складу маслянки є емульгаторами. Емульгатор утворює оболонку навколо кульок жиру і перешкоджає їх з'єднанню, стабілізуючи таким чином емульсію. рН впливає на перерозподіл білкових частинок на межі поділу і, таким чином, на емульгувальну здатність.

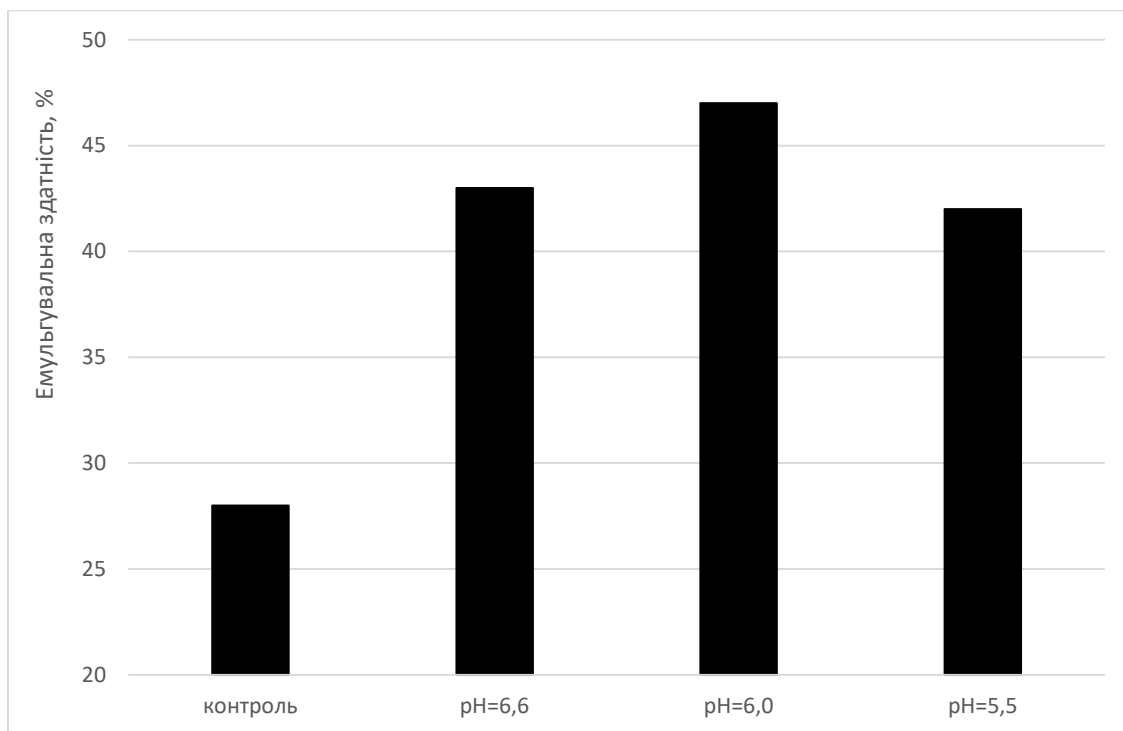


Рис. 3.10. Емульгувальна здатність зразків ББКМ в залежності від зміни рівня рН при ультрафільтрації маслянки

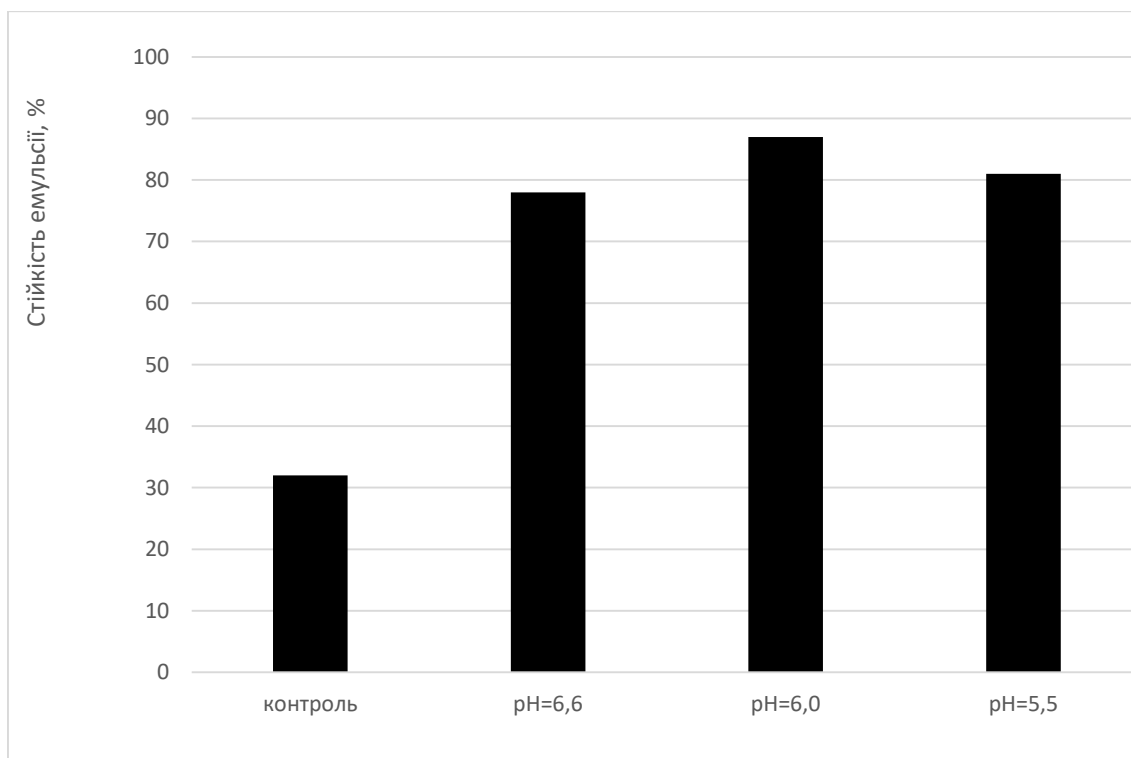


Рис. 3.11. Стійкість емульсії зразків ББКМ в залежності від зміни рівня рН при ультрафільтрації маслянки

Порівняльний аналіз емульгувальної здатності маслянки-сировини (контроль) та УФ/ДФ концентрату (ФК=5) показує, що концентрат має високі емульгувальні властивості, що обумовлює доцільність використання його у виробництві збитої десертної продукції, зокрема морозива.

Показник стійкості емульсії одержаного УФ/ДФ (ФК=5) безлактозного концентрату (рН=6,0 од.) вище ніж у маслянці-сировині, що пояснюється підвищенням в'язкості дисперсійного середовища концентрату і проявом високого емульгувального ефекту білків в системі. Показник стійкості емульсії одержаного УФ/ДФ (ФК=5) безлактозного концентрату підвищується при зниженні рН до 6,0 од. (рис. 3.12). Зниження рівня рН з 6,6 до 6,0 од. підвищило емульгувальну здатність (на 9,3%) і стабільність емульсії ББКМ (на 11,5%). При зниженні рівня рН до 5,5 од. спостерігалась зворотна тенденція (зниження емульгувальної здатності та стійкості емульсії). Зниження рівня рН середовища негативно впливало на швидкість потоку через концентраційну і гелеву поляризацію.

Згідно із дослідженнями [41,46] для виключення негативного впливу гелевого шару, що утворюється в період скритої коагуляції білків, слід дотримуватися граничних умов: $\text{pH} > 6,5 - 0,0125 \cdot t$. Якщо процес ультрафільтрації відбувається при температурі 45...50 °С, тоді $\text{pH} > 5,88...5,94$.

Дотримання значення рН при ультрафільтрації маслянки 6,0 од., на думку автора, дозволяє отримати ББКМ з поліпшеними функціональними властивостями (емульгувальна здатність – 47%; стійкість емульсії – 87%, піноутворювальна здатність – 250% (рис. 3.12), стійкість піни – 100% (рис. 3.13)) без істотного зниження швидкості потоку при мембранному фільтруванні.

Піноутворювальна стійкість підвищилась із зниженням рівня рН до 6,0 од. через зменшення міцел казеїну.

УФ концентрат, що отримували ультрафільтрацією (ФК=5) маслянки (при рН=6,0), піддавали подальшому діафільтраційному обробленню НФ пермеатом допоки не досягались показники рН = 6,56 од.

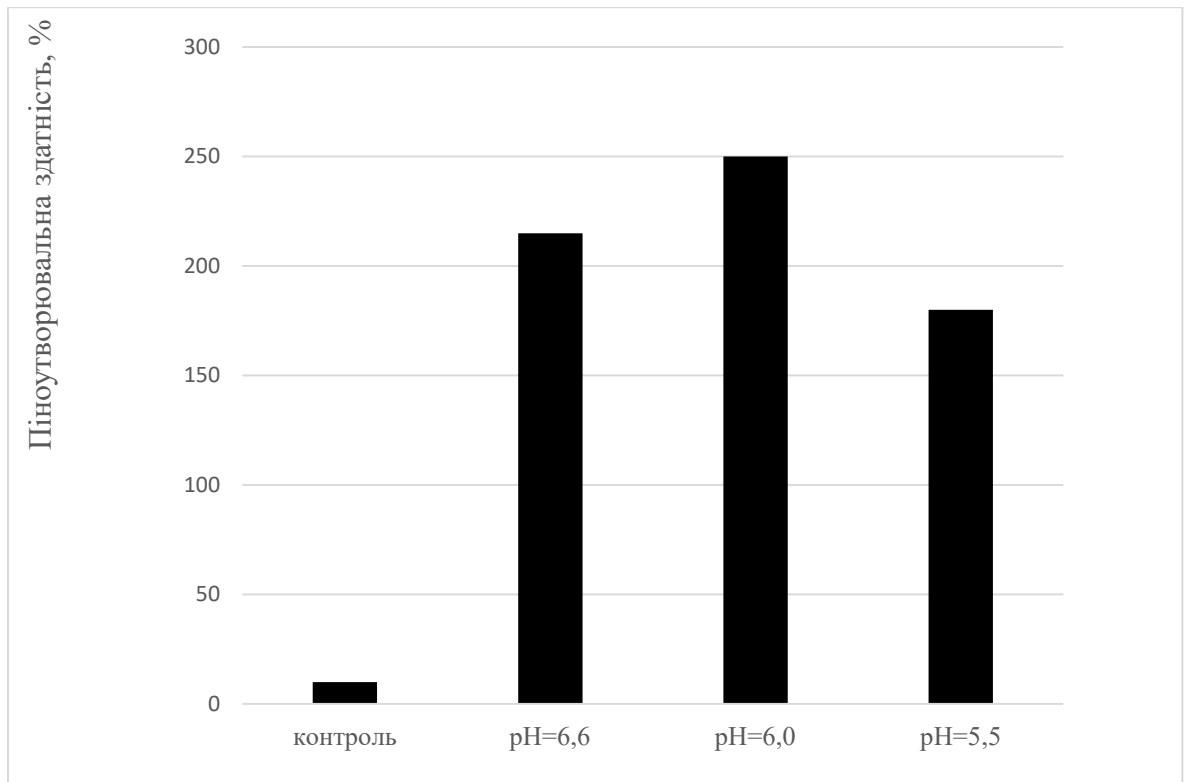


Рис. 3.12. Піноутворювальна здатність зразків ББКМ в залежності від зміни рН при ультрафільтрації маслянки

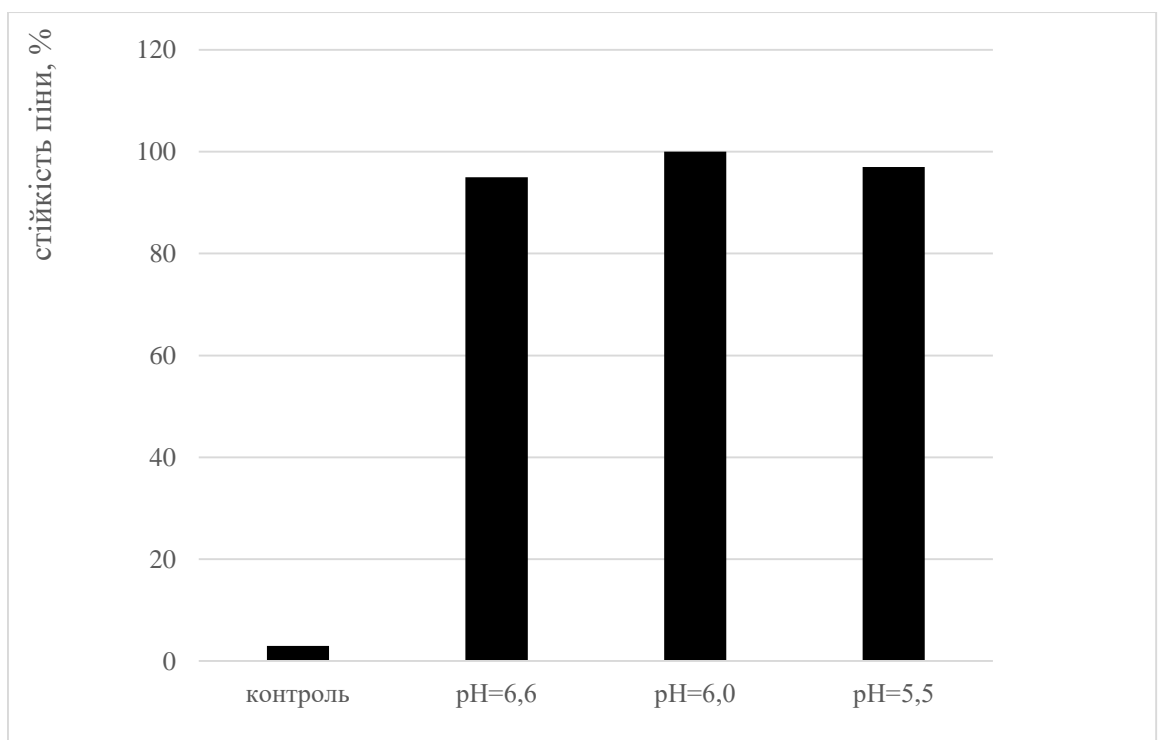


Рис. 3.13. Стійкість піни зразків ББКМ в залежності від зміни рН при ультрафільтрації маслянки

Таким чином, задіяний прийом (підкислення маслянки при ультрафільтрації) дозволив отримати безлактозний білково-ліпідний концентрат із поліпшеними функціональними властивостями і запобігти появі гіркоти в ньому.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. В результаті теоретичних досліджень отримані прості математичні вирази, які дозволяють оцінити основні показники ефективності діяфільтрації концентрату маслянки: тривалість процесу, об'єм розчинника (діяфільтраційний об'єм) і ступінь очищення від лактози.

2. Середня продуктивність мембран при діяфільтрації із застосуванням НФ пермеату склала $8 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$. Хімічний склад концентрату маслянки до і після діяфільтрації і хімічний склад НФ пермеату маслянки доводять, що селективність мембран ВПУ-15 по лактозі склала 5 %. Мінеральний склад НФ пермеату на рівні 0,7 % відповідав мінеральному складу концентрату маслянки і не впливав на цей показник в ході процесу.

3. Найбільш ефективними процесами діяфільтрації є періодичний з безперервним розведенням і безперервний з перехресним потоком НФ пермеату. Для них час процесу склав 4,8 год, а об'єм розчинника (діяфільтраційний об'єм) 384 л на вихідні 10 л концентрату маслянки, кінцева концентрація лактози після очищення склала 0,15 %.

4. Мембранна обробка концентрату маслянки методом діяфільтрації є ефективним прийомом для видалення лактози. Якщо в якості буфера при діяфільтрації застосовувати НФ пермеат УФ пермеату маслянки, можна регулювати вміст лактози в ретентаті.

5. Тестування нових нанофільтраційних мембран для обробки УФ пермеату показало хороші результати проникності в діапазоні робочих тисків 1,0...2,0 МПа і високу селективність по лактозі.

6. Практична реалізація розробленого способу видалення лактози можлива. Характеристики мембран ВПУ-15 (селективність по лактозі $R = 1\%$; по

солям $R = 0\%$, питома продуктивність по фільтрату $G = 10 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \times \text{год}$) і ОПМН-П (селективність по лактозі $R=99,7\%$; по солям $R=0\%$, питома продуктивність по фільтрату $G = 15 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \times \text{год}$) достатні для забезпечення безперервності процесу і бажаної якості кінцевого продукту. Для нормального функціонування установки необхідний контроль і управління концентрації сухих речовин і витрати потоків УФ пермеату, УФ ретентту і НФ пермеату, НФ ретентату.

7. Співвідношення витрат потоків установки можна змінити в залежності від необхідної концентрації лактози в кінцевому продукті.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА РІДКОГО БЕЗЛАКТОЗНОГО БІЛКОВО-ЛІПІДНОГО КОНЦЕНТРАТУ МАСЛЯНКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ЙОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1. Визначення режиму пастеризації отриманого рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки (ББКМ). Теплове оброблення є визначальним фактором безпечності, якості та придатності продукту до вживання протягом тривалого часу. Режим теплового оброблення впливає на органолептичні, біохімічні, реологічні, структурно-механічні і мікробіологічні показники готового ББКМ. Отриманий рідкий ББКМ необхідно піддавати тепловій обробці, що забезпечує необхідні мікробіологічні показники.

Ефективність теплової обробки – це відношення (%) кількості бактерій, знищених пастеризацією, до кількості бактерій, які містилися в вихідному сирому продукті.

Результати досліджень наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Вибір режиму пастеризації ББКМ (УФ/ДФ при ФК=4, ФК=5)

№	Режими пастеризації	Ефективність пастеризації, %
1	(74±2) °C; 15...20 с	99,95
2	(80±2) °C; 15...20 с	99,98
3	(80±2) °C; б/в	99,97
4	(85±2) °C; 15...20 с	99,99
5	(85±2) °C; б/в	99,99

Всі види режимів теплової обробки концентрату (табл. 4.1) забезпечують високу ефективність пастеризації в межах 99,95...99,99. Оптимальним режимом пастеризації для досліджуваних зразків є режим 80±2 °C з витримкою 15...20 секунд через мінімальні зміни складу і властивостей продукту, до того ж, ефективність 99,98% вважається достатньою.

Режим для гомогенізації отриманого рідкого ББКМ обрали традиційний для молочних продуктів – 15 МПа при 55...60 °C.

4.2 Обґрунтування режимів зберігання рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Готовий рідкий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки після пастеризації підлягав негайному фасуванню в стерилізовану скляну тару, герметичному укупурюванню, охолодженню до 4 ± 2 °С, а потім зберіганню, в процесі якого кожену добу контролювали органолептичні, фізико-хімічні показники (активну та титровану кислотність) і мікробіологічні показники через 3, 5 і 8 діб. Змін титрованої та активної кислотності в процесі зберігання готового продукту протягом 8 діб практично не відбувалось.

Органолептичні показники рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки під час зберігання наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 Органолептичні показники безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки розфасованого у герметичну тару в процесі зберігання

Показники	Характеристика								
	тривалість зберігання, діб								
	Свіжови-роблений	1	2	3	4	5	6	7	8
Смак та запах	чистий, свіжий, властивий пастеризованій маслянці без сторонніх присмаків та запахів							наявність стороннього запаху	
Колір	від білого до світло-жовтого, однорідний по всій масі								
Консистенція	однорідна, ніжна, текуча, слабко в'язка рідина						наявність незначного осаду на дні тари		

Проведений прискорений контроль безпеки рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки і встановлено зміни контамінації МАФАНМ, *E. coli*, coliforms, *Bacillus cereus*, *Listeria*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* в процесі зберігання (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 Мікробіологічні показники розробленого виду сушеної продукції після виготовлення і в процесі зберігання (КУО/см³) (n=3; p≥0,95)

Вид продукту	Контамінанти					
	МАФАНМ	E. coli, coliforms	Bacillus cereus	Listeria	Pseudomonas aeruginosa	Staphylococcus aureus
Свіжовиготовлений рідкий ББКМ	2,0·10 ²	Не виявлено	0,2·10 ¹	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Рідкий ББКМ через 3 доби зберігання	5,80·10 ²	Також	0,2·10 ¹	Також	Також	Також
Рідкий ББКМ через 5 діб зберігання	1,40·10 ³	-“-	3,2·10 ¹	-“-	-“-	-“-
Рідкий ББКМ через 8 діб зберігання	5,60·10 ³	-“-	1,0·10 ²	-“-	-“-	-“-

З огляду на отримані результати, слід зазначити, що за показниками МАФАНМ розроблений продукт відповідає як українським [171–173], так і міжнародним санітарно-гігієнічним вимогам [174], відсутність у посівах E. coli і коліформи також підтверджує високий санітарно-гігієнічний стан розробленого продукту.

З збудників харчових отруєнь виявлено наявність Bacillus cereus. З літературних джерел відомо, що наявність B. cereus в їжі в кількості 10³ КУО / см³ може бути причиною спалахів захворювань. Виявлена нами концентрація B. cereus на порядки нижче цих показників.



А)



Б)

В)

Г)

Рис. 4.1. Інтенсивність зростання контамінантів в рідкому ББКМ на хромогенних середовищах: А) Compact Dry TC (total count) (МАФАНМ) 1 – МАФАНМ в продукті після зберігання протягом 3 доби, 2 – МАФАНМ в продукті після зберігання протягом 5 діб, 3 – МАФАНМ в продукті після зберігання протягом 8 діб; Б) Compact Dry X-BC (*Bacillus cereus*) – в продукті після зберігання протягом 5 діб; В) Compact Dry PA (*Pseudomonas aeruginosa*) в продукті після зберігання протягом 5 діб; Г – Compact Dry LS (*Listeria*) – в продукті після зберігання протягом 5 діб.

Результати проведених досліджень дають можливість стверджувати, що гарантований термін зберігання досліджуваного продукту – не більше 5 діб.

4.3. Опис технології виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Технологічна схема одержання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки наведена на рис. 4.2.

Для одержання рідкого молочного безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянку-сировину пастеризують 5...10 хвилин при 85...87 °С. Потім охолоджують до 45...50 °С, змішують з 80%-им розчином молочної кислоти до рН суміші 6,0 і проводять ультрафільтрацію при $P = 0,15...1,0$ МПа, з фактором концентрування (ФК) від 3 до 5, в результаті якої одержують УФ-ретентат маслянки та УФ-пермеат маслянки. УФ-пермеат піддають нанофільтрації при $P = 1,5...2,6$ МПа з $ФК = 4...6$, для одержання безлактозного НФ-пермеату, що містить мінеральні речовини, а отриманий НФ-ретентат йде на виробництво молочного цукру. УФ-ретентат, для очищення від лактози, піддають діафільтраційному обробленню НФ-пермеатом при $P = 0,15...1,0$ МПа (діаоб'єм = 7), який отримують при змішуванні пермеатів даного (УФ пермеат (I)) і стороннього (УФ пермеат (II)) на підставі загальних залежностей при змішуванні розчинів. В результаті діафільтрації отримують ДФ-ретентат (рідкий молочний безлактозний білково-ліпідний концентрат) і ДФ-пермеат, який знову подають на нанофільтрацію, або направляють на виробництво молочного цукру. ДФ-ретентат гомогенізують при температурі 55...60 °С і тиску 15 МПа, пастеризують 15...20 секунд при температурі 80 °С, охолоджують до температури 2...6 °С, фасують, пакують, маркують та зберігають не більше 5 діб при температурі 2...6 °С та відносній вологості повітря 85...90%.

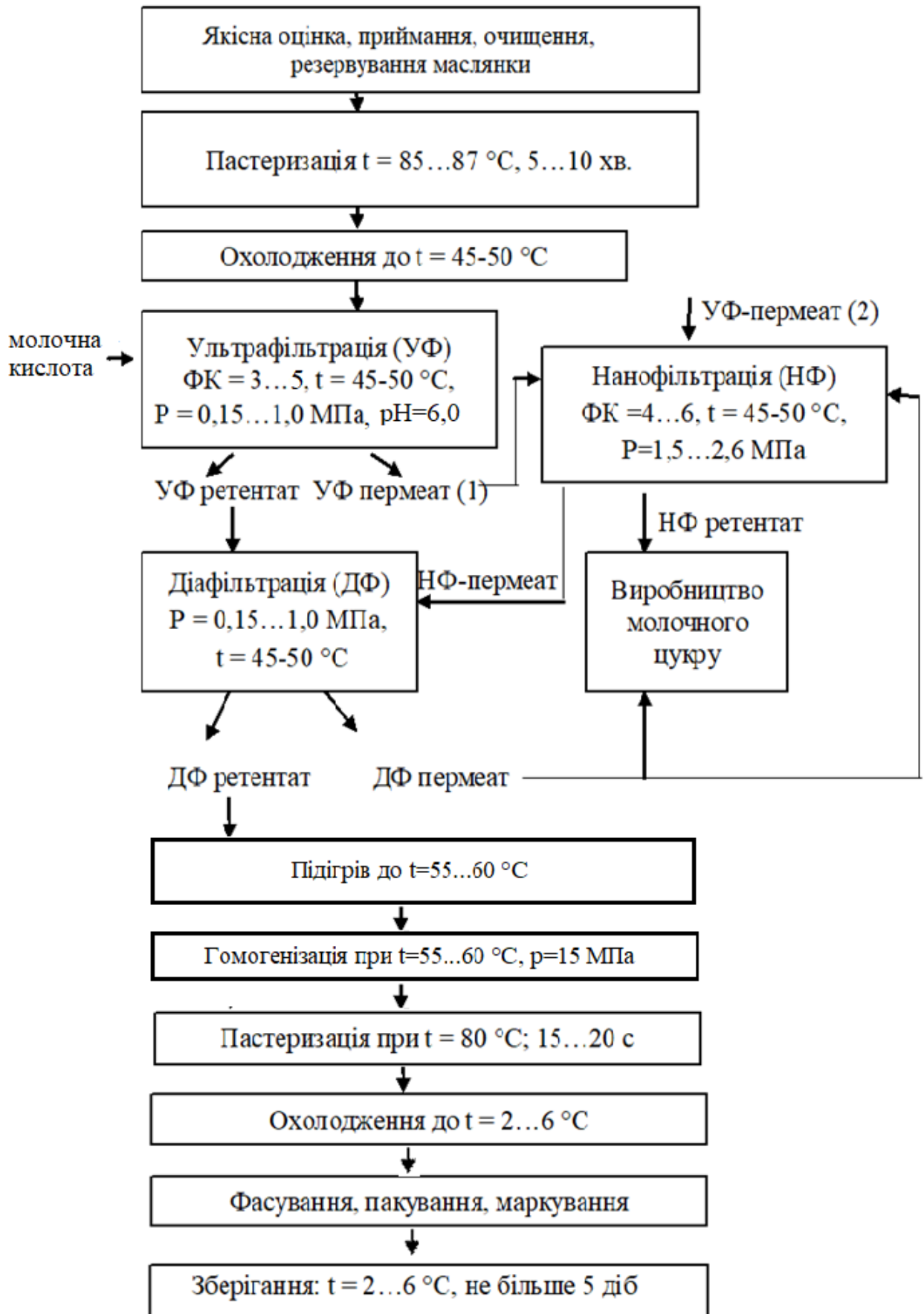


Рис. 4.2 Схема одержання молочного безлактозного білково-ліпідного концентрату

4.4. Визначення показників якості одержаних безлактозних білково-ліпідних концентратів маслянки.

Хімічний склад безлактозних концентратів, одержаних діафільтрацією (DV=7) УФ ретентатів (ФК=4...5) НФ пермеатом (ФК=5) наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 Хімічний склад безлактозних білково-ліпідних концентратів маслянки

Найменування показника	Маслянка-сировина	ББКМ, одержаний діафільтрацією (DV=7) УФ ретентату маслянки, отриманого ультрафільтрацією при	
		ФК=4	ФК=5
Масова частка сухих речовин, %, зокрема:	9,0±0,01	15,10±0,01	18,76±0,01
масова частка білків, %	3,2±0,05	12,74±0,05	16,01±0,05
масова частка лактози, %	4,50 ± 0,01	сліди	сліди
масова частка жиру, %	0,40±0,01	1,61±0,01	2,03±0,01
вміст фосфоліпідів, мг/100 г	129,89±0,03	428,64±0,03	558,52±0,03
масова частка золи, %	0,70±0,09	0,70±0,09	0,70±0,09
вміст кальцію, мг/100 г	118±0,1	283,07±0,1	347,55±0,1

Отже, отримані рідкі білкові безлактозні концентрати маслянки мають заданий склад нутрієнтів (білків, жирів, золи, лактози), а саме: білків від 12 до 16%, ліпідів – 1,5...2,0%, мінеральний склад 0,7±0,09%, лактоза – відсутня. ББКМ мають підвищений вміст фосфоліпідів, які покращують показники холестерину в крові, знижують ризик розвитку серцево-судинних захворювань.

Антиоксидантна активність одержаних рідких ББКМ наведена на рис. 4.3

Встановлено, що антиоксидантна активність зразків із збільшенням фактору концентрування при ультрафільтрації підвищувалась, що пов'язано із збільшенням концентрації білків (особливо тих, що містять сірковмісні амінокислоти) та фосфоліпідів. Їх активність в 1,2...1,6 разів вища у порівнянні

з масляною-сировиною, активність якої становить 220 умовних одиниць.

Амінокислотний склад безлактозного концентрату маслянки, що одержаний ультрафільтрацією/діафільтрацією (ФК=5) наведений в табл. 3.15.

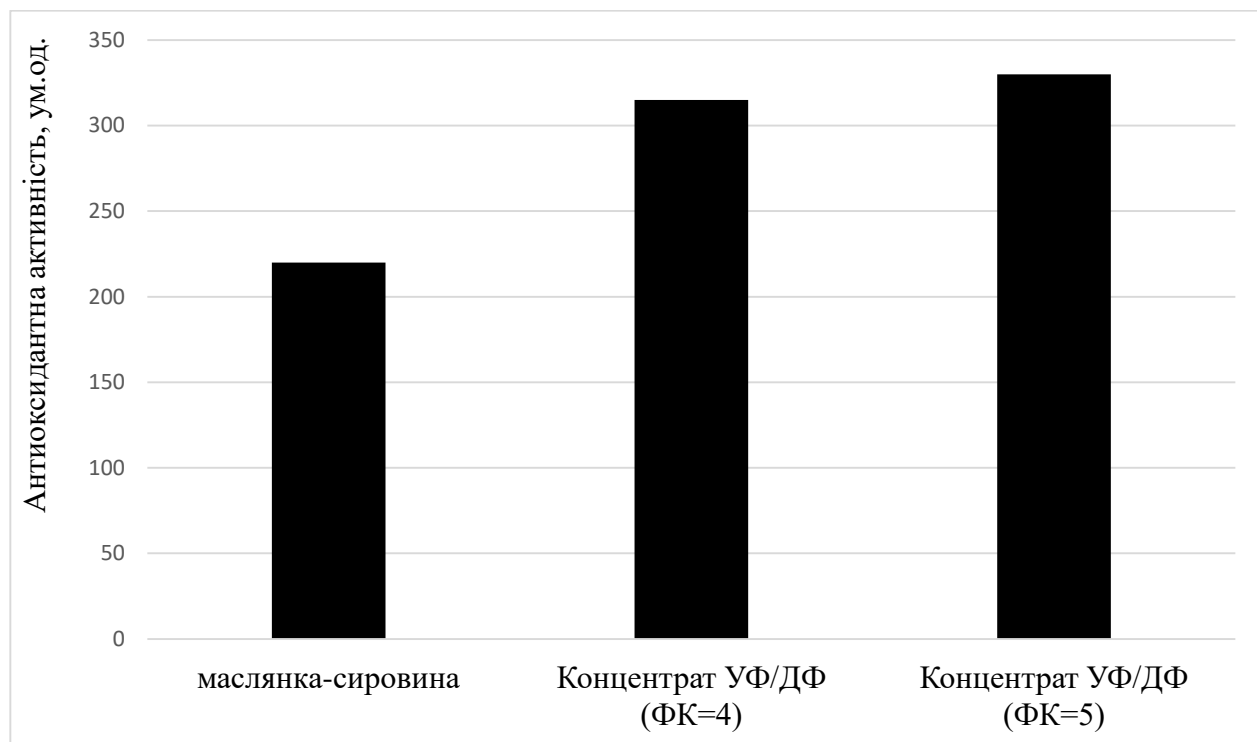


Рис. 4.3. Антиоксидантна активність зразків ББКМ, одержаних УФ/ДФ при ФК 4 і ФК 5

Таблиця 4.5 Амінокислотний склад білків маслянки та безлактозного концентрату (мг/1 г білку)

Амінокислота	Вміст амінокислоти, мг/1 г білку маслянки	Вміст амінокислоти, мг/1 г білку рідкого ББКМ	Амінокислотний СКОР рідкого ББКМ, %
Вміст білка, %	3,2±0,05	16,01±0,05	
Незамінні амінокислоти			
Триптофан	12,41±0,06	12,41±0,05	124,13
Лізин	71,70±0,05	71,63±0,06	130,23
Треонін	45,13±0,04	45,13±0,05	112,83
Валін	60,28±0,06	60,28±0,06	120,56
Метіонін+цистін	35,53±0,07	35,50±0,08	101,42
Ізолейцин	50,028±0,09	49,53±0,10	123,82
Лейцин	91,37±0,10	90,46±0,11	129,22
Фенілаланін+тірозин	91,86±0,07	91,77±0,08	152,95
Всього	458,32±0,72	456,70±0,76	

Амінокислота	Вміст амінокислоти, мг/1 г білку маслянки	Вміст амінокислоти, мг/1 г білку рідкого ББКМ	
Замінні амінокислоти			
Гістидін	26,44±0,09	26,44±0,08	
Аргінін	32,30±0,08	32,29±0,08	
Аспарагінова кислота	74,37±0,07	74,36±0,06	
Серин	57,73±0,09	57,15±0,10	
Глютамінова кислота	162,43±0,08	162,41±0,08	
Пролін	89,68±0,10	89,59±0,09	
Гліцин	16,53±0,09	16,51±0,10	
Аланін	30,06±0,07	30,03±0,07	
Загальна кількість амінокислот	947,85±0,19	945,50±0,20	

У білках концентрату превалювали (табл. 4.5) серед незамінних амінокислот: фенілаланін+тирозин, лейцин і серед замінних амінокислот: глютамінова кислота, пролін, аспарагінова кислота. У невеликих кількостях присутні метіонін+цистеїн, гліцин і гістидин. Решта амінокислот в кількісному вираженні займали проміжне положення. Отриманий ББКМ має високу біологічну цінність. Лімітуючих амінокислот в концентраті немає.

Жирнокислотний склад безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки, що отриманий УФ/ ДФ (ФК=5), наведений в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 Жирнокислотний склад безлактозного концентрату маслянки, %

Жирні кислоти	Вміст	Жирні кислоти	Вміст
Насичені		Ненасичені	
Масляна (C _{4:0})	4,33±0,10	Капролеїнова (C _{10:1})	0,22±0,01
Капронова (C _{6:0})	2,47±0,05	Міристолеїнова (C _{14:1})	1,20±0,01
Каприлова (C _{8:0})	1,33±0,18	Пальмітолеїнова (C _{16:1})	1,38±0,07
Капринова (C _{10:0})	3,30±0,52	Олеїнова (C _{18:1}) <i>цис</i>	20,46±0,80
Лауринова (C _{12:0})	3,89±0,40	Олеїнова (C _{18:1}) <i>транс</i>	2,46±0,02

Жирні кислоти	Вміст	Жирні кислоти	Вміст
Міристинова (C _{14:0})	11,34±0,31	Лінолева (C _{18:2}) <i>цис</i>	1,94±0,02
Пентадеканова (C _{15:0})	1,29±0,07	Лінолева (C _{18:2}) <i>транс</i>	0,10±0,01
Ізопентадеканова (C _{15:0})	0,42±0,01	Ліноленова γ (C _{18:3})	0,20±0,01
Ізопальмітинова (C _{16:0})	0,29±0,01	Ліноленова α (C _{18:3})	1,10±0,01
Пальмітинова (C _{16:0})	29,64±1,24	Гадолеїнова (C _{20:1})	0,12±0,01
Маргаринаова (C _{17:0})	0,63±0,02	Арахідонова (C _{20:4})	0,21±0,01
Стеаринова (C _{18:0})	11,12±0,10	Ейказапентаєнова (C _{20:5})	0,12±0,01
Арахінова (C _{20:0})	0,10±0,01	Докозапентаєнова (C _{22:5})	0,22±0,03
Бегенова (C _{22:0})	0,07±0,03	Докозагексаєнова (C _{22:6})	0,05±0,009
Всього	Σ70,22		Σ29,78

Вміст насичених жирних кислот (ЖК) в концентраті був високим (70,22%) через високий вміст міристинової (C_{14:0}), пальмітинової (C_{16:0}) і стеаринової (C_{18:0}) жирних кислот. Серед мононенасичених ЖК (25,84%) переважала олеїнова кислота (C_{18:1}), тоді як вміст поліненасичених ЖК був низьким (3,94% від загальної кількості жирних кислот). Серед поліненасичених жирних кислот переважали лінолева (C_{18:2}) і ліноленова кислоти (C_{18:3}).

Таким чином, одержаний концентрат із збереженням вихідних мінеральних речовин, збагаченого білками та жирами (в тому числі, фосфоліпідами) може бути використаний для подальшого промислового перероблення в якості білково-ліпідної основи у виробництві харчових продуктів, в тому числі, при виробництві низьколактозних та безлактозних молочних продуктів, а саме морозива, що дозволяє підвищити функціональні властивості продукту на його основі.

Для подальших досліджень обрані білкові безлактозні концентрати маслянки з підвищеним вмістом білків (12,74...16,01%), що отримані діафільтрацією (DV=7) УФ концентратів при ФК=4 та ФК=5.

На підставі отриманих експериментальних даних було проведено промислову апробацію випуску дослідних партій рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки в умовах Тульчинської філії ТОВ «ТЕРРА ФУД» (м. Тульчин, Вінницька область). На нові види безлактозних концентратів розроблена нормативна документація – ТУ У 15.5-36759161–008:2019 «Концентрати білкові молочні безлактозні рідкі», ТІ до ТУ У 15.5–36759161–008:2019.

4.5 Аналіз небезпечних чинників технології виробництва харчового продукту та управління його безпечністю

Щоб провести аналіз небезпечних чинників для розробки плану НАССР, виробнику харчової продукції необхідно мати робочі знання про потенційні джерела небезпеки. Метою плану НАССР є контроль всіх небезпечних факторів, які з достатньою імовірністю можуть загрожувати безпеці харчових продуктів. Такі небезпечні чинники можна розділити на три групи: біологічні, хімічні та фізичні.

Документ Комісії Кодекс Аліментаріус визначає небезпечний чинник як „ біологічний, хімічний та фізичний чинник або стан харчового продукту з потенційною можливістю шкідливого впливу на здоров'я людини”.

Група НАССР повинна скласти список всіх небезпечних чинників, поява яких може очікуватись на кожному з етапів, починаючи від виробництва сировини, обробки, виробництва до вживання.

Далі група НАССР повинна провести аналіз небезпечних чинників, визначаючи для плану НАССР, які небезпечні чинники мають такий характер, що повинні бути усунені або зменшені до належних рівнів для виробництва безпечної продукції.

Ймовірність реалізації небезпечного чинника (ступінь ризику)може бути оцінена як висока, помірна, низька та мінімальна. Ці дані можуть використовуватися для прийняття рішень про встановлення критичних точок контролю, ступеня потрібного моніторингу та внесення будь яких змін у процес

або склад інгредієнтів, що могли б знизити величину існуючих небезпек до ризику, допустимого для споживача.

При проведенні аналізу ризиків повинно бути враховано:

- вірогідність появи ризиків і можливість їх дії на здоров'я;
- якісні або чисельні оцінки існуючих ризиків;
- виживання або розмноження мікроорганізмів, які присутні;
- виникнення або стійкість в продуктах харчування токсинів, хімічних або фізичних речовин;
- умови, які можуть призвести до всього вищезгаданого.

Аналіз ризиків - один з основних етапів, де повинно бути гарантовано, що всі потенційні ризики визначені і розглянуті.

Аналіз ризиків складається з трьох частин:

- А). Ідентифікація ризиків
- Б). Визначення важливості ризиків
- В). Визначення запобіжних заходів.

Контролювання біологічних небезпечних чинників

Біологічні небезпечні чинники можуть контролюватися шляхом обмеження, припинення або зміни умов кінетики росту, яких потребують мікроорганізми для виживання, росту та відтворення. Цей вид небезпеки може знижуватися, зсуватися або регулюватися термічним обробленням (нагріванням чи охолодженням), замороженням або сушінням.

Підприємства з вирощування чи перероблення харчових продуктів повинні включати до своєї програми НАССР три основні цілі щодо біологічних небезпечних чинників:

- усунення або значне зниження біологічної небезпеки;
- запобігання або мінімізація росту мікробів і утворенню токсинів;
- контролювання зараження.

Далі наведені приклади деяких контрольних заходів щодо біологічних небезпек.

Для запобігання, усунення або зниження до допустимого рівня бактеріальної небезпеки контрольні заходи можуть включати:

- контроль температури/часу (належний контроль часу охолодження і зберігання, наприклад, для мінімізації розростання мікроорганізмів);
- кулінарне оброблення (термічне оброблення) впродовж відповідного часу і за відповідної температури для усунення мікроорганізмів або зниження їхньої кількості до допустимих рівнів;
- охолодження та заморожування;
- контроль ферментації та/або рН (наприклад, кисломолочні бактерії в йогурті гальмують ріст інших мікроорганізмів, які не витримують кислотні умови та конкуренцію);
- додання солі або інших консервантів, які у прийнятних кількостях можуть гальмувати ріст мікроорганізмів;
- сушіння з достатньою кількістю тепла для знищення мікроорганізмів або з видаленням достатньої кількості води з харчового продукту для запобігання розмноженню певних мікроорганізмів, навіть коли сушіння проводять за понижених температур;
- умови пакування (наприклад, вакуумне пакування може використовуватися для сповільнення росту мікроорганізмів, які для розмноження вимагають повітря);
- контроль джерела, тобто контроль присутності та рівня мікроорганізмів завдяки отриманню інгредієнтів від постачальників, які можуть підтвердити відповідні заходи контролю інгредієнтів (наприклад, постачальників, які дотримуються програми НАССР);
- чищення та дезинфікування, які можуть усувати або знижувати рівні мікробіологічного зараження;
- правила і норми особистої та промислової гігієни, які можуть знижувати рівні мікробіологічного зараження.

Контролювання хімічних небезпечних чинників

Контрольні заходи щодо хімічних небезпечних чинників можуть включати:

- контроль джерел постачання, тобто встановлення технічних умов на сировину та інгредієнти і сертифікація (атестація) постачальників, яка є підтвердженням відсутності шкідливих хімікатів або допустимих рівнів їхнього вмісту в продукції, що ними постачається;
- технічний контроль, тобто контроль рецептур, належне використання і контроль харчових добавок та рівнів їхнього вмісту;
- належне ізолювання нехарчових хімікатів під час зберігання та поводження;
- контроль випадкового забруднення від хімікатів (наприклад, мастильних матеріалів, хімікатів для оброблення води та пари, фарб);
- контроль етикетування, тобто засвідчення того, що кінцевий продукт має правильну етикетку з точки зору переліку інгредієнтів та відомих алергенів.

Контролювання фізичних небезпечних чинників

Контрольними заходами щодо фізичних небезпечних чинників можуть бути:

- контроль джерел постачання, тобто встановлення технічних умов на сировину та інгредієнти і сертифікація (атестація) постачальників, яка є підтвердженням відсутності небезпечних фізичних чинників або допустимих їх значень у продукції;
- технічний контроль (наприклад, використання магнітів, металодетекторів, сит, каменевідбірних машин, повітряних грохотів);
- контроль навколишнього середовища, тобто забезпечення впевненості у тому, що належна виробнича практика дотримується і харчовий продукт не зазнає жодного фізичного забруднення від споруд, виробничого устаткування, робочих поверхонь чи обладнання.

4.6. Ідентифікація та оцінювання небезпечних чинників (НЧ)

Згідно вимог ДСТУ ISO 22000:2007 група безпечності харчових продуктів (група НАССР) повинна виконати аналізування небезпечних чинників, щоб установити, якими саме небезпечними чинниками потрібно керувати, який ступінь керування потрібний для убезпечення харчових продуктів, і яка комбінація заходів керування є необхідною.

Усі небезпечні чинники харчових продуктів, виникнення яких є обґрунтовано очікуваним, зважаючи на тип продукту, тип процесу та наявну виробничу інфраструктуру, потрібно проідентифікувати та запротоколювати.

Ідентифікацію треба базувати на:

- a) попередній інформації;
- b) досвіді;
- c) зовнішній інформації, зокрема, наскільки це можливо, епідеміологічних та інших історичних даних;
- d) отриманій з харчового ланцюга інформації щодо небезпечних чинників харчових продуктів, які можуть стосуватися безпечності кінцевих продуктів, проміжних продуктів і харчових продуктів під час споживання.

Стадію(-і) (від сировини до оброблення та розподілення), на якій(-их) може бути внесено кожний небезпечний чинник харчового продукту, потрібно позначити.

Ідентифікуючи небезпечні чинники треба брати до уваги:

- a) стадії, що передують розглядуваній операції, та наступні за нею;
- b) технологічне устаткування, допоміжні служби/обслуговування й оточення;
- c) попередні та подальші ланки харчового ланцюга.

Якщо це можливо, для кожного поідентифікованого небезпечного чинника потрібно визначити його прийнятний рівень у кінцевому продукті. Визначений рівень має враховувати чинні законодавчі та нормативні вимоги, вимоги замовника до безпечності харчового продукту, використання за призначеністю

замовником та інші доречні дані. Обґрунтування та результат визначення прийнятних рівнів потрібно запротоколювати.

Важкість наслідків впливу небезпечного чинника – це його ступінь серйозності наслідків, якщо його не контролювати.

Мета аналізу – скласти перелік НЧ, які є досить серйозними і які в подальшому будуть регулюватись планом НАССР.

Порядок проведення аналізу небезпечних факторів наступний:

А) визначають потенційно негативний вплив конкретного НЧ на споживачів за трьома категоріями:

- 1 – мінімальний негативний вплив на споживача;
- 2 – госпіталізація, короткотермінове ушкодження;
- 3 – смертельний випадок, захворювання, що може призвести до смертельного випадку, втрата працездатності.

Б) визначають ймовірність виникнення конкретного НЧ протягом життєвого циклу харчового продукту за наступними категоріями:

- 1 – низька ймовірність появи (теоретична);
- 2 – можлива поява (ймовірне виникнення, але немає достовірних доказів);
- 3 – реальна ймовірність появи (випадки у минулому, загроза появи на даному етапі).

За допомогою табл. 4.7 визначають значущість НЧ «К», якщо коефіцієнт $K > 0,6$, то НЧ – значимий (суттєвий).

Таблиця 4.7 – Визначення значущості небезпечних факторів

Ймовірність виникнення небезпечного фактора – В	Істотність шкідливого впливу – С			
	К = В × С	Невисока	Середня	Висока
		(С = 1)	(С = 2)	(С = 3)
Невисока (В = 0,1)	К = 0,1 -	К = 0,2 -	К = 0,3 -	
Середня (В=0,2)	К = 0,2 -	К = 0,4 -	К = 0,6 +	
Висока (В = 0,3)	К = 0,3 -	К = 0,6 +	К = 0,9 +	

Група НАССР провела ідентифікацію в результаті якої були виявлені такі

небезпечні чинники, як:

- БГКП (колі-форми)
- Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела
- Staphylococcus aureus
- Токсичні елементи (свинець, кадмій, миш'як, ртуть)
- Мікотоксини (афлатоксин В1, афлатоксин М1)
- Антибіотики та пестициди
- Радіонукліди (^{137}Cs , ^{90}Sr)

В таблиці 4.8 наведено протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників.

Таблиця 4.8 – Протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників

Номер та назва стадії	Небезпечні чинники	Джерела виникнення небезпечного чинника	Прийнятний рівень небезпечного чинника	Обґрунтування прийнятного рівня	Результати оцінки ризику			Суттєвість небезпечного чинника
					Істотність (жорсткість) впливу	Ймовірність виникнення	Ризик	
Приймання маслянки	Б – вегетативні форми мікроорганізмів	Порушення санітарно-гігієнічних вимог персоналу Недотримання температурних режимів.	МАФАНМ не більше $1 \cdot 10^5$ КУО в 1г продукту БГКП (колі-форми), в 0,01г продукту - не допускають Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають Staphylococcus aureus, в 1 г продукту - не допускають Listeria monocytogenes , в 25г продукту - не допускають Дріжджі та плісеневі гриби КУО в 1 г не більше, ніж 100 (в сумі)	За вимогами ТУ У 46.39.079-96.	1	2	2	Не суттєвий
	Х– наявність токсичних елементів, пестицидів, мікотоксинів, нітратів, радіонуклідів	Отримання забрудненої сировини	Токсичні елементи, мг/кг, не більше: Свинець - 0,35 Миш'як - 0,15 Кадмій - 0,1 Ртуть - 0,015 Мікотоксини, мг/кг, не більше: Афлатоксин В1 - не дозв. Афлотоксин М1 – 0,0005 Вміст антибіотиків та пестицидів не повинен перевищувати норми, передбачені МБВ № 5061 і ДСан ПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Радіонукліди 137Cs – 100 Бк/кг, 90Sr – 20 Бк/кг	За вимогами ТУ У 46.39.079-96	3	4	12	суттєвий
	Ф – потрапляння сторонніх включень в маслянку	Отримання забрудненої сировини	Не допускається	Можуть загрожувати здоров'ю споживача	1	2	2	не суттєвий

КРМ.ХХЕтаБ.1.602-03.3.34.1

Продовження таблиці 4.8

Номер та назва стадії	Небезпечні чинники	Джерела виникнення небезпечного чинника	Прийнятний рівень небезпечного чинника	Обґрунтування прийнятного рівня	Результати оцінки ризику			Суттєвість небезпечного чинника
					Істотність (жорсткість) впливу	Ймовірність виникнення	Ризик	
Підігрів маслянки	Б – розвиток патогенних мікроорганізмів Х-відсутні Ф-відсутні	Недотримання технологічних режимів	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають	<i>За вимогами ТУ У 46.39.079-96</i>	3	2	6	Не суттєвий
Пастеризація маслянки	Б – виживання патогенних мікроорганізмів; Х – залишки миючих/дезінфікуючих засобів Ф – відсутні	Порушення режиму пастеризації Обладнання	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають Не допускається	<i>За вимогами ТУ У 15.5-36759161-008:2019</i> При поганому митті обладнання можуть переходити в продукт	3	4	12	суттєвий не суттєвий
					2	1	2	
Охолодження маслянки	Б – розвиток патогенних мікроорганізмів Х – потрапляння сторонніх речовин Ф-відсутні	Недотримання технологічних режимів Холодоносій	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають Не допускається	<i>ТУ У 15.5-36759161-008:2019</i> При механічних пошкодженнях холодоносія в продукт може потрапляти холодоагент		3	3	6
						2	2	4

КРМ.ХХЕтаБ.1.602-03.3.34.1

Продовження таблиці 4.8

Номер та назва стадії	Небезпечні чинники	Джерела виникнення небезпечного чинника	Прийнятний рівень небезпечного чинника	Обґрунтування прийнятного рівня	Результати оцінки ризику			Суттєвість небезпечного чинника
					Істотність (жорсткість) впливу	Ймовірність виникнення	Ризик	
Ультрафільтрація	Б – розвиток патогенних мікроорганізмів Х-відсутні Ф-відсутні	Недотримання технологічних режимів	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають	За вимогами ТУ У 15.5-36759161-008:2019	3	2	6	Не суттєвий
Нанофільтрація	Б – наявність та розвиток патогенних мікроорганізмів Х- Залишки миючих/дезінфікуючих засобів Ф- Відсутні	Недотримання технологічних режимів Обладнання	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають Не допускається	За вимогами ТУ У 15.5-36759161-008:2019	2	1	2	Не суттєвий
				При поганому митті обладнання можуть переходити в продукт	2	1	2	Не суттєвий
Діафільтрація	Б – наявність та розвиток патогенних мікроорганізмів Х- Залишки миючих/дезінфікуючих засобів Ф- Відсутні	Недотримання технологічних режимів Обладнання	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають Не допускається	За вимогами ТУ У 15.5-36759161-008:2019	2	1	2	Не суттєвий
				При поганому митті обладнання можуть переходити в продукт	2	1	2	Не суттєвий
Підігрівання	Б – розвиток патогенних мікроорганізмів Х-відсутні Ф-відсутні	Недотримання технологічних режимів	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають	За вимогами ТУ У 15.5-36759161-008:2019	3	2	6	Не суттєвий

Продовження табл. 4.8

Номер та назва стадії	Небезпечні чинники	Джерела виникнення небезпечного чинника	Прийнятний рівень небезпечного чинника	Обґрунтування прийнятного рівня	Результати оцінки ризику			Суттєвість небезпечного чинника
					Істотність (жорсткість) впливу	Ймовірність виникнення	Ризик	
Гомогенізація	Б – наявність та розвиток патогенних мікроорганізмів Х- Залишки миючих/дезінфікуючих засобів Ф- Відсутні	Недотримання технологічних режимів Обладнання	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають Не допускається	За вимогами ТУ У 15.5-36759161-008:2019 При поганому митті обладнання можуть переходити в продукт	2	1	2	Не суттєвий
					2	1	2	Не суттєвий
Пастеризація	Б – виживання патогенних мікроорганізмів; Х – залишки миючих/дезінфікуючих засобів Ф – відсутні	Порушення режиму пастеризації Обладнання	Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25г продукту - не допускають Не допускається	За вимогами ТУ У 15.5-36759161-008:2019 При поганому митті обладнання можуть переходити в продукт	3	4	12	Суттєвий
					2	1	2	не суттєвий

4.7. Розподіл заходів керування за категоріями

На основі аналізу небезпек треба визначити відповідні комбінації керівних впливів, які дадуть змогу запобігти, усунути або знизити ці небезпеки до встановленого прийняттого рівня. Обрані керівні дії мають бути класифіковані залежно від способу керування ними:

- програми попередніх умов;
- оперативні програми попередніх умов;
- План НАССР.

Після аналізування небезпек і оцінювання заходів керівних дій, які класифіковані як План НАССР, необхідно за допомогою «Дерева прийняття рішень» визначити заходи контролю. У «прийнятті рішень» використано логічний підхід у процесі визначення ККТ на кожному етапі процесу, де було виявлено значущі небезпечні чинники, які мають бути контрольовані за Планом НАССР.

Необхідно поставити певні запитання за методом «Дерево прийняття рішень» (рис. 4.1)

Це рішення допоможе визначити ККТ або оперативні програми попередніх умов. У разі позитивної відповіді можна переходити до запитання № 2.

«До прийняттого рівня» означає до рівня, коли споживання продукту відповідно до передбачуваного використання не зашкодить здоров'ю споживача.

Прийнятний рівень визначають під час ідентифікації небезпек. Якщо цей етап спрямовано на усунення небезпеки або зниження її до прийняттого рівня, відповідаємо «Так».

Етап автоматично стає ККТ, яку має контролювати План НАССР. Після цього переходимо до наступної небезпеки.

Чи може ідентифікована небезпека перевищувати допустимі рівні або переходити на недопустимі рівні?

Для відповіді на це запитання необхідно спиратися на аналіз небезпек, загальнодоступну інформацію й досвід компанії.

Якщо ця небезпека не становить суттєвої загрози для життя і здоров'я споживача, то слід відповісти «Ні».

Це не ККТ, цю небезпеку можна контролювати за допомогою оперативної програми попередніх умов (далі – ОППУ).

Слід перейти до наступної небезпеки. Якщо така небезпека може зашкодити здоров'ю і життю споживача, і навіть після цього етапу процесу перейти на недопустимі рівні, то необхідно відповісти «Так» і перейти до наступного запитання.

Чи гарантує наступний етап процесу (враховуючи передбачуване використання користувачем) усунення цієї суттєвої небезпеки або зниження її до прийняттого рівня?

За допомогою цього запитання можна виявити чи містить процес подальші етапи, спрямовані на усунення цієї небезпеки.

Якщо такі етапи є, то необхідно відповісти «Так» – такий етап не є ККТ. Під час оцінювання в Плані НАССР слід вказати цей подальший етап.

Якщо відповідь на таке запитання «Ні», то цей етап стає ККТ, оскільки на ньому востаннє відбувається усунення або зниження небезпеки до прийняттого рівня.

Після аналізування суттєвих небезпек можна визначити етапи, які має контролювати План НАССР як ККТ.

Решту етапів, які під час аналізування не було визначено як ККТ і не потрапили до Плану НАССР, також необхідно контролювати, але як ОППУ.

Граничні значення повинні, за можливості, встановлюватися і обґрунтовуватися для кожної критичної контрольної точки. У деяких випадках на конкретному етапі може бути встановлено відразу декілька граничних значень. Загальноприйняті критерії включають вимірювання температури, часу, вологості, кислотності рН, водної активності A_w , присутності хлору і визначення органолептичних характеристик продукту, наприклад, зовнішнього вигляду і структури.

Якщо для встановлення граничних значень використовуються розроблені експертами настановчі положення НАССР, потрібно бути обережними та впевненими в тому, що ці граничні значення повністю застосовні до

Таблиця 4.9 – Протокол розподілу заходів керування за категоріями

№ на стадії	назва НЧ, зниження якого є суттєвим	Заходи керування та їх комбінації	Чи існують на цій стадії заходи керування ідентифікованим НЧ? (Ні-змінити процес)	Чи є на подальших стадіях заходи керування?	Чи можливо установити показник і його критичні межі для здійснення моніторингу? (Ні-віднести до ОПП)	Чи можливо установлення адекватних систем моніторингу для своєчасного виконання коригувальних дій?	Розподілення за категоріями	
							ОПП	НАССР
Приймання маслянки	Х – наявність токсичних елементів (свинець, кадмій, миш'як, ртуть), пестицидів (піретрум), мікотоксинів (афлотоксини В1 і М1), нітратів, радіонуклідів (Cs-137, Sr-90)	Контроль постачальників, зберігання і транспортування та здоров'я та гігієни персоналу	Так	Ні	Ні	Так	+	
Пастеризація маслянки	Б – виживання патогенних мікроорганізмів (сальмонела)	Перевірка температури в пастеризаторі Процедура щодо контролю належних умов виробництва	Так	Так	Так	Так		+
Пастеризація ББКМ	Б – виживання патогенних мікроорганізмів (сальмонела)	Перевірка температури в пастеризаторі Процедура щодо контролю належних умов виробництва	Так	Так	Так	Так		+

4.8. Розроблення процедур плану НАССР та операційних програм передумов

Критична контрольна точка визначається як етап, на якому можна застосувати захід з контролю та який є обов'язковим для запобігання загрози безпеки харчового продукту, усунення такої загрози чи зниження її до прийняттого рівня. У ході аналізу ризиків, визначено місця, в яких необхідно запровадити заходи з контролю. Для контролю багатьох виявлених ризиків може використовуватися Програма передумов. Будь-які ризики, контроль яких не здійснюється за допомогою програм передумов, повинні бути визначені як КТК. Ці точки можуть відрізнятися в залежності від аналізу ризиків, підприємства, продукції та методу виробництва.

Інформація, одержана в ході аналізу ризиків, повинна дати робочій групі з НАССР можливість визначити, які кроки в процесі є критичними контрольними точками. Їх визначення може бути спрощене шляхом використання алгоритму прийняття рішень щодо кожної з них. Попри те, що застосування алгоритму прийняття рішень щодо КТК може бути корисним при визначенні того, чи є окремий етап критичною контрольною точкою по відношенню до попередньо визначеного ризику, цей алгоритм є лише інструментом, а не обов'язковим складником НАССР. Алгоритм прийняття рішень щодо КТК не замінює експертні знання.

Векторна схема технологічного процесу виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів з вказаними на ній критичними точками контролю та операційними програмами передумов наведена на рисунку 4.2.

Критична контрольна точка визначається як етап, на якому можна застосувати захід з контролю та який є обов'язковим для запобігання загрози безпеки харчового продукту, усунення такої загрози чи зниження її до прийняттого рівня. У ході аналізу ризиків, визначено місця, в яких необхідно запровадити заходи з контролю.

Для контролю багатьох виявлених ризиків може використовуватися Програма передумов.

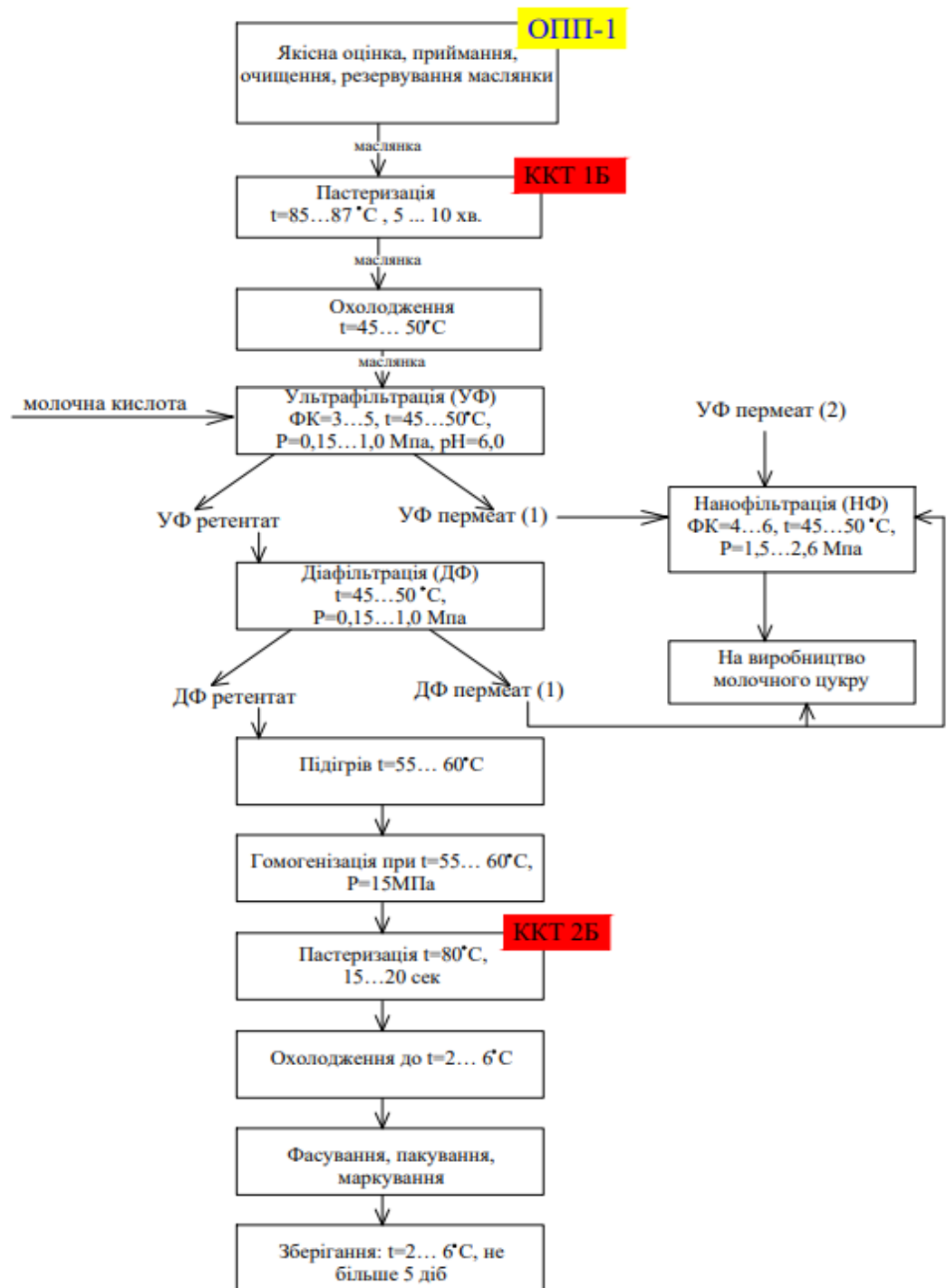


Рисунок 4.2 - Векторна схема технологічного процесу виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів з вказаними на ній критичними точками контролю та операційними програмами передумов.

Будь-які ризики, контроль яких не здійснюється за допомогою програм передумов, повинні бути визначені як КТК. Ці точки можуть відрізнятися в залежності від аналізу ризиків, підприємства, продукції та методу виробництва.

При виробництві одного й того ж молочного продукту на різних підприємствах рівні ризиків, а також точки, етапи або процедури, які є КТК, можуть відрізнятися. Причиною цього можуть бути відмінності в схемі виробництва, обладнанні, виборі складників (у тому числі сирого чи пастеризованого молока) або процесу, що використовується.

На табл. 4.10 та 4.11 зазначені плани НАССР та ОПП.

При моніторингу КТК №1 на етапі пастеризації маслянки кожні 2 хвилин візуально за показниками термограми контролюється температура процесу майстром апаратної дільниці. В разі виявлення порушень автоматично призупиняється процес пастеризації, закривається трубопровід, поки рівень температури не буде поновлено, маслянка направляється на повторну пастеризацію. Мікробіологічний контроль партії продукції, яка вироблялась під час відхилення КТК №1 від критичних меж. Проводиться перевірка роботи пристрою для контролю та реєстрації температури, зворотного клапану. Якщо необхідно, то проводиться ремонт, відновлення контролю та розпочинається зупинений процес. Негайно: повідомити майстра апаратної дільниці, начальника виробничої лабораторії для проведення подальших коригувальних дій. Всі дії записуються в журнал моніторингу, журнал перевірки установок, журнали мікробіологічного контролю та температура на термограмі.

При моніторингу ОПП №1 на етапі приймання маслянки з кожною новою партією в обов'язковому порядку перевіряються супровідні документи маслянки (їх наявність та зміст), а також лаборант перевіряє відповідність маслянка цим супровідним документам. Якщо виявлені якісь суттєві невідповідності, то сировина не приймається.

Таблиця 4.10 - План НАССР

КТК	Суттєві НЧ	Критична межа	Процедура моніторингу				Коригувальна дія	Запис	Перевірка
			Що	Як	Як часто	Хто			
Пастеризація маслянки	Б – виживання патогенних мікроорганізмів (сальмонела)	Температура не нижче ніж 85-87°C	Температура та час пастеризації	Автоматична реєстрація (термограф) Візуально за показниками термограми	Постійно Кожні 15 хвилин	Майстер апаратної дільниці	- автоматично призупиняється процес пастеризації - налагодження пастеризаційного апарату - повідомлення керівників - повторна пастеризація - відправлення на мікробіологічний контроль	Термограми Журнал моніторингу Журнал перевірки установок для пряження Журнали мікробіологічного контролю	Лаборант щоденно, головний інженер 1 раз в місяць
Пастеризація ББКМ	Б – виживання патогенних мікроорганізмів (сальмонела)	Температура не нижче ніж 80°C	Температура та час пастеризації	Автоматична реєстрація (термограф) Візуально за показниками термограми	Постійно Кожні 15 хвилин	Майстер апаратної дільниці	- автоматично призупиняється процес пастеризації - налагодження пастеризаційного апарату - повідомлення керівників - повторна пастеризація - відправлення на мікробіологічний контроль	Термограми Журнал моніторингу Журнал перевірки установок для пряження Журнали мікробіологічного контролю	Лаборант щоденно, головний інженер 1 раз в місяць

КРМ.ХХЕтаБ.1.602-03.3.34.1

При моніторингу КТК №2 на етапі пастеризації ББКМ візуально за показниками термодатчика контролюється температура процесу майстром апаратної дільниці. В разі виявлення порушень автоматично призупиняється процес пастеризації, закріплюється трубопровід, поки рівень температури не буде поновлено, ББКМ направляється на повторну пастеризацію. Мікробіологічний контроль партії продукції, яка вироблялась під час відхилення КТК №1 від критичних меж. Проводиться перевірка роботи пристрою для контролю та реєстрації температури, зворотного клапану. Якщо необхідно, то проводиться ремонт, відновлення контролю та розпочинається зупинений процес. Негайно: повідомити майстра апаратної дільниці, начальника виробничої лабораторії для проведення подальших коригувальних дій. Всі дії записуються в журнал моніторингу, журнал перевірки установок, журнали мікробіологічного контролю та температура на термограмі.

Таблиця 4.11 – План ОПП

Операція	Суттєві НЧ	Захід керування	Процедура моніторингу				Коригувальна дія	Запис	Перевірка
			Що	Як	Як часто	Хто			
Прийман ня маслянки	Х – наявність токсичних елементів пестицидів, мікотоксинів, нітратів, радіонуклідів	Перевірка наявності та відповідності супровідних до реальних показників сировини	Супровідні документи	Перевіряючи наявність і зміст документів на відповідність сировини вимогам НД	Кожна партія	Лаборант	Не приймати сировину	Журнал моніторингу Журнал перевірки сировини Журнал вхідного контролю	Завідуючий лабораторією щоденно

КРМ.ХХЕтаБ.1.602-03.3.34.1

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Розроблено технологію і технологічну схему виробництва рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки. Обґрунтовані режими: ультрафільтрація при $P = 0,15 \dots 1,0$ МПа, з фактором концентрування (ФК) 4...5; діафільтраційне оброблення НФ фільтратом при $P = 0,15 \dots 1,0$ МПа (діаоб'єм = 7); раціональний режим пастеризації – 80 ± 2 °С з витримкою 15...20 с; гарантований термін зберігання досліджуваного продукту – 5 діб.

2. Отриманий рідкий білковий безлактозний концентрат маслянки має підвищений вміст сухих речовин, має високі біологічну цінність (лімітуючих амінокислот у маслянці-сировині і в концентраті немає) і антиоксидантну активність 315...330 ум.од., що в 1,2...1,6 разів вища у порівнянні з маслянкою-сировиною.

3. В результаті оцінки перевірено план НАССР, складено блок-схему технологічного процесу, аналізовано ризики, визначено критичні контрольні точки, критичні границі, проведено моніторинг продукту та коригувальні дії, проведено валідацію. При впровадженні ББКМ з'являються нові потенційні загрози (патогенні організми, що потрапляють з сировиною), нові контрольні критичні точки в порівнянні із пастеризованою сироваткою.

4. Запропоновано у технології виробництва ББКМ дві критичні контрольні точки: ККТ 1 – на технологічній операції «Пастеризація маслянки», ККТ 2 – на технологічній операції «Пастеризація ББКМ». Обґрунтовано необхідність введення програм передумов: ОПП 1 – на технологічній операції «Оцінка якості, приймання маслянки».

РОЗДІЛ 5. ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ

Розрахунок необхідних інвестицій

Впровадження запропонованої технології отримання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки доцільне на діючих молокопереробних підприємствах у якості заходу із комплексної переробки молочної сировини. Для впровадження запропонованої технології необхідно придбання та монтаж додаткового обладнання.

$$I_{заг} = I_y + I_{ок},$$

$$I_{заг} = I_y \quad (5.1)$$

де I_y – капітальні вкладення у виробниче устаткування;

$I_{ок}$ – капітальні вкладення у матеріальні оборотні кошти.

$I_{ок} = 0$ (використовується вторинний матеріальний ресурс).

Для розрахунку капітальних вкладень по устаткуванню доцільно скласти таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок капітальних вкладень по устаткуванню

Впроваджуване устаткування	Кількість	Ціна, грн	Вартість, тис. грн.
1	2	3	4
Лінія приймання маслянки УПМ-5,0	1	430000	430
Сепаратор холодного очищення Westfalia	1	100000	100
Пластинчастий охолоджувач Westfalia	1	105000	105
Резервуар для маслянки В2-ОМВ-10	2	93000	186
ППОУ для маслянки Alfa-Laval-2000	2	565000	1130
Установка для ультрафільтрації	1	4600000	4600
Резервуар APV-10	1	140000	140
Резервуар для концентрату APV-2	1	103000	103
Установка для нанофільтрації	1	6800000	6800
Сушарка А1-ФМЯ	1	3200000	3200
Резервуар для УФ фільтрату APV-10	2	140000	280
Резервуар для безлактозного концентрату маслянки APV-2	1	103000	103
Резервуар APV-10	2	140000	280
Фасувально-пакувальний автомат для сухих продуктів у мішки	1	420000	420
Автомат для розливу рідкого концентрату	1	390000	390

Продовження табл. 5.1

Впроваджуване устаткування	Кількість	Ціна, грн	Вартість, тис. грн.
Резервуар для НФ концентрату APV-2	1	103000	103
Резервуар для НФ фільтрату APV-10 т	2	140000	280
Резервуар APV-2	2	103000	206
Гомогенізатор Bertolli HA3302	1	200000	200
Разом вартість устаткування			19056
Транспортні витрати			952,8
Витрати на монтаж			1905,6
Інші витрати			381,12
Всього			22295,52

Відповідно до розрахунків для впровадження даної технології на діючому молокопереробному підприємстві необхідні інвестиції у розмірі 22295,52 тис.грн.

Розрахунок виробничої програми

Виробнича потужність розраховують за формулою:

$$OB_{\text{річ}} = VP_{\text{зм}} * \Phi * K_{\text{ввп}}, \quad (5.2)$$

де $VP_{\text{зм}}$ – добовий виробнича потужність;

Φ – фонд робочого часу підприємства (діб);

$K_{\text{ввп}}$ – коефіцієнт використання виробничої потужності.

Розрахунок виробничої програми представлено у табл. 6.2.

Виробнича потужність лінії складатиме 4 т/добу для виробництва рідкого ББКМ та 2 т/добу для виробництва сухого ББКМ. Загальний фонд робочого часу лінії складає 300 діб на рік, з яких 200 діб – виробництво рідкого ББКМ, 100 діб – виробництво сухого ББКМ.

Таблиця 5.2 – Розрахунок виробничої програми

Показники	Рідкий ББКМ
Виробнича потужність лінії, т/добу	4
Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	200
Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,80
Плановий обсяг виробництва на рік, т	640

Розрахунок собівартості

Розрахунок витрат на сировину відповідно до норм витрат на 1 т готової продукції представлено у табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок вартості сировини

Сировина і основні матеріали	Ціна, грн/од.	Одиниця виміру	Рідкий ББКМ	
			Норма витрат, одиниць/т	Вартість, грн
Маслянка-сировина	0,50	кг	5000	2500
Всього основна сировина				2500

Вартість допоміжних матеріалів відповідно до нормативів – 5 % від вартості основної сировини, транспортно-заготівельні витрати – 2 % від вартості основної сировини (табл. 5.6).

Розрахунок вартості тари та пакування представлено у табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок вартості тари та пакування

Сировина і основні матеріали	Ціна, грн/од.	Одиниця виміру	Рідкий ББКМ	
			Норма витрат, одиниць/т	Вартість, тис. грн
Паперові пакети	4,50	шт		
Фляги	54,0	шт	40	2160
Разом				2160

Значну питому вагу в структурі собівартості продукції займають витрати на енергоресурси. Більш того, з огляду на постійне зростання вартості енергоресурсів, ця питома вага постійно зростає. Витрати на електроенергію, яку споживає обладнання доцільно визначати в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок споживання обладнанням електроенергії

Обладнання	Кількість одиниць	Споживання електроенергії, кВт/год	Загальне споживання, кВт/год
Лінія для приймання маслянки	1	5,5	5,5
Сепаратор холодного очищення	1	4	4
Пластинчастий охолоджувач	1	2	2
Резервуар для маслянки В2-ОМВ-10	2	2	4
ППОУ Alfa-Laval-2000	2	7	14
Резервуар APV-2	5	1	5
Гомогенізатор Bertolli HA3302	1	4	4
Фасувально-пакувальний автомат у мішки	1	2,5	2,5
Автомат для розливу рідкого безлактозного концентрату	1	2	2
Резервуар APV-10	7	0,75	5,25
Лінія ультрафільтрації	1	12	12
Лінія нанофільтрації	1	12	12
Разом по обладнанню з виробництва рідкого ББКМ			72,25

Загальне споживання інших енергоресурсів (пари, води, холоду, газ) визначають відповідно до виконаних технологічних розрахунків в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок витрат на енергоресурси по виробництву рідкого ББКМ

Найменування	Потреба на годину	Річне споживання	Ціна одиниці, грн.	Вартість на рік, тис. грн.
Електроенергія, кВт/год	72,25	249590	2,64	658,92
Вода (споживання), м ³	45	132980	17,916	2382,48
Вода (водовідведення), м ³	20	65748	17,244	1133,76
Разом				4175,16

Для реалізації запропонованого проекту необхідний додатковий персонал. У структурі персоналу додатковий персонал складає 30 % від виробничого. Розрахунок витрат на заробітну плату представлено у табл.5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок фонду оплати праці виробничих працівників

Склад виробничої зміни	Кількість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд робочого часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Робітник 2 розряду	1	2	35,00	2000	70000,00
Робітник 3 розряду	1	3	38,20	2000	76400,00
Робітник 4 розряду	1	4	42,50	2000	85000,00
Всього основна заробітна плата	3				231400,00
Додаткова заробітна плата (40 %)					92560,00
Всього основна і додаткова заробітна плата,					323960,00

Витрати на оплату праці на одну зміну – 323960 грн. Кількість робочих змін – 3 зміни по три робітники. Витрати на оплату праці виробничого персоналу – 1275768 грн.

Чисельність виробничого персоналу: $3 \times 3 = 9$ осіб.

Чисельність невиробничого персоналу: $9 \times 0,3 \approx 3$ особи.

Загальна чисельність персоналу – 12 осіб.

Фонд оплати праці допоміжних робітників, керівників, спеціалістів та службовців визначають на основі розрахунку їх чисельності та середньої заробітної плати.

Таблиця 5.8 – Розрахунок фонду оплати праці допоміжних робітників, керівників, спеціалістів та службовців

Персонал	Чисельність персоналу, чол.	Середня місячна заробітна плата, тис.грн	Фонд оплати праці на рік, тис.грн.
Допоміжні працівники	1	10	120
Керівники, спеціалісти та службовці	2	25	600
Разом	3		720

Розрахунок відрахувань на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок) визначимо на основі розрахованих фондів оплати праці в таблиці 6.10.

Єдиний соціальний внесок необхідно визначити, використовуючи встановлені відсотки відрахувань (22,0 %):

$$B_{сз} = (720 + 1275,77) * 0,22 = 372,21 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на оплату праці та ЄСВ розподіляються за видами продукції пропорційно вартості основної сировини.

Розрахунок амортизаційних відрахувань проводять користуючись прямолінійним методом нарахування амортизації як найбільш економічно обґрунтованим.

$$A = OЗ / T, \quad (5.3)$$

де $OЗ$ – амортизуємо (первісна) вартість об'єктів основних засобів;

T – термін корисного використання об'єктів основних засобів.

Таблиця 5.9 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Основні засоби	Вартість обладнання, тис. грн.	Балансова вартість обладнання, тис.грн	Термін використання, років	Норма амортизації, %	Річні амортизаційні відрахування, тис. грн.
Обладнання	22295,52	18579,6	5	20	3715,92

Відрахування на ремонт обладнання (PM) необхідно визначити у розмірі 30 % від амортизаційних відрахувань:

$$PM = 3715,92 \times 0,3 = 1114,78 \text{ тис. грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$\Delta A = 3715,92 + 1114,78 = 4830,70 \text{ тис. грн.}$$

Розподіл амортизації між видами продукції здійснюємо пропорційно вартості сировини.

Загальновиробничі витрати розраховуємо укрупнено в розмірі 10 % від вартості сировини.

Інші виробничі витрати розраховуємо укрупнено в розмірі 5 % від суми 1-9 статей витрат калькуляції собівартості продукції.

Виробнича собівартість складає суму перших десяти статей калькуляції.
 Адміністративні витрати складають 7 % від виробничої собівартості.
 Витрати на збут встановлюються на рівні 20 % від виробничої собівартості.
 Інші операційні витрати відповідно до нормативу складають 5 % від виробничої собівартості. Фінансові витрати – 2 % від виробничої собівартості.

Повна собівартість розраховується як сума виробничої собівартості, адміністративних витрат, витрат на збут, інших операційних витрат та фінансових витрат.

Калькуляція собівартості продукції наведена у табл. 5.10

Таблиця 5.10 – Калькуляція собівартості 1 т безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн	
		Рідкий ББКМ	
		Усього, тис.грн	На 1 т, грн
1.	Сировина і основні матеріали	1600	2500
2.	Транспортно-заготівельні витрати	32	50
3.	Вартість тари та упаковки	1382,4	2160
4.	Вартість допоміжних матеріалів	80	125,00
5.	Вартість енергетичних витрат	4175,16	6523,69
6.	Основна і додаткова заробітна плата виробничих робітників	866,24	1353,50
7.	Відрахування на соціальне страхування	190,57	297,77
8.	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	1260	3220,46
9.	Загальновиробничі витрати	160	250,00
10.	Інші виробничі витрати	80	125,00
Виробнича собівартість		9826,38	16605,43
11.	Адміністративні витрати	112	175,00
12.	Витрати на збут	320	500,00
13.	Інші операційні витрати	80	125,00
14.	Фінансові витрати	32	50,00
Повна собівартість		10370,38	17455,43
15.	Оптова ціна підприємства, що пропонується, за 1 т (без ПДВ)		22500,00
16.	Виручка від реалізації продукції	13367,39	
16.	Прибуток	2997,01	5044,57

Відповідно до представлених розрахунків, повна собівартість 1 т рідкого ББКМ складає 17455,43 грн, оптова ціна 1 т (без ПДВ) – 22500,00 грн, а прибуток на 1 т – 5044,57 грн.

Оцінка економічної ефективності інвестицій

Вихідними даними для оцінки економічної ефективності інвестицій у реконструкцію заводу є показники, що містяться в табл. 5.11.

Прибуток від реалізації продукції розраховують як різницю між виручкою від реалізації продукції та повною її собівартістю.

Таблиця 5.11 – Вихідні дані для оцінки економічної ефективності проекту

Показники	Значення
1. Річний обсяг реалізованої продукції, тис.грн	26583,4
2. Повна собівартість річного обсягу реалізованої продукції, тис.грн	17447,1
3. Прибуток від реалізації продукції, тис.грн	9136,3
4. Чистий прибуток підприємства, тис.грн	7491,79
5. Приріст амортизації основних фондів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів, тис.грн	3715,92
6. Сума інвестицій у проект, тис.грн	22295,5

Оцінку економічної ефективності проекту здійснюють за допомогою показника строку окупності інвестицій (T).

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = I / (\text{ЧП} + A) \quad (5.4)$$

де ЧП – чистий прибуток по проекту;

A – сума додаткових амортизаційних відрахувань.

Власними коштами підприємства для інвестування проекту може бути сума чистого прибутку та річної суми амортизації основних фондів.

$$T = 22295,5 / (7491,79 + 3715,92) = 2 \text{ роки}$$

Строк окупності менше 3 років, тому проект впровадження технології отримання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки є доцільним. Розрахунок чистої поточної вартості майбутніх доходів у кожному році представлено у табл.5.12.

Таблиця 5.12 – Розрахунок чистої поточної вартості майбутніх доходів

Показники	0 рік	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	5 рік	Сума
Сума інвестицій, тис. грн	22295,5						
Чистий прибуток		7491,8	7491,8	7491,8	7491,8	7491,8	
Приріст амортизації		3715,9	3715,9	3715,9	3715,9	3715,9	
Чистий грошовий потік		11207,7	11207,7	11207,7	11207,7	11207,7	11646,2
d (15%)		0,8696	0,7561	0,6575	0,5718	0,4972	
Чистий приведений грошовий потік		9745,8	8474,6	7369,3	6408,0	5572,2	37570,0
NPV	15274,5						
IRR	23%						
Індекс доходності	1,7						
Строк окупності дисконтований	2,5						

Чиста нинішня вартість (NPV) – різниця між поточною вартістю результатів і поточною вартістю витрат за проектом. Якщо $NPV > 0$, то проект можна рекомендувати до реалізації, якщо $NPV < 0$ – проект збитковий.

$$NPV = \sum \text{ЧПД} - I \quad (5.5)$$

$$NPV = 37570,0 - 22295,5 = 15274,5 \text{ тис. грн.}$$

IRR = 23 % – більше ставки дисконтування 15%, тому проект має достатній запас міцності.

Індекс доходності більше 1, дисконтований строк окупності менше 5 років, тому проект є доцільним.

Основні техніко-економічні показники проекту впровадження технології отримання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки відображено в табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Значення
	Рідкий ББКМ
1. Річний обсяг виробництва у натуральному виразі, тис.т	640,0
2. Реалізована (вироблена) продукція, тис.грн	13367,39
3. Повна собівартість продукції, тис.грн	10370,38
4. Прибуток від реалізації продукції, тис.грн	2997,01
5. Витрати на 1 грн виробленої продукції, грн	0,776
6. Рентабельність продукції, %	29
7. Середня оптова ціна за 1 тону (без ПДВ), грн	22500,00
8. Строк окупності проекту, років	2,0
9. NPV, тис. грн	15274,5
10. Строк окупності дисконтований, років	2,5
11. IRR	0,2
12. Індекс доходності	1,7

Таким чином, впровадження запропонованої технології є економічно обґрунтованим. Представлений проект є ефективним за умови забезпечення визначеного в розрахунках обсягу реалізації продукції.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

1. Зовнішні вигоди впровадження системи НАССР:

- створення репутації виробника нового якісного і безпечного продукту харчування – ББКМ;
- підвищення довіри споживачів до продукції;
- підвищення інвестиційної привабливості;
- можливості виходу на нові, в тому числі міжнародні, ринки, розширення вже існуючих ринків збуту;
- додаткові переваги при участі у важливих тендерах;
- підвищення конкурентоспроможності продукції підприємства.

2. Внутрішні вигоди впровадження системи НАССР: термін окупності капітальних вкладень при впровадженні системи НАССР при виробництві ББКМ призначення складе 2,0 роки, що свідчить про економічну ефективність її впровадження.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Охорона праці

Збереження життя і здоров'я працівників є найважливішим напрямом державної політики в галузі охорони праці. Особливої гостроти проблеми забезпечення безпеки людини набувають у виробничому середовищі, в якому здійснюється трудова діяльність людини та формуються різноманітні небезпечні та шкідливі фактори. Сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на працездатність і здоров'я працівника, складають умови праці. Сучасне виробництво характеризується швидкою зміною технологій, оновленням обладнання, впровадженням нових процесів і матеріалів, недостатньо вивчених з точки зору негативних наслідків їх використання. Не є винятком і харчова промисловість.

Безпека виробничих процесів

Харчова промисловість відіграє сполучну роль між сільським господарством і споживачем. Її підприємства переробляють зерно, овочі, фрукти, м'ясо, молоко і постачають готову продукцію підприємствам торгівлі та громадського харчування. Технологічні процеси виробництва харчових продуктів пов'язані з великими виділеннями тепла і вологи, часто супроводжуються значним рівнем шуму і вібрації. Окремі операції не виключають потрапляння в повітря виробничих приміщень пилу, парів і газів, які шкідливо діють на організм людини. Використання легкозаймистих і горючих рідин і матеріалів значно підвищує пожежо- та вибухонебезпечність харчових виробництв. Багато підприємств харчової промисловості оснащені високомеханізованим і автоматизованим обладнанням з програмним керуванням. У зв'язку з цим зростає потенційна небезпека травматичних ситуацій. На підприємствах харчової промисловості широко використовується питома вага ручної праці, в тому числі важкої фізичної, а також праця жінок.

Безпека виробничих процесів забезпечується, насамперед, політикою підприємства, спрямованою на використання технічно справного обладнання та

споруд. А також допуск до роботи працівників, які пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці.

Організація та управління охороною праці

Організована система управління охороною праці на підприємстві регулює відносини між структурними підрозділами підприємства, відносини між роботодавцем і найманими працівниками.

Управління охороною праці – це чітка взаємодія всіх виробничих структур, спрямована на дотримання нормативних вимог з охорони праці та виконання посадових обов’язків щодо забезпечення безпеки виробничих процесів.

Важливу роль в ефективності системи управління охороною праці відіграє підбір і розстановка кадрів. Необхідно створити службу охорони праці, призначити посадових осіб, які забезпечуватимуть вирішення конкретних питань охорони праці на підприємстві.

Для навчання та перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві створюється постійно діюча комісія.

Особливу увагу слід звернути службі охорони праці підприємства на проведення вступного інструктажу з питань охорони праці. Забезпечити проведення всіх необхідних інструктажів начальників цехів, керівників структурних підрозділів, організувати навчання безпечним прийомам і способам виконання робіт, надання першої медичної допомоги потерпілим.

Навчання з охорони праці та організація стажування має на меті набуття працівниками необхідного обсягу знань, умінь і навичок для правильного і безпечного виконання робіт на дорученій ділянці до допуску до самостійної роботи.

Проведення інструктажів на робочих місцях, щоденний контроль начальниками цехів, відповідальними особами технічних служб, служби охорони праці за безпечним виконанням технологічних операцій, виконанням інструкцій з охорони праці, використанням засобів індивідуального захисту дають позитивні результати в профілактиці виробничого травматизму.

Методи попередження травматизму та професійних захворювань

Проведення інструктажів на робочих місцях, щоденний контроль начальниками цехів, відповідальними особами технічних служб, служби охорони праці за безпечним виконанням технологічних операцій, виконанням інструкцій з охорони праці, використанням засобів індивідуального захисту дають позитивні результати в профілактиці виробничого травматизму.

Важливою вимогою у забезпеченні безпеки виробництва є проведення професійного відбору, який передбачає оцінку професійної придатності працівників до відповідних професій і спеціальностей. Обов'язкові попередні (при прийнятті на роботу) та періодичні (протягом роботи) медичні огляди проводяться працівникам, зайнятим на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або на роботах, що потребують професійного відбору, і щорічно - особам віком до 21 року.

Періодичні медичні огляди працівників підприємства проводяться відповідно до закону

6.2. Охорона навколишнього середовища

Виробництво харчових продуктів, як правило, характеризуються високими використанням сировини, палива, енергії, води та інших природних ресурсів. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу, водойм та ґрунтів спричинили значне забруднення, що перешкоджає виробництву екологічно чистої рослинної та тваринної сировини для харчових виробництв [193,194]. Однією із найважливіших проблем у виробництві харчових продуктів є обробка та використання високоякісної води, яка використовується як сировина, реагент, для миття сировини та обладнання, транспортування теплоносіїв тощо. На виготовлення молочних продуктів на 1 л переробленого молока споживається 1-2 л води, а на деяких заводах навіть до 8 л [193]. Харчова промисловість переважно використовує питну воду. Використання великої кількості води в технології виробництва харчових продуктів призводить до утворення сильно забруднених стічних вод [193].

Потужним джерелом забруднення довкілля є стічні води молочних заводів є довкілля, вони поділяються на такі види: виробничі, теплообмінні, господарсько-побутові та злизові.

Виробничі стічні води є найзабруднюючими речовинами. Вони утворюються внаслідок різних технологічних операцій, а також від миття тари і обладнання, та прибирання виробничих приміщень [194]. У міську каналізаційну мережу або у відстійники, розташовані за межами міст скидають стічні води, які за забрудненістю перевищують нормативні показники. Як наслідок це призводить до забруднення води, повітря та ґрунтів. Тому необхідно організувати локальні очисні споруди [193,194].

Теплоенергетичне господарство, автотранспорт, організовані технологічні викиди ж найважливішим забруднювачем повітря. Однак кількість цих викидів незначна.

Кількість викидів і їх склад залежать від профілю заводу та асортименту продукції. Викиди в атмосферне повітря можуть містити до 500 мг/м³ казеїнового пилу.

Харчова промисловість є потужним споживачем енергоресурсів (електроенергії, теплоти від спалювання природного газу та мазуту, водяної пари, що утворюється в котельні тощо). Вони використовуються для здійснення технологічного процесу, а також допоміжних технологічних операцій (миття обладнання і тари, приміщень тощо).

Енергоефективність економить природні ресурси та зменшує викиди всіх шкідливих речовин при спалювання палива. При цьому також зменшуються забруднення, пов'язані з видобуванням, транспортуванням та переробленням палива. На кожну тисячу кіловат-годин збереженої електроенергії 4,2 кг твердих часточок пилу, 5,65 кг оксидів сульфуру, 1,76 кг оксидів нітрогену запобігають викиду в атмосферу [193].

Повторне використання тари і упаковки є важливим питанням у виробництві харчових продуктів, що дозволило б значно зменшити споживання первинної сировини для її виготовлення. Особливу увагу слід звернути на зберігання готової продукції, щоб не знизити її якість під час транспортування та реалізації споживачам [193].

Екологізацію виробництва сприяє підвищенню рівня охорони навколишнього середовища на підприємстві. «Екологізація виробництва — це поступове розширення дії екологічних пріоритетів у виробничій діяльності, підвищення екологічної освіченості та свідомості управлінського персоналу, поступове впровадження екологічних нововведень у виробництво, екологічна модернізація виробництва» [193].

«Екологізація виробництва може здійснюватися різними способами, а саме впровадженням: раціонального природокористування (заощадження природних ресурсів, витрат сировини, палива, енергії тощо) та екологічних нововведень у промисловість (виробництво екологічно безпечної харчової продукції тривалого і багаторазового використання — наприклад, тари, споживання відновних природних ресурсів замість невідновних, комплексна переробка сировини та утилізація відходів виробництва і споживання, мінімізація розсіюваних і невідновних відходів, використання нетрадиційних джерел енергії тощо)» [193].

Одним із шляхів екологізації харчового підприємства є модернізація і вдосконалення технології виробництва, а також уловлювання викидів в атмосферне повітря, повне очищення стічних вод і відходів та використання продуктів перероблення як вторинної сировини, тобто трансформація забруднювальних речовин у корисні продукти. Очищення викидів та стоків від забруднення є другим напрямом екологізації, а наступним є виробництво обладнання та устаткування для здійснення екологічно безпечних «зелених» технологій. «Під екологічними («зеленими») розуміють такі технології, які забезпечують екологічну модернізацію та екологізацію виробництва загалом, випуск екологічно чистої (безпечної) продукції» [193].

З метою економії енергоресурсів пропонується встановити менш енергійно затратне обладнання (холодильні установки, парогенератори, випарні установки, пастеризатори, сушарки тощо), запровадити децентралізоване теплопостачання, використовувати вдосконалені пальники та покращити систему опалення, яке забезпечить повне використання теплоти відвідних газів (наприклад, встановлення рекуператорів для підігрівання повітря, яке надходить на згоряння палива).

Забезпечуючи чіткіший та кращий облік енергетичних витрат на кожній виробничій ділянці, автоматизована система відстеження також може допомогти зменшити енергетичні витрати [193, 194].

Потрібно впроваджувати та дотримуватися виконання стандартів ДСТУ ISO 14001:2006 «Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосовування» і ДСТУ ISO 14004:2006 «Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення», які визначають вимоги до проектування та впровадження систем екологічного управління. Ці стандарти мають на меті створити ідеальні екологічні умови для людини, довкілля та природи. Їх повинні впроваджувати промислові підприємства, які надають значенню перспективам розвитку, розширення ринків збуту, підвищення конкурентоспроможності та їх інтеграція у світовий і європейський економічний простір [7193].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

1. Описано правила з охорони праці на харчовому підприємстві.
2. Наведено можливі викиди в навколишнє середовище та варіанти зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтована доцільність і технологічна можливість виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів на основі мембранних процесів видалення лактози та зроблені наступні висновки:

1. Встановлена доцільність використання ультрафільтрації для концентрування білково-ліпідної фракції маслянки та її діафільтрація НФ пермеатом для видалення лактози при умові належного вибору НФ мембран, що забезпечують високу селективність за лактозою.

2. Розроблена прикладна методика розрахунку для оцінки ефективності процесу діафільтрації маслянки, яка дозволяє оцінити основні показники ефективності процесу: тривалість процесу, об'єм розчинника (діафільтраційний об'єм) і ступінь очищення від лактози; визначений оптимальний варіант діафільтрації – безперервний з перехресним потоком НФ пермеату: тривалість процесу – 4,8 год., діафільтраційний об'єм – 384 дм³ на вихідні 10 дм³ концентрату маслянки, кінцева концентрація лактози після очищення – 0,15 %.

3. Визначений фактор концентрування при ультрафільтрації, що становить $FK=5$, при якому можливо максимально сконцентрувати білково-ліпідну фракцію маслянки.

4. Визначені основні характеристики НФ мембран марки ОПМН: питома продуктивність за фільтратом $G = 15 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \times \text{год.}$ при тиску 1,0...2,0 МПа; селективність за лактозою $R = 99,7 \%$; за мінеральними солями $R = 0 \%$, що забезпечують використання НФ пермеату як розчинника при діафільтрації.

5. Досліджений процес безперервної діафільтрації УФ ретентату маслянки. Встановлено основні фактори, які впливають на процес діафільтрації: проникність мембран, їх селективність, діаб'єм, осмотичний тиск розчину.

6. Розроблена технологія безперервного одержання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки та установка для її реалізації, що містить сполучені між собою технологічними трубопроводами контури:

ультрафільтрації, діафільтрації, нанофільтрації.

Установка забезпечить безперервність процесу через певні співвідношення витрат потоків: УФ ретентату і ДФ ретентату; НФ пермеату і УФ пермеату; НФ ретентату і УФ пермеату (II); НФ пермеату і УФ ретентату.

7. Обґрунтовані режими пастеризації і зберігання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки, досліджено вплив режимів на показники якості концентрату.

8. результатом оцінки перевірено план НАССР, складено блок-схему технологічного процесу, аналізовано ризики, визначено критичні контрольні точки, критичні границі, проведено моніторинг продукту та коригувальні дії, проведено валідацію. При впровадженні ББКМ з'являються нові потенційні загрози (патогенні організми, що потрапляють з сировиною), нові контрольні критичні точки в порівнянні із пастеризованою сироваткою.

9. Запропоновано у технології виробництва ББКМ дві критичні контрольні точки: ККТ 1 – на технологічній операції «Пастеризація маслянки», ККТ 2 – на технологічній операції «Пастеризація ББКМ». Обґрунтовано необхідність введення програм передумов: ОПП 1 – на технологічній операції «Оцінка якості, приймання маслянки».

10. Розроблено нормативну документацію на безлактозні білкові концентрати рідкі (ТУ У 15.5-36759161-008:2019 та ТІ до ТУ У) Розроблені технології безлактозних концентратів пройшли промислову апробацію на ТОВ «ТЕРРА ФУД» Тульчинська філія (м. Тульчин, Вінницька область).

11. Внутрішні вигоди впровадження системи НАССР: термін окупності капітальних вкладень при впровадженні системи НАССР при виробництві ББКМ призначення складе 2,0 роки, що свідчить про економічну ефективність її впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Delacour H., Leduc A., Louçano-Perdriat A., Plantamura J., Ceppa F. Diagnosis of genetic high resolution melting analysis. *Ann Biol Clin (Paris)*, 2017, Feb. 1. 75(1), P. 67–74.

2. Corgneau M., Scher J., Ritie-Pertusa L., Le D. T., Petit J., Nikolova Y., Gaiani C. Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available answers. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2017, T. 57, №. 15, C. 3344–3356. doi:10.1080/10408398.2015.1123671.

3. Проект Закону України від 07.12.2017 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України (щодо особливостей обігу на території України функціональних харчових продуктів)».

4. Suchy F. J., Brannon P. M., Carpenter T. O., Fernandez J. R., Gilsanz V., Gould J. B., Miller N. J. NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health. *NIH Consensus and State-of-the-science Statements*, 2010, T. 27, №. 2, C. 1–27.

5. Heyman M. B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics.*, 2006, T. 118, №. 3, C. 1279–1286.

6. Zaitlin P., Dwyer J., Gleason G. R. Mistaken beliefs and the facts about milk and dairy foods. *Nutrition Today*, 2013, T. 48, №. 3, C. 135–143. doi: 10.1097/NT.0b013e3182941c62

7. Misselwitz B., Pohl D., Frühauf H., Fried M., Vavricka S. R., Fox M. Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *United European gastroenterology journal*, 2013, T. 1, №. 3, C. 151–159.

8. Nicklas T. A., Qu H., Hughes S. O., He M., Wagner S. E., Foushee H. R., Shewchuk R. M. Self-perceived lactose intolerance results in lower intakes of calcium and dairy foods and is associated with hypertension and diabetes in adults. *The American journal of clinical nutrition*, 2011, T. 94, №. 1, C. 191–198. doi:10.3945/ajcn.110.009860

9.Heaney R. P. Dairy intake, dietary adequacy, and lactose intolerance. *Advances in nutrition*, 2013, T. 4, №. 2, С. 151–156. doi:10.3945/an.112.003368

10.Пеухкури К., Хапонен Х. Данные исследований непереносимости лактозы. Молочные продукты Valiio Zero Lactose, 2008, С. 5.

11.Di Rienzo T., D'angelo G., D'aversa F., Campanale M. C., Cesario V., Montalto M., Ojetti V. Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2013, T. 17, №. 2, С. 18–25.

12.Lomer M. C. E., Parkes G. C., Sanderson J. D. Lactose intolerance in clinical practice—myths and realities. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 2008, T.27, №.2, С. 93–103. doi:10.1111/j.1365-2036.2007.03557.x

13.Matthews S. B., Waud J. P., Roberts A. G., Campbell A. K. Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem. *Postgraduate Medical Journal*, 2005, T.81, №. 953, С. 167–173. doi:10.1136/pgmj.2004.025551

14.Cuartas-Uribe B., Alcaina-Miranda M.I., Soriano-Costa E. A study of the separation of lactose from whey ultrafiltration permeate using. *Desalination*, 2009, Vol. 241, P. 244–255.

15.Atra R., Vatai G., Bekassy-Molnar E., Balint, A. Investigation of ultra- and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. *Journal of Food Engineering*, 2005, №.67, P. 325–332. doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.04.035.

16.Грек О. В., Поліщук Г.Є., Онопрійчук О.О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: Навч. Посіб. К.: НУХТ, 2010, 258 с.

17.Цісарик О.Й., Михайлицька О.Р., Сливка Н.Б., Турчин І.М. Технологія молочних продуктів з вторинної сировини: Навчальний посібник. Львів, Ліга-Прес, 2014, 350 с.

18.Чагаровський О.П., Ткаченко Н.А., Лисогор Т.А. Хімія молочної сировини: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Одеса: «Сімекс-прінт», 2013, 268 с.

19. Astaire J.C., Ward R., German J.B., Jiménez-Flores R. Concentration of polar MFGM lipids from buttermilk by microfiltration and supercritical fluid extraction. *Journal of dairy science*, 2003, T. 86, №. 7, С. 2297-2307.

20. Contarini G., Povolo M. Phospholipids in milk fat: composition, biological and technological significance, and analytical strategies. *International Journal of Molecular Sciences*, 2013, T. 14, №. 2, С. 2808-2831.

21. Dewettinck, K., Rombaut R., Thienpont N., Le T.T., Messens K., Van Camp J. Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *International dairy journal*, 2008, T. 18, №. 5, С. 436-457.

22. Vanderghem C., Bodson P., Danthine S., Paquot M., Deroanne C., Blecker C. Milk fat globule membrane and buttermilks: from composition to valorization. *Base*, 2010.

23. Conway V., Gauthier S. F., Pouliot Y. Antioxidant activities of buttermilk proteins, whey proteins, and their enzymatic hydrolysates. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2012, T. 61, №. 2, С. 364-372.

24. Konrad G., Kleinschmidt T., Lorenz C. Ultrafiltration of whey buttermilk to obtain a phospholipid concentrate. *International Dairy Journal*, 2013, T. 30, №. 1, С. 39-44.

25. Юдіна Т.І. Розробка молочно-білкового концентрату із сколотин та його використання у технологіях продуктів харчування: дис. канд. техн. наук: 05.18.16. Харків, 2001, 158 с.

26. Юдіна Т.І., Дейниченко Г.В., Мазняк З.О. Дослідження хімічного складу білкового концентрату сколотин, одержаного методом ультрафільтрації. *Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр. Вип. 7. Донецьк: ДонДУЕТ, 2002, С. 171–174.*

27. Дейниченко Г.В., Юдіна Т.І., Старостеле О.В. Вплив стабілізаторів на процес піноутворення в модельних системах коктейлів на основі сколотин. *Обладнання та технології харчових виробництв*, 2013, Вип. 31, С. 155–163.

28. Visser R.A., Vander Bos M.J., Ferduson W.P. Lactose and its chemical derivatives. Bull. Int. Dairy Red, 1988, №.233, P.33–34.

29. Брык М.Т. Енциклопедія мембран: У 2 т. Київ: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2005, Т.1, 658 с.

30. Брык М.Т. Енциклопедія мембран: У 2 т. Київ: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2006, Т.2, 684 с.

31. Мазняк З.О. Дослідження процесу ультрафільтраційного концентрування склотин та його апаратурне оформлення: дис. канд. техн. наук: 05.18.12. Х., 2003, 207с.

32. De Boer R., Hiddinr J. Membrane processor in the dairy industry. Desalination, 1980, P. 169-192.

33. Daufin, G., Escudier J.P., Carrere H., Berot S., Fillau deau L., Decloux M. Recent and emerging applications of membrane processes in the food and dairy industry. Transactions of the Institute of Chemical Enginneers, 2001, V 79. P. 89-102.

34. Дейниченко Г.В., Мазняк З.О., Золотухіна І.В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини. Харків: Факт, 2008, 208 с.

35. Бондар С.М. Технології поводження з технологічними відходами харчової промисловості: навчальний посібник. Одеса: Астропринт, 2010, 120 с.

36. Kovács Z., Fikar M., Czermak P. Mathematical modeling of diafiltration //Hungarian Journal of Industrial Chemistry, 2009. Т. 37. №. 2. С. 159-164.

37. Foley G. The Lambert W Function in Ultrafiltration and Diafiltration. Chemical Engineering Education, 2016, Vol. 50, n. 2, P. 107–111.

38. Takači A., Žikić-Došenović T., Zavargó Z. Mathematical model of variable volume diafiltration with time dependent water adding. Engineering Computations, 2009, Vol. 26, Issue: 7, P. 857–867. doi.org/10.1108/02644400910985215

39. Paulen, R., Fikar M., Foley G., Kov'acs Z., Czermak P. Time-optimal batch diafiltration. Preprints of the 8th IFAC Symposium on Advanced Control of Chemical Processes The International Federation of Automatic Control Furama Riverfront,

Singapore, July 10–13, Singapore, 2012, P. 804–809. doi.org/10.3182/20120710-4-SG-2026.00070

40. Патент США на винахід № 6881428 «Process for making a lactose-free milk and milk so processed», опубл. 19.04.2005 р.

41. Патент EP №0226035 A1 «A process for the specific separation of lactose from milk», опубл. 24.06.87 р., бюл. № 87/26.

42. Choi S. H., Lee S.-B., Won H.-R. Development of Lactose-hydrolyzed Milk with Low Sweetness Using Nanofiltration. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20 (6), 2007, P. 989-993.

43. Міжнародна заявка на винахід №2007/076873, «Low-carbohydrate milk with original calcium», опубл. 13.09.2007 р.

44. Патент EP №1503630 «Process for producing a lactose-free milk product», опубл. 24.10.2007 р., бюл № 43).

45. По материалам компании «Валио» «Низколактозные и безлактозные молочные продукты». Молочная промышленность, 2010, №.7, С.28-30.

46. Пашковская О. Низколактозные и безлактозные продукты компании Valio. Переработка молока, 2007, №. 11, С. 42.

47. Jelen P., Tossavainen O. Low lactose and lactose free milk and dairy products – prospects, technologies and applications. Australian Journal of Dairy Technology, 2003, volume 58, number 2, P. 161-165.

48. Novalin S, Neuhaus W and Kulbea KD. A new innovative process to produce lactose-reduced skim milk. Journal of Biotechnology, 2005, №.119, P. 212-218.

49. Потемська О.І., Кігель, Н. Ф., Даниленко, С. Г., Копилова, К. В. β-галактозидазна активність бактерій, як критерій відбору штамів до складу бактеріальних препаратів. Харчова наука та технологія, 2017, Том 11, № 3, С.35-41.

50. Романчук І.О. Семінар для спеціалістів молочної галузі, 15 квітня 2016 р.

51.Ganga S.M. Ashish K. S., Narender R. P., and Sumit A. ilk protein concentrates: opportunities and challenges. Journal of food science and technology, 2017, T. 54, №. 10, C. 3010-3024.

52.Agarwal S, Beausire RL, Patel S, Patel H. Innovative uses of milk protein concentrates in product development. Journal of food science, 2015, T. 80, №. S1, C. A23-A29. doi: 10.1111/1750-3841.12807.

53.Patel H., Patel S., Agarwal S. Milk protein concentrates: Manufacturing and applications. US Dairy Export Council, 2014, C. 3-4.

54.Havea P. Protein interactions in milk protein concentrate powders. International Dairy Journal, 2006, T. 16, №. 5, C. 415-422.. doi: 10.1016/j.idairyj.2005.06.005.

55.Tong P. S., Smithers G. W. 12 The Future of Dairy Ingredients: Critical Considerations That Will Underpin Future Success. Advances in Dairy Ingredients, 2013, C. 313.

56.Sikand V, Tong PS, Roy S, Saona LER, Murray BA. Solubility of commercial milk protein concentrates and milk protein isolates. Journal of dairy science, 2011, T. 94, №. 12, C. 6194-6202. doi: 10.3168/jds.2011-4477.

57.Alvarez VB, Wolters CL, Vodovotz Y, Ji T. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. Journal of Dairy Science, 2005, T. 88, №. 3, C. 862-871. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72752-1.

58.Fang Y, Rogers S, Selomulya C, Chen XD. Functionality of milk protein concentrate: Effect of spray drying temperature. Biochemical Engineering Journal, 2012, T. 62, C. 101-105. doi: 10.1016/j.bej.2011.05.007.

59.Guiziou GG. Concentrated milk and powders. In: Tamime AY, editor. Membrane processing: dairy and beverage applications. 1. Hoboken: Wiley; 2013, P. 128–140.

60.McCarthy NA, Kelly PM, Maher PG, Fenelon MA. Dissolution of milk protein concentrate (MPC) powders by ultrasonication. Journal of Food Engineering, 2014, T. 126, C. 142-148. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.11.002.

61.Yanjun S, Jianhang C, Shuwen Z, Hongjuan L, Jing L, Lu L, Uluko H, Yanling S, Wenming C, Wupeng G, Jiaping L. Effect of power ultrasound pre-treatment on the physical and functional properties of reconstituted milk protein concentrate. J Food Eng., 2014, №. 124, P.11–18. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.09.013.

62.Lagrange V, Whitsitt D, Burris C. Global market for dairy proteins. J Food Sci., 2015, №.80, A16–A22. doi: 10.1111/1750-3841.12801.

63.Юдіна Т.І. Наукове обґрунтування технологій структурованої кулінарної продукції з використанням концентратів сколотин: дис. докт. техн. наук: 05.18.16. Київ, 2016, 406 с.

64.Гніщевич В., Юдіна Т., Дейниченко Л. Технологія та біологічна цінність молочно-білкових копреципітатів. Товари і ринки, 2016, №.2, С.148–157.

65.Mistry, V. V. Manufacture and application of high milk protein powder. Lait, 2002, №.82, P.515-522

66.Crowley SV, Gazi I, Kelly AL, Huppertz T, O'Mahony JA. Influence of protein concentration on the physical characteristics and flow properties of milk protein concentrate powders. J Food Eng., 2014, №.135, P.31–38. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2014.03.005.

67.Ye A. Functional properties of milk protein concentrates: emulsifying properties, adsorption and stability of emulsions. Int Dairy J., 2011, №.21(1), P.14–20. doi: 10.1016/j.idairyj.2010.07.005

68.Cao J, Zhang W, Wu S, Liu C, Li Y, Li H, Zhang L Effects of nanofiltration and evaporation on the physiochemical properties of milk protein during processing of milk protein concentrate. Journal of dairy science, 2015, T. 98, №. 1, C. 100-105.

69.Sikand V, Tong PS, Walker J. Effect of adding salt during the diafiltration step of milk protein concentrate powder manufacture on mineral and soluble protein composition. Dairy Science & Technology, 2013, T. 93, №. 4-5, C. 401-413.

70.Baldwin A. J. Insolubility of milk powder products—a minireview. Dairy science & technology, 2010, T. 90, №. 2-3, C. 169-179.

71. Gyenis J., Pallai-Varsányi E., Tóth J. Drying of Heat Sensitive Materials of High Moisture Content in Mechanically Spouted Bed of Inert Particles, 2008.

72. Kudra T., Mujumdar A.S. Advanced Drying Technologies. New York: by Taylor & Francis Group, LLC, 2009, 455 p.

73. Re H. J., Freire J. T. Drying of Pastelike Materials in Spouted Bed. In Proc. of The 6th Intern. Drying Symposium, IDS'88, Versailles, France, 1988, OP.119.

74. Markowski A. S. Drying characteristics in a jet-spouted bed dryer. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 1992, T. 70, №. 5, C. 938-944.

75. Blasco R., Diaz G., Reyes, A. Pneumatic suspension drying. In: Drying'96. C. Strumillo and Z. Pakowski (Eds.). Proc. 10th International Drying Symposium (IDS'96). Krakow, Poland, 1996, P. 427–434.

76. Limaverde, J. R., Limaverde, J. R., Jr. and Finzer, J. R. D. Pastelike materials drying in rotary dryer with inert bed. Proc. 12th International Drying Symposium (IDS2000). Noordwijkerhout, The Netherlands (CD-ROM, paper 341).

77. Pallai, E., Szentmarjay, T. and Mujumdar, A. S. Spouted bed drying. In: Handbook of Industrial Drying. A. S. Mujumdar (Ed.). 3rd edition. Taylor & Francis. Boca Raton. FL, 2007, P. 363–384.

78. Шарахматова Т., Танасова Г. Розвиток галузі морозива в Україні. Продовольча індустрія АПК. №5, 2015, С.7–9.

79. Шарахматова Т.С., Лозова О.О. Розробка технології морозива для людей з лактазною недостатністю. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Міністерство освіти і науки України. Одеса, 2009, Вип. 36, Т.2, С.31.

80. Способ производства мороженого безлактозного. Заявка РФ на винахід №2011100604/13, опубл. 20.07.2012 р., бюл. №20.

81. Tsuda H., Miyamoto T. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics

in food, 2002 //Food science and technology research, 2010, Т. 16, №. 1, С. 87-92.

82.ДСТУ 3662–97. Молоко коров'яче незбиране.

83.ГОСТ 26754–85. Молоко. Методы измерения температуры

84.ГОСТ 3624–92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.

85.ДСТУ 8550:2015. Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом.

86.ГОСТ 3625–84. Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности (с Изменением N 1).

87.ДСТУ ISO 7208–2002. Молоко знежирене, сироватка та маслянка. Гравіметричний метод визначання вмісту жиру (Контрольний метод) (ISO 7208:1999, IDT).

88.Инихов Г.С., Брио Н.П. Методы анализа молока и молочных продуктов. М. Пищевая промышленность, 1971, 424 с.

89.ДСТУ 8063:2015. Продукти молочні сухі. Визначення загального білка методом К`ельдаля.

90.ДСТУ 8552:2015. Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини.

91.ДСТУ 8574:2015. Продукти молочні. Методи визначення масової частки вологи в молочних сухих і згущених продуктах та молоковісних консервах.

92.ДСТУ ГОСТ 30562:2003 (ИСО 5764-87). Молоко. Визначення точки замерзання. Термісторний кріоскопічний метод.

93.ГОСТ 30305.4–95. Продукты молочные сухие. Методика выполнения измерений индекса растворимости.

94.Стандарт ФРН ДІН 10344-82. Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы. – Введ. 01.01.2000. –М.: Стандартинформ, 2009. Группа Н19.

95.ГОСТ 26183–84 (ДСТУ 4556:2006). Молоко сухе швидкорозчинне.

96.ГОСТ 9225–84а. Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).

97.ДСТУ IDF 73 А. Молоко і молочні продукти. Підрахунок кількості коліформ. Метод підрахунку колоній і метод визначення найімовірнішого числа за температури 30°C.

98.ДСТУ 7355:2013. Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначання кількості біфідобактерій.

99.ДСТУ ISO 6564:2005. Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору.

100.ДСТУ ISO 5495:2005. Органолептический анализ. Методологія. Метод парного сравнения.

101.Патент на винахід 107506 С2 МПК G 01N 33/00 (2015.01). Спосіб визначення біологічної активності об'єктів природного походження. Хомич Г.П., Вікуль С.І., Капрельянц Л.В., Осипова Л.А., Лозовська Т.С. Власник Одеська національна академія харчових технологій. № U 201302626, заявл. 04.03.2013; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 1.

102.Bondar S., Trubnikova A., Chabanova O., Sharahmatova T. Analysis of a new diafiltration method of cleaning buttermilk from lactose with mineral composition preserved. Харчова наука та технологія, 2018, Т. 12, №. 1, С. 90-98. doi: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v12i1.839>.

103.Бондар, С.М., Трубнікова А.А., Чабанова О.Б. Дослідження мембранного процесу видалення лактози з концентрату маслянки. НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології, 2018, 20(85), 62-69. doi: 10.15421/nvlvet8512

104. Патент на корисну модель, рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель № 15348/ЗУ/19 від 19.06.2019р.; МПК А 23 С 9/04 (2006.01). Спосіб для безперервного одержання молочного безлактозного білково-ліпідного концентрату. С.М. Бондар, А.А. Трубнікова, О.Б. Чабанова,

Т.Є. Шарахматова, В.А. Трубніков. № у 2019 00444; заявл. 16.01.19.

105. Патент на корисну модель № 135571 Україна, МПК А 23 С 9/04 (2006.01). Установка для безперервного одержання молочного безлактозного білково-ліпідного концентрату. С.М. Бондар, А.А. Трубнікова, О.Б. Чабанова, Т.Є. Шарахматова, В.А. Трубніков. – № у 2019 00437; заявл. 16.01.19; опубл. 10.07.19, бюл. № 13/2019.

106. Eshpari H, Tong PS, Corredig M. Changes in the physical properties, solubility, and heat stability of milk protein concentrates prepared from partially acidified milk. *Journal of dairy science*, 2014, Т. 97, №. 12, С. 7394-7401.

107. Eshpari H., Jimenez-Flores R., Tong P. S., Corredig M. Partial calcium depletion during membrane filtration affects gelation of reconstituted milk protein. *J. Dairy Sci*, 2015, Т. 98, №. 12, С. 8454-8463.98. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9856>

108. Li Y., Corredig M. Calcium release from milk concentrated by ultrafiltration and diafiltration. *Journal of dairy science*, 2014, Т. 97, №. 9, С. 5294-5302. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7567>.

109. Бондар С.М., Лисогор Т.А., Чабанова О.Б. Дослідження фракційного розподілу кальцію при ультрафільтрації молока. *Наукові праці ОНАХТ*, 2003, №. 26, С.118–121.

110. Регламент (ЕС) № 2073/2005 о микробиологических показателях для пищевых продуктов. *OJ L 338*, 22.12.2005, p.1.

111. Westergaard V. *Milk powder technology*. Niro A/S. Copenhagen, 2004.

112. Luo X., Ramchandran L., Vasiljevic T. Lower ultrafiltration temperature improves membrane performance and emulsifying properties of milk protein concentrates. *Dairy science & technology*, 2015, Т. 95, №. 1, С. 15-31. doi: 10.1007/s13594-014-0192-3.

113. Sharma A., Jana A. H., Chavan R. S. Functionality of milk powders and milk-based powders for end use applications—a review. *Comprehensive Reviews in Food science and Food safety*, 2012, Т. 11, №. 5, С. 518-528.

114.Савченко О.Д., Грек О.В., Красуля О.О. Актуальні питання технологій молочно-білкових концентратів: теорія і практика. Монографія. К. ЦП «Компринт», 2015, 298 с. ISBN 978.966.929.133.2

115.Anema S. Pinder D., Hunter R., Nemar Y. Effects of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate (MPC85). Food Hydrocolloids, 2006, Т. 20, №. 2-3, С. 386-393.

116.ТУ У 46.39.079-96 «Маслянка-сировина. Технічні умови».

117.Дейниченко Г.В., Юдіна Т.І., Старостеле О.В. Вплив стабілізаторів на процес піноутворення в модельних системах коктейлів на основі сколотин. Обладнання та технології харчових виробництв, 2013, Вип. 31, С. 155-163.

118.Trubnikova A., Chabanova O., Sharahmatova T., Bondar S., Vikul S. Grounding and Development of Low-Lactose Biologically Active Milk Ice Cream Formula. Path of Science: International Electronic Scientific. Traektoriâ Nauki= Path of Science, 2018, Vol. 4, №. 9, P. 3001-3021. <http://pathofscience.org/index.php/ps/article/view/544>. doi:10.22178/pos.38-7

119.Torres D. P., Gonçalves M.D.P.F., Teixeira J.A., Rodrigues, L. R. Galacto-oligosaccharides: production, properties, applications, and significance as prebiotics. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2010, Vol. 9. №.5, P. 438–454.

120.Playne M.J., Crittenden R.G. Galacto-oligosaccharides and other products derived from lactose. Advanced dairy chemistry. Springer, New York, NY, 2009, С. 121-201.

121.Akın M. B., Akın M. S., Kırmacı Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food chemistry, 2007, Т. 104, №. 1, С. 93-99.

122.Wen J., Liu Q., Song J., Tong M., Peng L., Liang H. Lactulose is highly potential in prophylaxis of hepatic encephalopathy in patients with cirrhosis and upper gastrointestinal bleeding: results of a controlled randomized trial. Digestion, 2013, Т.87, №. 2, С. 132-138.

123. Tymcyszyn E.E., Santos M.I., Costa M.D.C., Illanes A., Gómez-Zavaglia A. History, synthesis, properties, applications and regulatory issues of prebiotic oligosaccharides. *Carbohydrates Applications in Medicine*. India. Research Signpost, 2014, P. 127–154.

124. Економічна енциклопедія: у трьох томах. Т. 2. Редкол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. К. Видавничий центр “Академія”, 2000, 864 с.

125. Худенко Н.П., Трубнікова А.А., Чабанова О.Б., Бондар С.М., Шарахматова Т.Є. Кореляційно-регресійний аналіз рецептурних складових низьколактозного морозива. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*, 2019, Том 30 (69), № 3, с.117-125.

126. Кирилов В.Х., Трубнікова А.А. Факторний і регресійний аналіз рецептурних складових низьколактозного морозива. *Збірник тез доповідей 79 наукової конференції викладачів академії.*, (Одеса, 16–19 квіт. 2019 р.) Одеська нац. акад. харч. технологій. Одеса: ОНАХТ, 2019, С.107-109.

127. Патент на корисну модель № 135282 Україна, МПК А 23 G 9/04 (2006.01). Спосіб виробництва низьколактозного морозива. С.М. Бондар, А.А. Трубнікова, О.Б. Чабанова, Т.Є. Шарахматова, К.О. Мамінтова, І.О. Климентьєва. – № у 201900440; заявл. 16.01.19; опубл. 25.06.19, бюл. № 12/2019.

128. Патент на корисну модель № 135572 Україна, МПК А 23 G 9/04 (2006.01). Спосіб виробництва м'якого низьколактозного морозива. С.М. Бондар, А.А. Трубнікова, О.Б. Чабанова, Т.Є. Шарахматова, К.О. Мамінтова, І.О. Климентьєва. – № у 2019 00443; заявл. 16.01.19; опубл. 10.07.19, бюл. № 13/2019.

129. Бондарь С.Н., Трубникова А.А., Чабанова О.Б. Повышение эффективности газообмена при аэробной обработке нанофльтрационных продуктов из пахты. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*, 2018, Том 29 (68), Ч. 3, № 1, с.30-36.

130. Резенчук О.Є. Класифікація та аналіз роботи ферментерів з пневматичним переміщенням. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*, 2011, №. 3, С. 79–84.

131. Закоморний Д.М. Класифікація та аналіз роботи ферментерів з механічними перемішувачами пристроями в аеробних процесах біотехнології. // Science Rise, 2015, №. 5/2 (10), С. 24–32.

132.Копиленко А.В. Класифікація та аналіз роботи промислових ферментерів з підведенням енергії рідкою фазою. Наукові праці НУХТ, 2017, Том 23, №. 1, С. 134–143.

133.Beefink H. H., Staugaard P. Structure and dynamics of anaerobic bacterial aggregates in a gas-lift reactor. Appl. Environ. Microbiol, 1986, Т. 52, №. 5, С. 1139-1146.

134.Chisti Y., Moo-Young M. Improve the performance of airlift reactors. Chemical Engineering Progress, 1993, Т. 89, С. 38-38.

135.Rittmann B. E., McCarty P. L. Environmental biotechnology: principles and applications. Tata McGraw-Hill Education, 2012.

136.Roubicek R. V., Feres V. Centrifugal film fermentor. US Patent Application. – №. 06/897350.

137.Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для спеціалістів 7.090221. Укладачі: П.В. Осіпов, О.К. Войтенко. Одеса. ОНАХТ, 2006, 21 с.

138. «Посібник для молокопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів» посібник підготовлено за підтримки американського народу, наданій через Агентство США з міжнародного розвитку (АМР США), Київ, 2012.

139.Nada Smigic, Ilija Djekic, Margarida Liz Martins, Ada Rocha, Nikoleta Sidiropoulou, Eleni P. Kalogianni, The level of food safety knowledge in food establishments in three European countries, Food Control, Volume 63, 2016, pp. 187-194

140.Державна стратегія регіонального розвитку до 2015 р., затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 21 липня 2006 р. № 10001

141.НАССР і системи управління безпечністю харчової продукції: підручник / О. В. Бочарова – ОНАХТ. – Одеса: Атлант, 2019. – 376 с.

142.Гапоненко Т.М. Якість та безпечність молочної продукції як важливі чинники її конкурентоспроможності. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.– 2009 – Вип. 142 частина 1

143.Довідник організацій, проектів та програм міжнародної технічної допомоги – К.: [ФОП Москаленко О. М.], 2017. – 78 с.

144. Зозуля І. В. Безпечність та якість продуктів в Україні в умовах євроінтеграції: питання удосконалення законодавства. Форум права. 2017. № 4. С. 80–86.

145.. Про безпечність та якість харчових продуктів: Закон України №771/97-вр(2973-17) [Текст] / За станом останньої редакції від 30.05.2011.

146.Lysenko, O. (2018). Food safety: features of the scheme of certification for FSSC 22000. Quality management, No. 6, pp. 18–24 [in Ukrainian].

147.The HACCP Food Safety Employee Manual: Includes 2017 FDA Food Code.

148.Матвеев В. В., Поперечний Б. М. Суть, зміст та основні принципи систем управління якістю продукції в молочній галузі // Ефективна економіка. 2014. № 12.

149.International Organization for Standardization/International Dairy Federation. (2013). - Standard ISO 11816-1|IDF 155-1:2013, Milk and milk products—Determination of alkaline phosphatase activity - Part 1: Fluorimetric method for milk and milk-based drinks

150.Стиренко Л. М. Оцінювання системи управління якістю в контексті «витрати-результати» // Наукові праці національного університету харчових технологій. Сер. Економічні науки. 2009. № 23. С. 97-101.

151.Hazard Analysis and Critical Control Point Principles and Application Guidelines, The National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food

(NACMCF), Journal of Food Protection, Vol. 61, No 9, 2015.

152. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system and guidelines for its application annex to cac/рср 1-2012.

153. Указ Президента України «Про положення про державну інспекцію України з питань захисту прав споживачів» від 13 квітня 2011 року № 465/2011 / Головна сторінка сайту «Законодавство України».

154. Управління якістю : навч. Посіб. Для студентів економічних спеціальностей / Б езродна С. М. – Чернівці: ПВКФ «Технодрук», 2017. – 174 с.

155. Встановлення граничних значень критичних точок контролю за системою HACCP /- Столярчук П. М., Остап'юк С. А., 2013.

156. Посібник для малих та середніх підприємств з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції HACCP [Текст] / Г. Василенко, О. Дорофєєва [та ін] // Київ -- 2011. – С. 25-80.

157. Commission Implementing Regulation (EU) No 584/2011 of 17 June 2011

158. European Commission (2014). - Analysis of the EU dairy sector.

159. FAO (2018). - Gateway to dairy production and products - Types and characteristics

160. A Recipe for Safe Food: ISO 22000 and HACCP Surak, John G. Quality Progress; Milwaukee Volume 40, Ed. 10, (Oct 2007): 21-27.

161. Димань Т.М., Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів / Т.М. Димань, Т.Г. Мазур (Академія), 2011. – 520 с.

162. Розробка та запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів HACCP. МВ 4.4.5.6. - 000- 2010. : (Методичні вказівки) [Електронний ресурс] / https://haccp.center/assets/files/Rozrobka-i-vprovadjennjahaccp1_reco m end.pdf

163. Постанова КМУ від 20 серпня 2014 р. № 459 «Положення про Міністерство економічного розвитку і торгівлі України / Головна сторінка сайту «Законодавство України»

164. Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products and repealing Council Regulations (EEC) No 922/72, (EEC) No 234/79, (EC) No 1037/2001 and (EC) No 1234/2007.

165.Скляр Д. Особливості імплементації європейської стандартизації в сільському господарстві та харчовій промисловості України / Д. Скляр, М. Осипова // Науковий вісник [Одеського національного економічного університету]. - 2016. - № 1. - С. 134-146. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nv_2016_1_12.

166.Перехід до нових версій стандартів ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015) та ДСТУ ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://naau.org.ua/wp-content/uploads/2016/04/3c84b14f21364f68b8ef54f33d7043a9.pdf].

167.Молнар, Д. І. Контроль якості продуктів харчування і можливості України гармонізації стандартам ЄС / Д. І. Молнар, М. В. Чорій, М. А. Рубіш // Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія "Економіка" : збірник наукових праць / гол. Ред. Т.В. Черничко. - Мукачево : МДУ, 2017. - Випуск 2(8). - С.42-46

168.Закон Верховної Ради України «Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» від 16.09.2014 № 1678-VII

169.Іонаш І.В. Основні тенденції формування ринку молока та молочних продуктів в Україні. // І.В.Іонаш. – Зб.наук. Праць ВНАУ. Серія: Економічні науки – №1 (56) – Том 4. – 2014. – С.53-62.

170.Буканов Г. М. Правове регулювання державного управління з питань безпеки та якості продукції в Україні / Г. М. Буканов //Национальный юридический журнал : теория и практика – 2015. - С. 45-48.

171.Брітченко, І. Г. Актуальні проблеми підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних підприємств [Текст] / І. Г. Брітченко, І. С. Ладунка // Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Економіка / редкол.: В.П. Мікловда, В.І. Ярема, В.О. Приходько та ін. – Ужгород: Видавництво ужну "Говерла", 2015. – Вип. 1 (45) Том 1. – С. 116–118.

172.Котелевич В. А. Безпека та якість молока і молочних продуктів / В. А. Котелевич, О. А. Згозінська, В. О. Макаренко // Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 83–87.

173.Гребенюк М. Та ін. Регулювання продовольчої безпеки у законодавстві Європейського Союзу та України. К.: Вид-во Міністерства юстиції України.– 2012. – 301 с.

174.Чурилова Т. М. Щодо питання адаптації українського законодавства до вимог Європейського Союзу у сфері безпеки продуктів харчування / Т. М. Чурилова // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Юриспруденція». - 2015. - № 14. - С. 60-63

175.Joint fao/who food standards programme codex alimentarius commission Fortieth Session CICG, Geneva, Switzerland 17–22 July 2017

176. Якість і безпека харчових продуктів: тези доп. III Міжнар. Наук.-практ. Конф., 16-17 листопада 2017 р. / Національний університет харчових технологій ; М-во освіти і науки України. — К. : НУХТ, 2017. — 363 с.

177. ДСТУ ISO 22005:2009 (ISO 22005:2007) Простежуваність у кормових та харчових ланцюгах – Загальні принципи та основні вимоги щодо розроблення та запровадження системи.

178.Стандартизація, сертифікація у виробничих процесах та сфері послуг: навч. Посібник / М. А. Зенкін, Г. І. Хімичева, А. С. Зенкін. – К.: Кафедра, 2017. – 326 с.

179.Які є сертифікати на безпеку харчових продуктів. веб-сайт. URL: <https://www.sciencetr.com/uk/gida-guvenligine-dair-alinacak-sertifikalar-nedir> (дата звернення: 18.09.2022).

180. Чагаровський О. П. Хімія молочної сировини : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О. П. Чагаровський, Н. А. Ткаченко, Т. А. Лисогор. – Одеса : Сімекс-прінт, 2013. – 268 с.

181. Chagarovsky, A.P., Tkachenko, N.A., Lysogor, T.A. (2013), *Chemistry raw milk: a textbook for university students* [*Khimiya molochnoyi syrovyny : navchal'nyu posibnyk dlya studentiv vyshchuykh navchal'nykh zakladiv*], Simex-print, Odessa, 268 p.

182. Перелік документів для атестації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.csmc.rv.ua/src/cert_perelik_doc_atestacia.pdf. Дата звернення 29.09.2023 р.

183. ЩО ВАРТО ЗНАТИ ПРО НАССР (ХАССП) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://znaimo.gov.ua/chapters/managers-and-educators/bezpechnist_kharchuvannia/Shcho_varto_znaty_pro_NASSR_KhASSP Дата звернення 30.09.2023 р.

184. ДСП 9.9.5.-080-02 ДЕРЖАВНІ САНІТАРНІ ПРАВИЛА ТА НОРМИ, ГІГІЄНІЧНІ НОРМАТИВИ.

185. Який порядок визначення критичних контрольних точок? Практичні рекомендації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukraine-oss.com/yakuj-poryadok-vyznachennya-krytychnyh-kontrolnyh-tochok-praktychni-rekomendacziyi-2/> Дата звернення 30.09.2023 р.

186. Розробка та запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів НАССР. МВ 4.4.5.6. - 000- 2010. : (Методичні вказівки) [Електронний ресурс] / Міжнародний інститут безпеки і якості харчових продуктів; Інститут екогігієни та токсикології ім. Л. І. Медведя//. – Київ. – 2010. – С.34. – Режим доступу: <http://codex.co.ua>

187. Белов Ю.П. Розробка та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів НАССР / Ю.П. Белов // Світ якості України, № 2, 2005. – С. 42-45.

188. Давлеев А., Версан В.Г. Системы анализа рисков и определения критических контрольных точек. / А. Давлеев, В.Г. Версан. – М., 2002. – 594

189. Система НАССР: довідник / В.Н. Биков [та ін.]; відп. В.Н. Сухов. – Л.: НТЦ Леонорм - Стандарт, 2003. – 218 с.

190. Посібник для малих та середніх підприємств молокопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепцій НАССР / Міжнародний інститут безпеки та якості харчових продуктів (IFSQ).- Київ, 2010.-194.

191. Методичні рекомендації щодо впровадження системи НАССР на молокопереробних підприємствах / Якубчак О.М., Димань Р.М., Олійник Л.В..- Київ: "Біопром", 2005.-40 с. 7. Димань Т.М., Мазур Т. Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів ("Академія"), 2011. – 520с.

192.5 основних етапів планування та підготовки при запровадженні принципів НАССР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uga.ua/news/5-osnovnih-etapiv-planuvannya-ta-pidgotovki-pri-zaprovadzhenni-printsipiv-nassr/>
Дата звернення 20.10.2023 р.

193. Запольський А.К. Екологізація харчових виробництв. Підручник. К.: Вища школа, 2005. – 423 с.

194.73. Салавор, О. М. Екологія харчових виробництв: курс лекцій для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 101 "Екологія" освіт.-проф. програми "Екологія та охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" ден. та заоч. форм навч. Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2019. — 150 с.

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

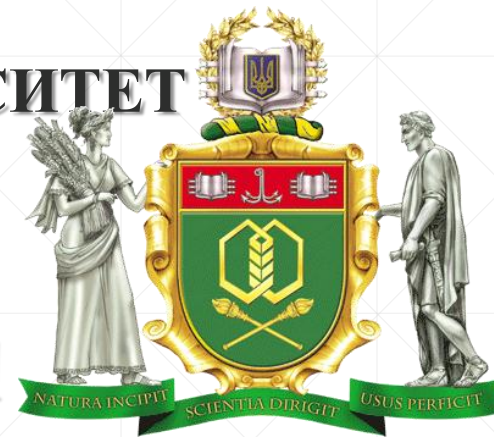


**КОМПЛЕКСНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»**

**ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ
ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ БЕЗЛАКТОЗНОГО КОНЦЕНТРАТУ
МАСЛЯНКИ ІЗ ЗАДАНИМ СКЛАДОМ НУТРИЄНТІВ**

Головний керівник: к.т.н., доцент кафедри ХХЕтаБ Шарахматова Т.Є.

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



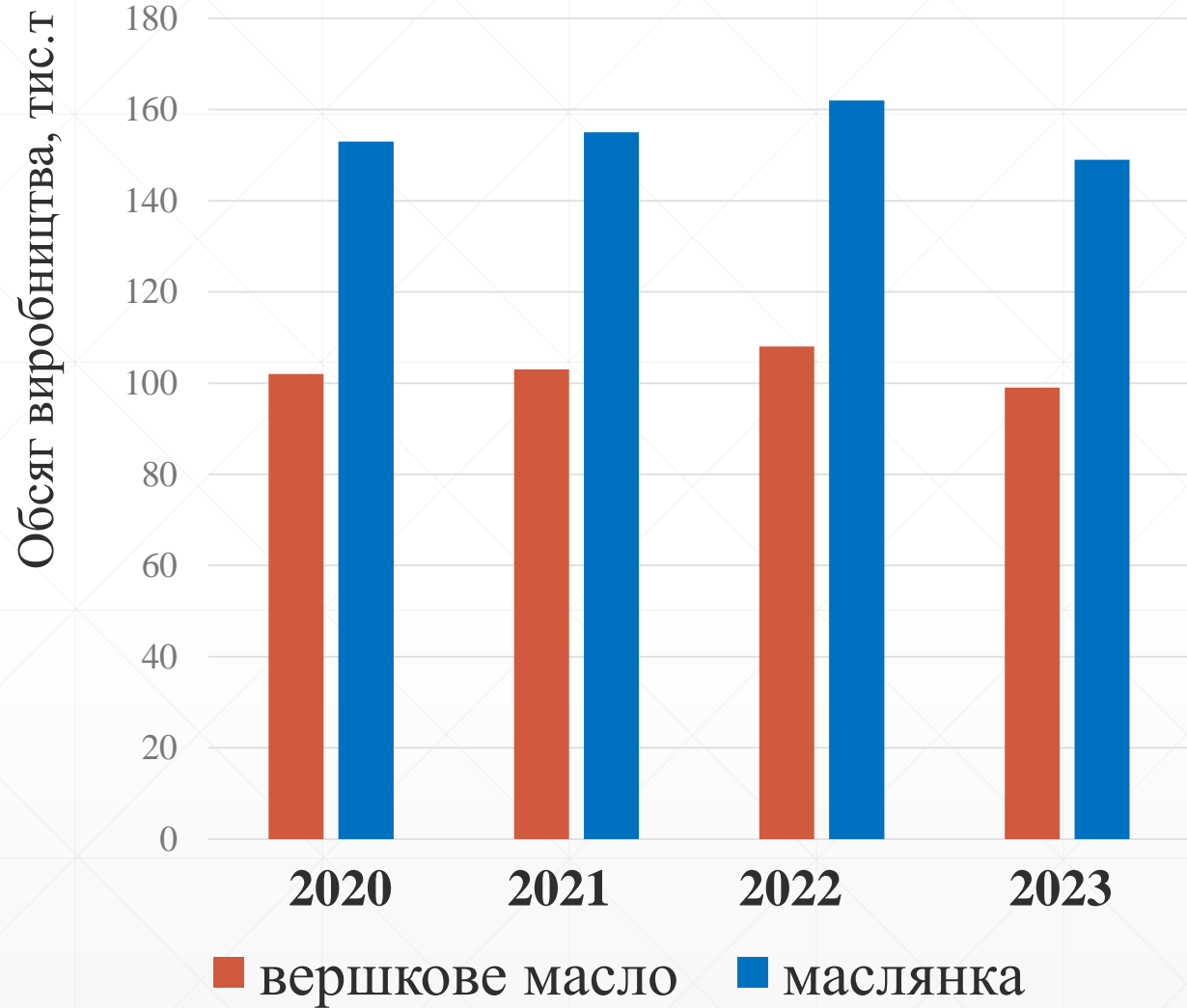
ТРУБНІКОВА АНАСТАСІЯ АНАТОЛІЇВНА

**ЧАСТИНА 1. Розроблення технології та процедур, відповідних
принципам НАССР для виробництва безлактозного білково-ліпідного
концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів**

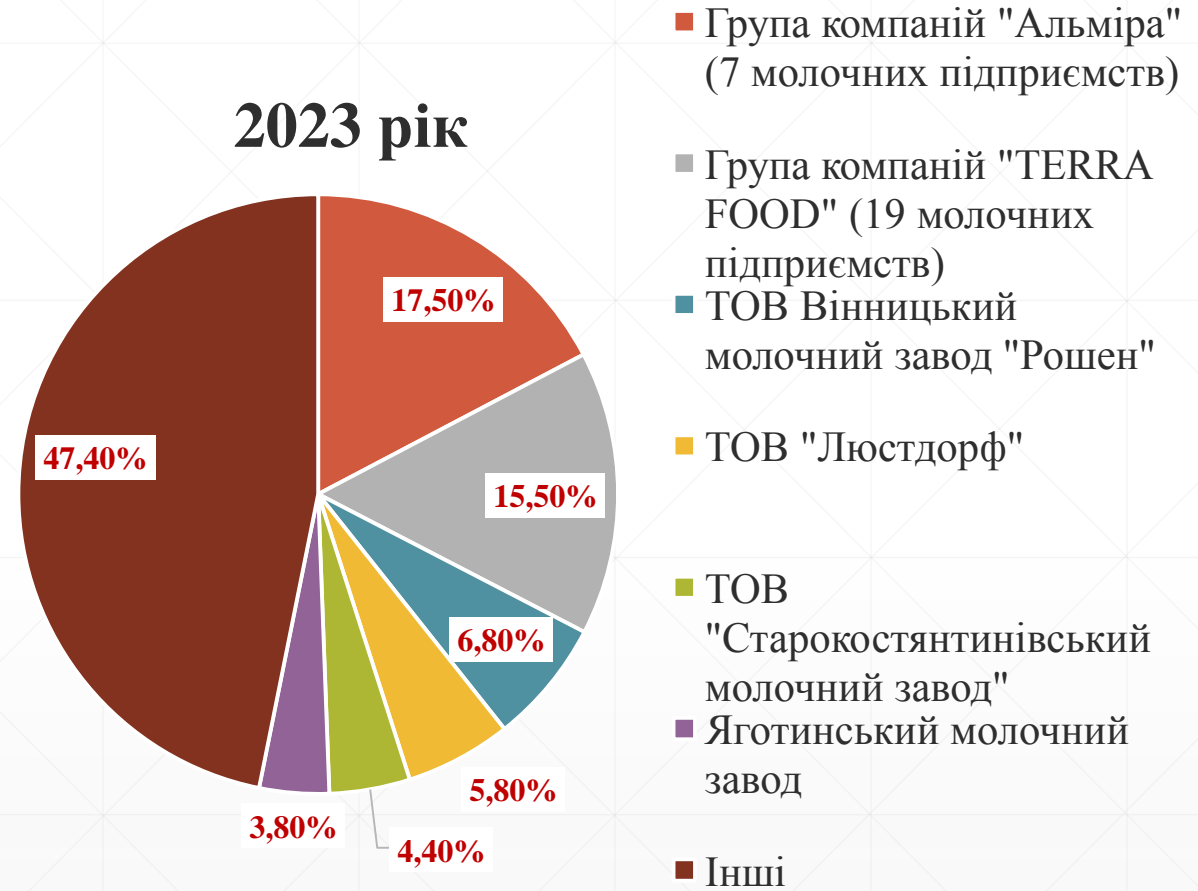
Кваліфікаційна робота магістра

Науковий керівник: к.т.н., доцент **Шарахматова Т.Є.**

Обсяги виробництва вершкового масла і маслянки в Україні



Ринкові частки основних виробників вершкового масла в Україні



Згідно Державної служби статистики України

Мета роботи:

**теоретичне та експериментальне
обґрунтування технології та процедур,
відповідних принципам НАССР для
безлактозного білково-ліпідного концентрату
маслянки із заданим складом нутрієнтів на
основі мембранних процесів видалення
лактози**

ЗАДАНИЙ СКЛАД НУТРИЄНТІВ В БЕЗЛАКТОЗНОМУ КОНЦЕНТРАТІ МАСЛЯНКИ

МАСОВА ЧАСТКА ЛАКТОЗИ, %	max 0,1
МАСОВА ЧАСТКА БІЛКУ, %	12,0...16,0
МАСОВА ЧАСТКА ЗОЛИ, %	0,70±0,1
МАСОВА ЧАСТКА ЖИРУ, %	1,5...4,0

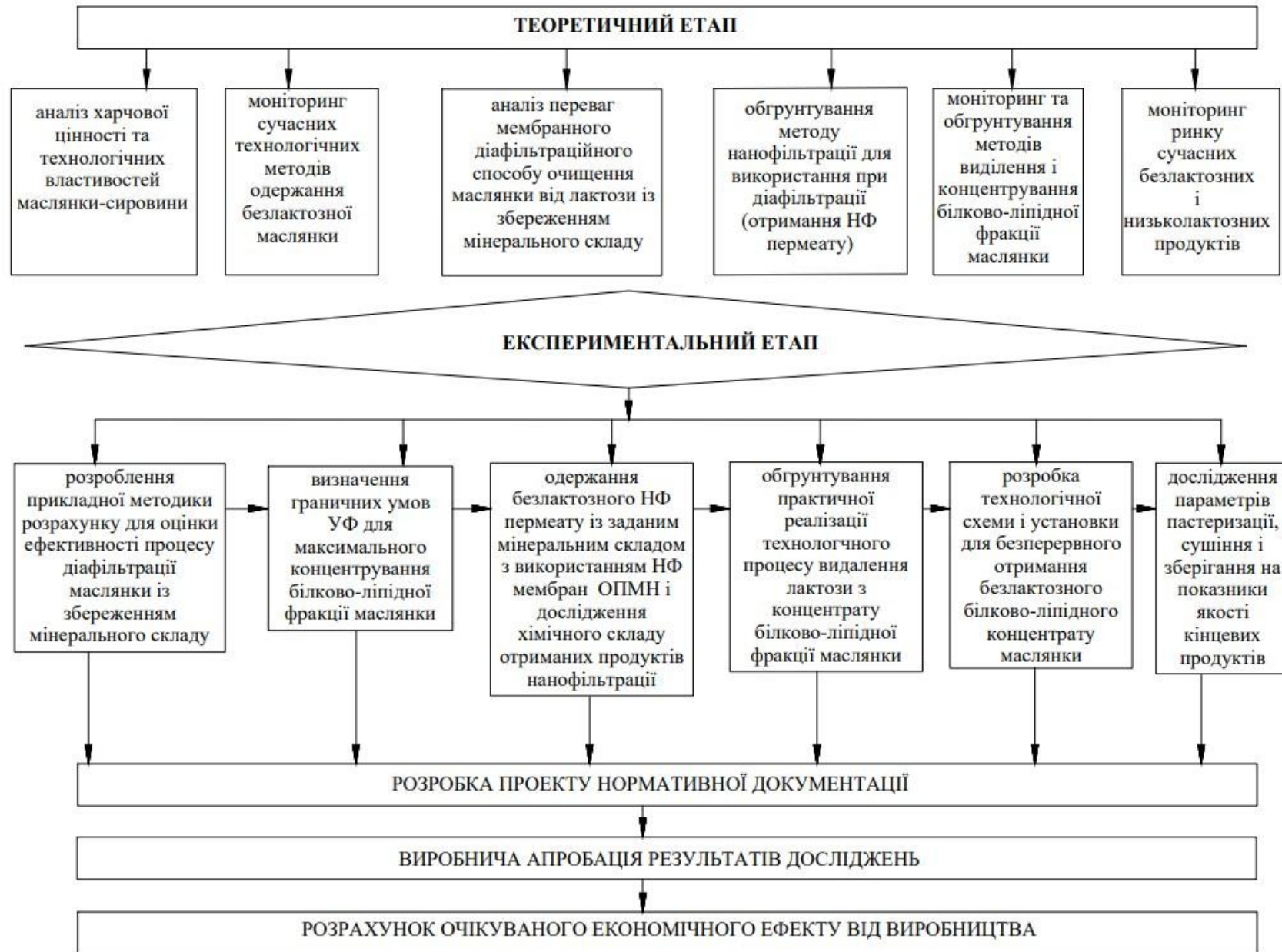
ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ:

- 1) встановити доцільність використання ультрафільтрації для концентрування білково-ліпідної фракції маслянки та її діафільтрації пермеатом, отриманим нанофільтрацією ультрафільтраційного пермеату маслянки для видалення лактози;
- 2) розробити прикладну методику розрахунку для оцінки ефективності процесу діафільтрації маслянки зі збереженням мінерального складу;
- 3) визначити граничні умови ультрафільтрації для максимального концентрування білково-ліпідної фракції маслянки;

ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ:

- 4) визначити основні характеристики нанофільтраційних мембран марки ОПМН і пермеату, що утворився при нанофільтрації, який використовується як розчинник при діафільтрації ретентату, отриманого ультрафільтрацією маслянки;
- 5) дослідити процес безперервної діафільтрації ретентату, отриманого ультрафільтрацією маслянки;
- 6) розробити технологію і основні принципи функціонування установки для безперервного одержання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки;
- 7) дослідити вплив режимів пастеризації і зберігання на показники якості ББКМ;
- 8) розробити нормативну документацію на виробництво рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки, провести промислову апробацію розробленого концентрату, розрахувати економічну ефективність від впровадження розробленої технології;
- 9) провести технологічну експертизу розробленого концентрату.

Програма досліджень



**Лабораторна мембранна установка для
ультрафільтрації УПЛ-0,6**



Мембрани ВПУ-15

Нанофільтрація УФ фільтрату (УФ пермеату) маслянки



Лабораторна установка ФТ-01



Мембрана ОПМН-II

Хімічний склад маслянки та продуктів її ультрафільтрації при факторах ФК від 3 до 5

Вихідна сировина /продукти ультрафільтрації	Показник			
	Масова частка білку, %	Масова частка лактози, %	Масова частка жиру, %	Масова частка золи, %
Маслянка-сировина	3,20±0,05	4,50 ± 0,07	0,40±0,10	0,70±0,09
Ультрафільтрація (ФК = 3)				
УФ пермеат	0,11±0,05	4,48 ± 0,06	-	0,70±0,09
УФ ретентат	9,61±0,05	4,53 ± 0,06	1,21±0,10	0,94±0,09
Ультрафільтрація (ФК = 4)				
УФ пермеат	0,13±0,05	4,48 ± 0,06	-	0,70±0,09
УФ ретентат	12,81±0,05	4,53 ± 0,06	1,61±0,10	1,03±0,09
Ультрафільтрація (ФК = 5)				
УФ пермеат	0,16±0,05	4,48 ± 0,06	-	0,70±0,09
УФ ретентат	16,06±0,05	4,53 ± 0,06	2,01±0,10	1,11±0,09

**Зміни концентрації лактози та золи
при нанофільтрації УФ пермеату (фільтрату)
(ФК=4)**

Показник	УФ фільтрат (пермеат)	НФ ретентат (концентрат)	НФ пермеат (фільтрат)
Масова частка лактози, %	4,48 ± 0,06	17,9 ± 0,06	сліди
Масова частка золи, %	0,70 ± 0,09	0,73 ± 0,09	0,70 ± 0,09

(ФК=5)

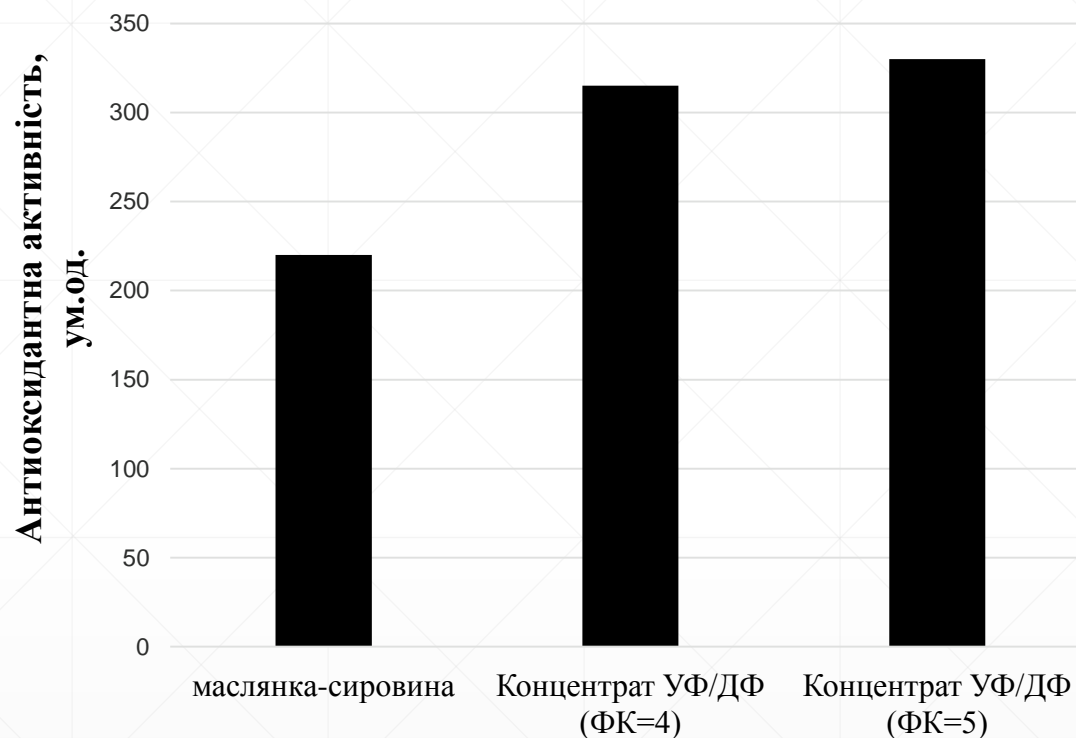
Показник	УФ пермеат	НФ ретентат	НФ пермеат
Масова частка лактози, %	4,48 ± 0,06	22,3 ± 0,06	сліди
Масова частка золи, %	0,70 ± 0,09	0,73 ± 0,09	0,70 ± 0,09

Хімічний склад безлактозного концентрату, отриманого діафільтрацією УФ ретентату (ФК=3...5) НФ пермеатом (ФК=5)

Показник	Заданий склад нутриєнтів	Безлактозний концентрат маслянки (ББКМ), одержаний діафільтрацією (DV=7) УФ ретентату маслянки, отриманого ультрафільтрацією при:		
		ФК=3	ФК=4	ФК=5
Масова частка сухих речовин, %, зокрема:		11,7±0,01	15,10±0,01	18,78±0,01
масова частка лактози, %	max 0,1	сліди	сліди	сліди
масова частка білку, %	12,0...16,0	9,5±0,05	12,74 ± 0,05	16,01 ± 0,05
масова частка жиру, %	1,5...4,0	1,2±0,01	1,61 ± 0,01	2,03 ± 0,01
масова частка золи, %	0,70±0,1	0,70±0,09	0,70 ± 0,09	0,70 ± 0,09

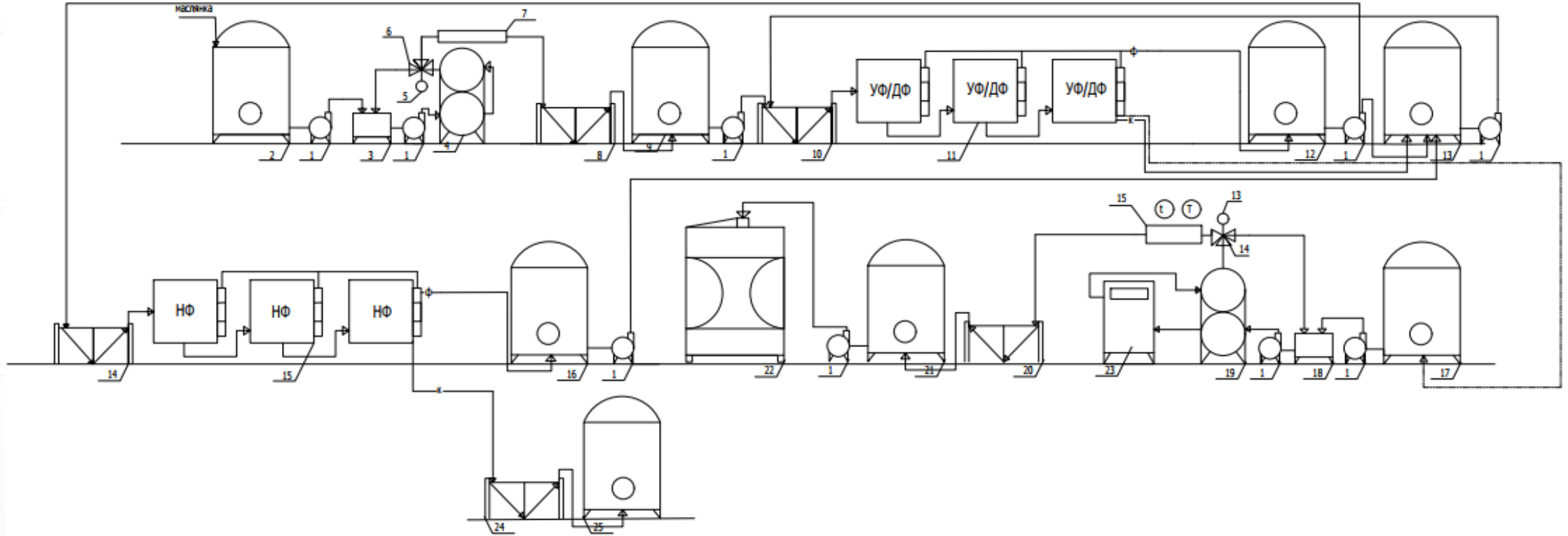
Амінокислотний склад білків маслянки та безлактозного концентрату

Антиоксидантна активність зразків ББКМ, одержаних УФ/ДФ при ФК 4 і ФК 5



Амінокислота	Вміст амінокислоти, мг/1 г білку маслянки	Вміст амінокислоти, мг/1 г білку рідкого ББКМ	Амінокислотний СКОР рідкого ББКМ, %
Вміст білка, %	3,2±0,05	16,01±0,05	
Незамінні амінокислоти			
Триптофан	12,41±0,06	12,41±0,05	124,13
Лізин	71,70±0,05	71,63±0,06	130,23
Треонін	45,13±0,04	45,13±0,05	112,83
Валін	60,28±0,06	60,28±0,06	120,56
Метіонін+цистін	35,53±0,07	35,50±0,08	101,42
Ізолейцин	50,028±0,09	49,53±0,10	123,82
Лейцин	91,37±0,10	90,46±0,11	129,22
Фенілаланін+тірозин	91,86±0,07	91,77±0,08	152,95
Всього	458,32±0,72	456,70±0,76	
Замінні амінокислоти			
Гістидін	26,44±0,09	26,44±0,08	
Аргінін	32,30±0,08	32,29±0,08	
Аспарагінова кислота	74,37±0,07	74,36±0,06	
Серин	57,73±0,09	57,15±0,10	
Глютамінова кислота	162,43±0,08	162,41±0,08	
Пролін	89,68±0,10	89,59±0,09	
Гліцин	16,53±0,09	16,51±0,10	
Аланін	30,06±0,07	30,03±0,07	
Загальна кількість амінокислот	947,85±0,19	945,50±0,20	

Апаратурна схема отримання рідкого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки



1- насос відцентровий

2- резервуар

3- зрівнювальний бачок

4- трубчастий пастеризатор

5 - манометр

6- термоматчик

7- витримувач

8- пластинчастий охолоджувач

9- резервуар

10- пластинчастий підігрівач

11- установка для УФ/ДФ фільтрації

12- резервуар для фільтрату

13- резервуар для змішування

14- пластинчастий підігрівач

15- установка для НФ фільтрації

16- резервуар для НФ фільтрату

17- резервуар для ББКМ

18- зрівнювальний бачок

19- трубчастий пастеризатор

20- пластинчастий охолоджувач

21- резервуар для пастеризованого ББКМ

22- фасувальний автомат для ББКМ

23- гомогенізатор

24- охолоджувач

25- резервуар для НФ концентрату

Сенсорні показники безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки розфасованого у герметичну тару в процесі зберігання

Показники	Характеристика								
	тривалість зберігання, діб								
	свіжовироблений	1	2	3	4	5	6	7	8
Смак та запах	чистий, свіжий, властивий пастеризованій маслянці без сторонніх присмаків та запахів							наявність стороннього запаху	
Колір	від білого до світло-жовтого, однорідний по всій масі								
Консистенція	однорідна, ніжна, текуча, слабко в'язка рідина						наявність незначного осаду на дні тари		

Мікробіологічні показники рідкого ББКМ (n=3; p≥0,95)

Вид продукту	Контамінанти, КУО/см ³					
	<i>КМАФАнМ</i>	<i>E. coli, coliforms</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Listeria</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Свіжовиготовлений рідкий ББКМ	$2,0 \cdot 10^2$	не виявлено	$0,2 \cdot 10^1$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Рідкий ББКМ через 3 доби зберігання	$5,80 \cdot 10^2$	не виявлено	$0,2 \cdot 10^1$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Рідкий ББКМ через 5 діб зберігання	$1,40 \cdot 10^3$	не виявлено	$3,2 \cdot 10^1$	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Рідкий ББКМ через 8 діб зберігання	$5,60 \cdot 10^3$	не виявлено	$1,0 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено	не виявлено





Векторна схема технологічного процесу виробництва безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів з вказаними на ній критичними точками контролю та операційними програмами передумов.

План НАССР

КТК	Суттєві НЧ	Критична межа	Процедура моніторингу				Коригувальна дія	Запис	Перевірка
			Що	Як	Як часто	Хто			
Пастеризація маслянки	Б – виживання патогенних мікроорганізмів (сальмонела)	Температура не нижче ніж 85°C, витримка не менше 5 хв.	Температура та час пастеризації	Автоматична реєстрація (термограф) Візуально за показниками термограми	Постійно Кожні 15 хвилин	Майстер апаратної дільниці	- автоматично призупиняється процес пастеризації - налагодження пастеризаційного апарату - повідомлення керівників - повторна пастеризація - відправлення на мікробіологічний контроль	Термограми Журнал моніторингу Журнал перевірки установок для пряження Журнали мікробіологічного контролю	Лаборант щоденно, головний інженер 1 раз в місяць
Пастеризація ББКМ	Б – виживання патогенних мікроорганізмів (сальмонела)	Температура не нижче ніж 80°C, витримка не менше 15сек	Температура та час пастеризації	Автоматична реєстрація (термограф) Візуально за показниками термограми	Постійно Кожні 15 хвилин	Майстер апаратної дільниці	- автоматично призупиняється процес пастеризації - налагодження пастеризаційного апарату - повідомлення керівників - повторна пастеризація - відправлення на мікробіологічний контроль	Термограми Журнал моніторингу Журнал перевірки установок для пряження Журнали мікробіологічного контролю	Лаборант щоденно, головний інженер 1 раз в місяць

План ОПШ

Операція	Суттєві НЧ	Захід керування	Процедура моніторингу				Коригувальна дія	Запис	Перевірка
			Що	Як	Як часто	Хто			
Приймання маслянки	Х – наявність токсичних елементів пестицидів, мікотоксинів, нітратів, радіонуклідів	Перевірка наявності та відповідності супровідних до реальних показників сировини	Супровідні документи	Перевіряючи наявність і зміст документів на відповідність сировини вимогам НД	Кожна партія	Лаборант	Не приймати сировину	Журнал моніторингу Журнал перевірки сировини Журнал вхідного контролю	Завідуючий лабораторії щоденно

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

- 1) Встановлена доцільність використання ультрафільтрації для концентрування білково-ліпідної фракції маслянки та її діафільтрація НФ пермеатом для видалення лактози при умові належного вибору НФ мембран, що забезпечують високу селективність за лактозою.
- 2) Розроблена прикладна методика розрахунку для оцінки ефективності процесу діафільтрації маслянки, яка дозволяє оцінити основні показники ефективності процесу: тривалість процесу, об'єм розчинника (діафільтраційний об'єм) і ступінь очищення від лактози; визначений оптимальний варіант діафільтрації – безперервний з перехресним потоком НФ пермеату: тривалість процесу – 4,8 год., діафільтраційний об'єм – 384 дм³ на вихідні 10 дм³ концентрату маслянки, кінцева концентрація лактози після очищення – 0,15 %.
- 3) Визначений фактор концентрування при ультрафільтрації, що становить $FK=5$, при якому можливо максимально сконцентрувати білково-ліпідну фракцію маслянки.
- 4) Визначені основні характеристики НФ мембран марки ОПМН: питома продуктивність за фільтратом $G = 15 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \times \text{год.}$ при тиску 1,0...2,0 МПа; селективність за лактозою $R = 99,7 \%$; за мінеральними солями $R = 0 \%$, що забезпечують використання НФ пермеату як розчинника при діафільтрації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

- 5) Досліджений процес безперервної діафільтрації УФ ретентату маслянки. Встановлено основні фактори, які впливають на процес діафільтрації: проникність мембран, їх селективність, діаоб'єм, осмотичний тиск розчину.
- 6) Розроблена технологія безперервного одержання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки та установка для її реалізації, що містить сполучені між собою технологічними трубопроводами контури: ультрафільтрації, діафільтрації, нанофільтрації. Установка забезпечить безперервність процесу через певні співвідношення витрат потоків: УФ ретентату і ДФ ретентату; НФ пермеату і УФ пермеату; НФ ретентату і УФ пермеату (II); НФ пермеату і УФ ретентату.
- 7) Обґрунтовані режими пастеризації і зберігання безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки, досліджено вплив режимів на показники якості концентрату.
- 8) Результати оцінки перевірено план НАССР, складено блок-схему технологічного процесу, аналізовано ризики, визначено критичні контрольні точки, критичні границі, проведено моніторинг продукту та коригувальні дії, проведено валідацію. При впровадженні ББКМ з'являються нові потенційні загрози (патогенні організми, що потрапляють з сировиною), нові контрольні критичні точки в порівнянні із пастеризованою сироваткою.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

9. Запропоновано у технології виробництва ББКМ дві критичні контрольні точки: ККТ 1 – на технологічній операції «Пастеризація маслянки», ККТ 2 – на технологічній операції «Пастеризація ББКМ». Обґрунтовано необхідність введення програм передумов: ОПП 1 – на технологічній операції «Оцінка якості, приймання маслянки».
10. Розроблено нормативну документацію на безлактозні білкові концентрати рідкі (ТУ У 15.5-36759161-008:2019 та ТІ до ТУ У) Розроблені технології безлактозних концентратів пройшли промислову апробацію на ТОВ «ТЕРРА ФУД» Тульчинська філія (м. Тульчин, Вінницька область).
11. Внутрішні вигоди впровадження системи НАССР: термін окупності капітальних вкладень при впровадженні системи НАССР при виробництві ББКМ призначення складе 2,0 роки, що свідчить про економічну ефективність її впровадження.