

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вплив теплової обробки на денатурацію молочних білків із
проєктуванням цеху виробництва масла та спредів
(на замовлення ПрАТ «Тернопільський молокозавод»)

Виконав студент VI курсу, групи МЛІм-61
спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

	Солтис В.П. (підпис)	Солтис В.П. (прізвище та ініціали)
Керівник	Юкало В.Г. (підпис)	Юкало В.Г. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	Кухтин М.Д. (підпис)	Кухтин М.Д. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	Кухтин М.Д. (підпис)	Кухтин М.Д. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю

181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Солтису Віктору Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив теплової обробки на денатурацію молочних білків із
проектуванням цеху виробництва масла та спреїв
(на замовлення ПрАТ «Тернопільський молокозавод»)

Керівник роботи д.біол.наук, проф, професор кафедри ХБ Юкало В.Г.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «4» жовтня 2024 року № 4/7-966

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи:

1) Масло «Селянське», м.ч.ж. 73,5 %;

2) Масло «Сонечко», м.ч.ж. 71,3 %;

3) Масло «Весняне», м.ч.ж. 71,3 %;

4) Спред «До паляниці», м.ч.ж. 72,5%;

5) Спред «Особливий», м.ч.ж. 78%;

6) Спред «Селянський особливий», м.ч.ж. 72,5%.

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

Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина.

Проектно-технологічна частина. Техніко-економічне обґрунтування.

Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки. Перелік посилань.

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

Схема напрямів технологічної переробки сировини

Апаратурно-технологічна схема виробництва із елементами ТХК і МБК

План цеху (М1:100)

Графік організації виробничих процесів

Розріз виробничого цеху (М1:50)

Аркуші науково-дослідної роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н., зав. кафедри МТ Окіпний І.Б.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 2.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літературних джерел згідно теми кваліфікаційної роботи	2.09.2024 р. – 11.09.2024 р.	
2.	Опрацювання методик досліджень	16.09.2024 р.	
3.	Виконання досліджень і опрацювання результатів	23.09.2024 р.	
4.	Оформлення аркушів до науково-дослідної частини	28.09.2024 р.	
5.	Написання розділу «Техніко-економічне обґрунтування»	3.10.2024 р.	
6.	Проведення продуктового розрахунку	8.10.2024 р.	
7.	Розрахунок та підбір технологічного обладнання	21.10.2024 р.	
8.	Розрахунок площі приміщень: виробничих і допоміжних	28.10.2024 р.	
9.	Виконання аркуша I	18.11.2024 р.	
10.	Виконання аркушів II і III	25.11.2024 р.	
11.	Виконання аркушів IV, V	2.12.2024 р.	
12.	Написання розділу «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях»	5.12.2024 р.	
13.	Подача роботи до захисту	9.12.2024 р.	

Студент

(підпис)

Солтис Віктор Петрович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Юкало Володимир Глібович

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню впливу теплової обробки на денатурацію молочних білків із проєктуванням цеху виробництва масла та спредів.

У вступі наведено загальну характеристику представленої роботи. В науково-дослідній частині кваліфікаційної роботи представлені результати дослідження короткотермінового прогрівання молочної сироватки при низьких температурах (40 і 50°C) на фракційний склад білків. За сучасними літературними даними саме такі температури можуть впливати на біологічну активність білків і поліпептидів сироватки. В результаті проведених досліджень встановлено, що при прогріванні сироватки при 50°C (5 хв.) зменшується частка неденатурованого загального білка на $6,1 \pm 0,9$ %. Ці зміни відбуваються в основному завдяки фракції імуноглобулінів частка яких зменшується з $17,5 \pm 1,2$ % до $13,3 \pm 1,1$ %. Також, результати гель-фільтрації свідчать про зменшення частки білкових фракцій з молекулярними масами, що перевищують 80000 Да.

Розділ з техніко-економічного обґрунтування містить обґрунтування місця розташування проєктованого підприємства, характеристику сировинної зони та асортименту продукції, а також можливі канали реалізації готових виробів.

Проектно-технологічна частина включає пункти, що присвячені проведенню технологічних розрахунків, обґрунтуванню технологічних процесів й режимів виробництва. У даній частині наведено також забезпечення процесу виробництва продуктів асортиментного ряду.

Останній розділ містить питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: молочна сироватка, низькотемпературне прогрівання, білкові фракції, масло, масло функціонального призначення, спреди.

ЗМІСТ

	Вступ	6
1	НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	9
1.1	Аналітичний огляд літературних джерел	9
1.1.1	Загальні уявлення про денатурацію білків	9
1.1.2	Особливості теплової денатурації білків сироватки молока	12
1.2	Мета, об'єкт, предмет та методи	15
1.2.1	Мета, об'єкт, предмет та методи	15
1.2.2	Методи досліджень	16
1.3	Результати дослідження	17
1.3.1	Характеристика складу білків сироватки молока отриманої при рН-4,6 і 20°C	17
1.3.2	Вплив нагрівання на електрофоретичні характеристики і хроматографічний профіль білків сироватки	19
2	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	24
2.1	Характеристика місця розташування підприємства	24
2.2	Характеристика сировинної зони	26
2.3	Обґрунтування асортименту молочної продукції	26
2.4	Характеристика каналів реалізації продукції	27
3	ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	29
3.1	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	29
3.1.1	Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів	29
3.1.2	Схема напрямків технологічної переробки сировини	30
3.1.3	Сировинно-продуктовий розрахунок	31
3.1.4	Зведена таблиця розрахунку продуктів	38
3.2	Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів	39
3.2.1	Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів	39

3.2.2	Опис загальних операцій виробництва молочних продуктів	41
3.2.3	Опис технології виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту	46
3.2.4	Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту	50
3.3	Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	55
3.3.1	Підбір технологічного обладнання	55
3.3.2	Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень	62
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
4.1	Охорона праці	65
4.1.1	Вплив вібрацій на організм людини та розробка заходів щодо зниження вібрацій технологічного обладнання на ділянці цеху	65
4.1.2	Психофізіологічне розвантаження для працівників	68
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	70
4.2.1	Заходи щодо підвищення стійкості роботи підприємств молочної промисловості у воєнний час	70
	ВИСНОВКИ	73
	Список літератури	74
	Додаток А	79

ВСТУП

В Україні значна частина знежиреного молока використовується для виробництва харчового і технічного казеїну. Обидва види казеїну отримують ізоелектричним осадженням переважно гідрохлоридною кислотою. При цьому утворюється як побічний продукт велика кількість казеїнової сироватки. Існує багато способів подальшого перероблення цієї сироватки і використання в різних харчових продуктах для дитячого, спортивного, профілактичного і дієтичного харчування.

В технологічних процесах при отриманні казеїнової сироватки часто використовують її прогрівання при відносно низьких температурах (до 55°C). Відомо, що такі температури практично не впливають на функціональні властивості білків молочної сироватки. Помітні зміни у розчинності, денатурації, світлорозсіянні, в'язкості та ін. виявлені при температурах вище 60°C. Вплив таких температур досить детально досліджений і описаний у науковій літературі. Проте, в останні десятиліття, у складі молочної сироватки відкрито велику кількість біологічно активних сполук білкової і пептидної природи, які формують біологічну цінність сироватки і відповідно продуктів з неї. У даному випадку стає актуальним вивчення дії низьких температур, які можуть впливати на біологічну активність білків і пептидів молочної сироватки.

У зв'язку з цим метою дослідження науково-дослідної частини кваліфікаційної роботи є з'ясування впливу короткотермінового прогрівання молочної сировини при температурі 40°C і 50°C на фракційний склад білків.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- отримати взірці молочної сироватки шляхом ізоелектричного осадження казеїну із знежиреного молока при 20°C;
- охарактеризувати фракційний склад білків сироватки методом аналітичного диск-електрофорезу і гель-фільтрацією;

- провести короткотермінове прогрівання взірця молочної сироватки при 40°C і 50°C. Встановити частку денатурованого білка;
- охарактеризувати фракційний склад білків сироватки після короткочасного прогрівання при 40°C і 50°C експрес-електрофорезом і гел'фільтрацією та встановити зміни в порівнянні з контрольним взірцем без прогрівання.

Об'єкт дослідження – теплова денатурація білків сироватки молока

Предмет дослідження – вплив короткотермінового прогрівання сироватки молока на фракційний склад її білків, і їх електрофоретичні та хроматографічні характеристики.

У роботі були використанні методи дослідження титрованої і активної кислотності знежиреного молока. Осадження казеїну проводилося методом центрифугування на лабораторній центрифугі ОПН-8. Концентрацію білків і пептидів визначали спектрофотометрично при поглинанні при довжині хвилі $\lambda=280$ нм. Фракційний склад білків сироватки досліджували методами аналітичного і експрес-електрофорезу, рідинної хроматографії.

В результаті проведення досліджень встановлено, що вже при короткочасному прогріванні казеїнової сироватки до 50°C відбуваються певні зміни у кількості неденатурованого загального білка (зменшення на $6,1 \pm 0,9$ %) завдяки денатурації в основному фракції імуноглобулінів. Також зменшується на хроматографічному профілі пік білків з молекулярною масою вище 80000 Да. Це може бути пов'язано з розпадом октамерів β -лактоглобулінів. Отримані результати свідчать про певні зміни, які виникають в білках сироватки молока при нагріванні до 50°C. Особливо це важливо у випадку імуноглобулінів, які відповідають за захисні властивості молочної сироватки. Тому можна рекомендувати за можливості скорочення терміну і зниження температури прогрівання молочної сироватки при її переробленні і подальшому використанні у продуктах дитячого, профілактичного і дієтичного харчування.

Результати роботи доповідались на міжнародній науковій конференції і опубліковані у матеріалах цієї ж конференції (Додаток А). За результатами дослідження подана наукова стаття у фаховий журнал «Наукові праці НУХТ» (м. Київ).

Робота складається з вступу, науково-дослідної частини, техніко-економічного обґрунтування, проєктно-технічної частини, розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях», висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи складає 81 сторінка. Список використаних джерел містить 48 позицій.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1 Загальні уявлення про денатурацію білків

Всяка молекула білка характеризується певною просторовою структурою. Така структура є стабільною у фізіологічних умовах в складі організму і називається нативною структурою [1]. З нативною структурою білка пов'язана його здатність виконувати одну або декілька біологічних функцій. Просторова структура білка однозначно залежить від його первинної структури – тобто послідовності амінокислотних залишків. Така послідовність є строго індивідуальною для кожного природнього білка або його генетичного варіанту [2]

В умовах відмінних від фізіологічних просторова структура молекули білка може змінюватись. Такий процес називається денатурацією білка. При денатурації змінюються вторинна і третинна структури у білків, які складаються з однієї субодиниці. У білків, які включають два або більше субодиниць також може змінюватись четвертинна структура. Первинна структура, яка стабілізується пептидними зв'язками між амінокислотними залишками при денатурації залишається без змін [3]. Саме завдяки цьому денатурація може бути зворотною або незворотною. Зворотня денатурація відбувається тоді, коли після відновлення фізіологічних умов відновлюється нативна просторова структура молекули білка. Якщо після встановлення фізіологічних умов нативна структура не відновлюється – то така денатурація є незворотною.

Як відомо, нативна просторова структура молекули білка підтримується окрім пептидних зв'язків між залишками амінокислот також ковалентними

зв'язками, іонними зв'язками, водневими зв'язками і гідрофобними взаємодіями [4, 5].

Найважливішими ковалентними внутрішньо-молекулярними і міжмолекулярними зв'язками є дисульфідні зв'язки, які утворюються при взаємодії сульфгідрильних груп, що входять до складу залишків амінокислоти цистеїну. Це міцні зв'язки, але їх може бути мало в розрахунку на одну молекулу білка (від 1 до декількох десятків у великих молекулах). Іонні зв'язки утворюються між кислотними і основними групами амінокислотних залишків (карбоксильні групи аспарагінової і глутамінової кислот, аміногрупа лізину). Численні відноснослабкі водневі зв'язки у молекулі білка виникають між воднем гідроксильних або пептидних груп і атомом кисню пептидних або карбоксильних груп. Особливу роль у стабілізації структури білків відіграють гідрофобні взаємодії. Їх формують бокові ланцюги гідрофобних амінокислот. Кількість таких залишків може становити 60%-70% від всіх амінокислотних залишків молекули білка. Їх контакт з гідрофільним середовищем термодинамічно не вигідний – тому вони формують гідрофобне ядро в молекулі білка. Гідрофобні взаємодії утворюються завдяки виштовхувальній дії води. Вони відносно слабкі, але завдяки великій кількості гідрофобних залишків амінокислот відіграють важливу роль у підтримці просторової структури [6, 7].

Фактори, що призводять до втрати нативної структури молекули білка впливають на всі або окремі з перелічених видів зв'язків або взаємодій. До таких факторів можна віднести зміну рН середовища, вплив відновлюваних агентів, поверхнево-активних сполук, вплив сполук, які утворюють водневі зв'язки, вплив органічних розчинників [1]. Зміна рН середовища призводить до зміни зарядів на кислотних і основних групах бокових ланцюгів амінокислотних залишків. В результаті відбувається перерозподіл позитивних і негативних зарядів на молекулі білка, змінюється їх взаємодія і відповідно просторова структура. До відомих відновлювальних агентів, які можуть викликати денатурацію білків відносять 2-меркаптоетанол, дитіотреїтол або просто амінокислоту цистеїну. Ціреагенти можуть відновлювати

сульфгідрильні групи і розривати дисульфідні зв'язки утворені залишками цистеїну. Розрив цих зв'язків призводить до значних змін просторової структури молекули білка. Особливо цей вплив яскраво виражений у білків з четвертинною структурою, де в результаті можливий розпад білка на окремі субодиниці [2].

Для створення денатурауючих умов в розчини білків часто додають додецилсульфат натрію. Це сильнодіюча поверхнево-активна сполука, яка здатна руйнувати гідрофобні взаємодії і призводить до розкручування поліпептидного ланцюга та повної втрати третинної структури. При цьому додецилсульфат натрію зв'язується в певній пропорції з білками і надає утвореній структурі негативного заряду, який пропорційний молекулярній масі молекули білка. Заряд забезпечує сульфатна група, яка майже повністю дисоційована у водному розчині. Денатуровані білки у комплексі з додецилсульфатом натрію добре розчиняється у водних розчинах [1].

Ще один важливий денатуруючий агент по відношенню до білків – сечовина або карбамід. Наявність в його малій молекулі двох аміногруп і атому кисню, призводить до здатності руйнувати водневі зв'язки у молекулах білків. При цьому відбувається розкручування поліпептидного ланцюга, втрачається третинна і вторинна структура, відбувається дезагригація білків з четвертинною структурою на субодиниці, якщо вони не зв'язані дисульфідними зв'язками [7].

Одним з найпоширеніших денатуруючих факторів білків є нагрівання до температур вищих за фізіологічну [8]. Фізіологічна температура – це температура при якій даний білок функціонує в організмі. При нагріванні руйнуються зв'язки і білок поступово втрачає свою нативну структуру. На прикладі деяких глобулярних білків було показано, що теплова денатурація відбувається ступінчасто за утворенням однієї або декількох проміжних структур. Перші стадії теплової денатурації можуть бути зворотніми. При високих температурах в більшості випадків відбувається незворотня денатурація [9].

На хід денатурації впливає рН середовище. При значенні рН близьких до ізоелектричної точки відбувається агрегація субодиниць білка і денатурація прискорюється. Посилення денатурації викликає хлорид натрію, деякі аніони і катіони. Гальмують денатурацію деякі моно- і олігосахариди, натрієві солі жирних кислот [10].

Результатом денатурації є зміни нативної структури білкових молекул аж до повної їх втрати і утворення структури “статистичного клубка”. При цьому може відбуватись утворення агрегатів і випадання осаду білків. Денатурований білок може втрачати розчинність, збільшувати в’язкість розчинів, змінювати здатність розсіювати світло, краще піддаватись дії протеолітичних ферментів. Звичайно, що денатурований білок частково або повністю втрачає свою біологічну активність і не може виконувати відповідні функції [11].

Тому процеси денатурації є дуже важливими при переробці молока і виробництві молочних продуктів. У молоці є багато різних білків. Значна частина з них виконують важливі біологічні функції, які бажано зберегти під час технологічних процесів. Насамперед це стосується білків сироватки молока. Сучасні дослідження біохімії білків свідчать, що попри певні загальні закономірності, денатурація кожного білка проходить по своєму. Тому для розуміння загальної картини теплової денатурації білків сироватки молока необхідно розглянути особливості будови і властивостей основних фракцій білків сироватки молока, а також мінорних фракцій, яким притаманні різні види біологічної активності. До важливих основних фракцій білків сироватки молока відносять β -лактоглобулін, α -лактальбумін, альбумін сироватки крові, імуноглобуліни. До важливих мінорних білків відносять лактоферин і лактопероксидазу [7].

1.1.2 Особливості теплової денатурації білків сироватки молока

Білки молока входять до складу трьох груп, які суттєво відрізняються за своєю стійкістю до нагрівання: Найбільша група білків молока – це білки

казеїнового комплексу. Вони становлять близько 80% від всіх білків. Всі казеїни (α_{S1} —, α_{S2} —, β — і κ — казеїни) близькі за значенням своїх молекулярних мас. Дві основні фракції (α_{S1} — і β — і κ — казеїни) мають виражену дифільну природу з гідрофобними і гідрофільними ділянками. Вони не містять залишків цистеїну і не утворюють дисульфідних зв'язків. Рівномірний розподіл залишків проліну вздовж поліпептидного ланцюга протидіє утворенню елементів вторинної структури а також стійкої третинної структури. Поліпептидні ланцюги утворюють відкриті гнучкі структури. Деталі просторової структури казеїнових фракцій і казеїнових міцел ще не встановлені. Відзначені особливості їх амінокислотного складу і структури зумовлюють їх високу стійкість до нагрівання, справжня денатурація казеїну починається при температурах вище за 120°C [2]. Зміни в казеїнових міцелах, що починаються при температурах вище 70°C пов'язані з денатурацією білків сироватки (β -лактоглобуліну) і приєднанням їх до κ казеїну поверхні міцел.

Білки сироватки молока більш гетерогенні ніж казеїна за своєю будовою, властивостями і функціями. Відповідно в них процеси теплової денатурації проходять по різному. Окрім того основні білки сироватки відносяться до глобулярних білків, і вони менш стійкі до теплової денатурації [12].

Денатурація білків сироватки молока проходить ступінчасто і починається вже при температурах близько 50°C. Основними фракціями які визначають загальною теплову денатурацію білків сироватки є β -лактоглобулін (50% від білків сироватки), і α -лактальбумін (25%). В меншій мірі це стосується альбуміну сироватки крові (BSA), імуноглобулінів (IG), лактоферину (Lf) і лактопероксидази (Lp) [13, 14]. Властивості основних фракцій білків сироватки молока які визначають їх стійкість до теплової денатурації білків сироватки молока наведені у таблиці 1. Враховуючи значний вміст (50%) не важко передбачити, що найбільше значення для денатурації білків має β -лактоглобулін. У його молекулі є вільна сульфгідридна група. У молоці β -лактоглобулін перебуває у вигляді димерів. Димери зв'язані іонними зв'язками

між карбоксильними групами аспарагінової і глутамінової кислоти однієї молекули та аміногрупами залишків лізину іншої молекули.

У мономерному стані β -лактоглобулін перебуває коли значення рН середовища менше ніж 3,5 і більше 7,5. При значенні рН від 3,5 до 5,5 β -лактоглобулін перебуває у вигляді октамерів. За літературними даними при температурах $<60^{\circ}\text{C}$ для β -лактоглобуліну характерна зворотня денатурація. Незворотня денатурація починається при досягненні температури 70°C і більше [15]. До нагрівання більш стійким є α -лактальбумін [16]. Його незворотня денатурація починається при 80°C . Найбільш чутливим до нагрівання є альбумін сироватки. Вже при 60°C настає його незворотня денатурація [15]. Імуноглобуліни теж є чутливими до нагрівання і починають втрачати свою біологічну активність вже при 72°C [17, 18].

Таблиця 1 - Склад і властивості білків сироватки молока. Адаптовано за [1]

Характеристика молекули білка, функціональна властивість	Фракція сироваткового білка			
	β -лактоглобулін	α -лактальбумін	Альбумін сироватки крові	Імуноглобулін G
Частка від всіх білків сироватки(%)	50	20	8	12
Молекулярна маса (Да)	18300	14200	66500	160000
Ізoeлектрична точка	5,13	4,2-4,5	4,7-4,9	5,5-8,3
Кількість залишків цистеїну	5	8	35	
Кількість внутрішньо-молекулярних дисульфідних зв'язків	2	4	17	
Кількість вільних сульфгідрильних груп	1	0	1	
Вторинна структура	8% - α -спіралі 45% - β -структури	26% - α -спіралі 14% - β -структури	67% - α -спіралі 10% - β -згини	3% - α -спіралі 64% - β -структури
Нативна конформація	глобула	глобула	глобула	глобула
Початкова температура денатурації($^{\circ}\text{C}$)	78	62	64	72
Здатність утворювати піну	висока	висока	середня	
Розчинність	висока	висока	висока	висока
Здатність утворювати гель при нагріванні	висока	низька	висока	висока
Емульгування та стабільність емульсії	висока	висока	середня	

В 2024 році описані результати, які можуть свідчити що при температурах близько 50°C може відбуватись незворотня денатурація білків сироватки молока [19]. Зокрема такі зміни відбуваються завдяки β -лактоглобуліну і в меншій мірі альбуміну сироватки. Враховуючи, що температури від 40°C до 50°C часто використовуються в технологічних процесах, важливим є більш детальне вивчення впливу таких температур на структуру і властивості білків сироватки молока.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи

1.2.1 Мета, об'єкт, предмет та методи

Метою роботи є з'ясування впливу короткотермінового прогрівання молочної сировини при температурі 40°C і 50°C на фракційний склад білків.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- отримати взірець молочної сироватки шляхом ізоелектричного осадження казеїну із знежиреного молока при 20°C;
- охарактеризувати фракційний склад білків сироватки методом аналітичного диск-електрофорезу і гель-фільтрацією;
- провести короткотермінове прогрівання взірця молочної сироватки при 40°C і 50°C. Встановити частку денатурованого білка;
- охарактеризувати фракційний склад білків сироватки після короткочасного прогрівання при 40°C і 50°C експрес-електрофорезом і гель-фільтрацією та встановити зміни в порівнянні з контрольним взірцем без прогрівання.

Об'єкт дослідження – теплова денатурація білків сироватки молока

Предмет дослідження – вплив короткотермінового прогрівання сироватки молока на фракційний склад її білків, і їх електрофоретичні та хроматографічні характеристики.

1.2.2 Методи досліджень

Для виділення сироватки використовували знежирене молоко кислотністю 18°Т отримане з ПрАТ “Тернопільський молокозавод”. Сироватку відділяли після осадження казеїнів в ізоелектричній точці при значенні рН 4,6, яке досягали додаванням хлоро-водневої кислоти. Осад казеїну відділяли центрифугуванням при 3000 об/хв. на центрифугі ОПН-8.

Концентрацію білків в сироватці, взірцях для електрофорезу і хроматографічних фракціях визначали за поглинанням при довжині хвилі $\lambda=280$ на спектрофотометрі CF-46. Розрахунок концентрації білків сироватки проводили з використанням коефіцієнту поглинання ($D_{cm}^{1\%}$) : 12,3 [2].

Для характеристики фракційного складу білків виділеної сироватки використовували аналітичний диск-електрофорез для нейтральних і кислих білків [20]. Електрофорез проводили в трубочках поліакриламідного гелю (ПАГ), на апараті фірми “Reanal” (Угорщина).

Для порівняння фракційного складу білків виділеної сироватки і сироватки після прогрівання при 40 °С і 50 °С проводили експрес-електрофорез в пластинках ПАГ [21]. Кількісну обробку електрофореграм проводили з використанням функції зчитування графічних зображень imread [22].

Розподіл білків і пептидів сироваток за молекулярними масами визначали гелі-фільтрацією. Гелі-фільтрацію проводили на колонках системи для ридинної хроматографії фірми “Reanal” (Угорщина). Для цього використовували сефадекси G-25 і G-75 фірми “Pharmacia” (Швеція)

Математично-статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням пакетів програм Microsoft Office Excel 2007.

1.3 Результати дослідження

1.3.1 Характеристика складу білків сироватки молока отриманої при рН-4,6 і 20°C

Для вивчення впливу нагрівання на першому етапі досліджень було виділено сироватку при температурі 20°C і значенні рН 4,6. При цьому до знежиреного молока додавали при помішуванні 1Н гідрохлоридну кислоту. Денатурований казеїн осаджували центрифугуванням на центрифугі ОПН-8 15 хвилин при 5000 об/хв. З отриманої таким чином сироватки відбирали взірець (контрольний) для електрофоретичного і хроматографічного аналізу білкового складу. Серед електрофоретичних методів був вибраний вискоєфективний аналітичний диск-електрофорез в трубочках поліакриламідного гелю в нативних умовах для нейтральних і слабкокислих білків. Цей метод дозволяє ідентифікувати всі основні фракції білків сироватки молока [20]. На рис.1 показана електрофореграма виділеної нами контрольної сироватки. На електрофореграмі видно типове розділення білків сироватки молока в нативних умовах. Добре ідентифікуються імуноглобуліни, α -лактальбумін, альбумін сироватки крові, а також два генетичні варіанти (А і В) β -лактоглобуліну.

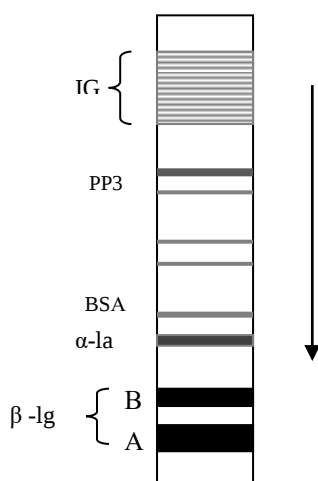


Рисунок 1 - Електрофореграма сироватки молока після відділення казеїну при рН 4,6

Скорочені позначення:

β -lg – β -лактоглобулін

α -la – α -лактальбумін

BSA – альбумін сироватки

PP3 – протеозо-пептон 3

IG – імуноглобуліни

Для хроматографічного аналізу були вибрані два типи декстранового гелю з різними межами виключення за молекулярними масами: сефадекс G-25 (від 1000 до 5000 Да) і сефадекс G-75 (від 3000 до 80000 Да). Таке поєднання дозволяє аналізувати зміни в молекулярних масах білків і поліпептидів в межах від 1000 Да до понад 80000Да [23]. Результати гелі-фільтрації контрольної сироватки на хроматографічних колонках з сефадексами G-25 і G-75 показані на рис. 2. У випадку сефадексу G-25 було отримано два піки. Перший пік включає білки і поліпептиди молекулярними масами більше 5000 Да і другий асиметричний пік- пептиди з молекулярними масами близько 1000 Да. На колонці зсефадексом G-75 видно три піки. Перший пік складається з білків з молекулярною масою, яка перевищує або близька до 80000 Да. Третій пік включає пептиди і поліпептиди з масою близько 3000Да і менше. Не дуже чіткий другий пік містить низькомолекулярні фракції (від 3000 до 80000 Да). Попередньо зроблений електрофоретичний аналіз показав, що другий пік може містити β -lg, α -la і BSA [24].

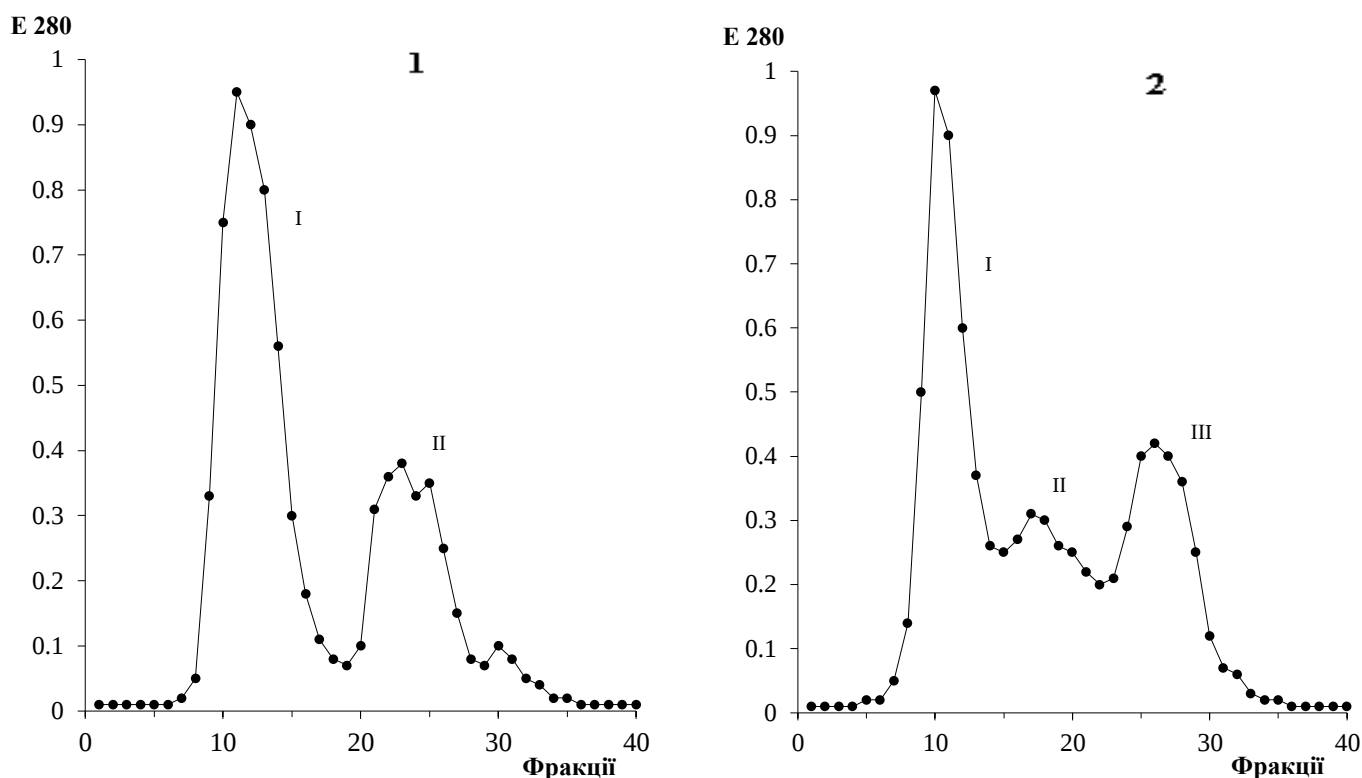


Рисунок 2 - Хроматограма контрольної сироватки, отримана в результаті гель-фільтрації на колонці з сефадексом G-25 (1) і сефадексом G-75 (2)

1.3.2 Вплив нагрівання на електрофоретичні характеристики і хроматографічний профіль білків сироватки

Частину виділеної при 20°C сироватки використали для вивчення впливу низькотемпературного нагрівання. Для цього один взірець нагрівали до 40°C, і витримували протягом 5 хвилин, а інший до 50°C і теж витримували 5 хвилин. Після цього взірці охолоджували до 20°C і аналізували їх склад з допомогою електрофорезу та хроматографії.

Для проведення електрофорезу був вибраний експрес-метод спеціально розроблений для порівняльного аналізу білків сироватки у пластинках поліакриламідного гелю [21]. Результати електрофорезу показані на рис.3. Якісний склад білкових фракцій всіх взірців сироватки однаковий. Всі ідентифіковані фракції присутні в кожному взірцеві. Відмінності можуть бути у

кількісному складі. Для встановлення вмісту фракцій білків сироватки було проведено денситометрію доріжок кожного взірця в п'яти повторностях. На основі денситограм було розраховано вміст чотирьох основних фракцій: β -лактоглобуліну, α -лактальбуміну, альбуміну сироватки крові і імуноглобулінів. Результати наведені у табл. 2.

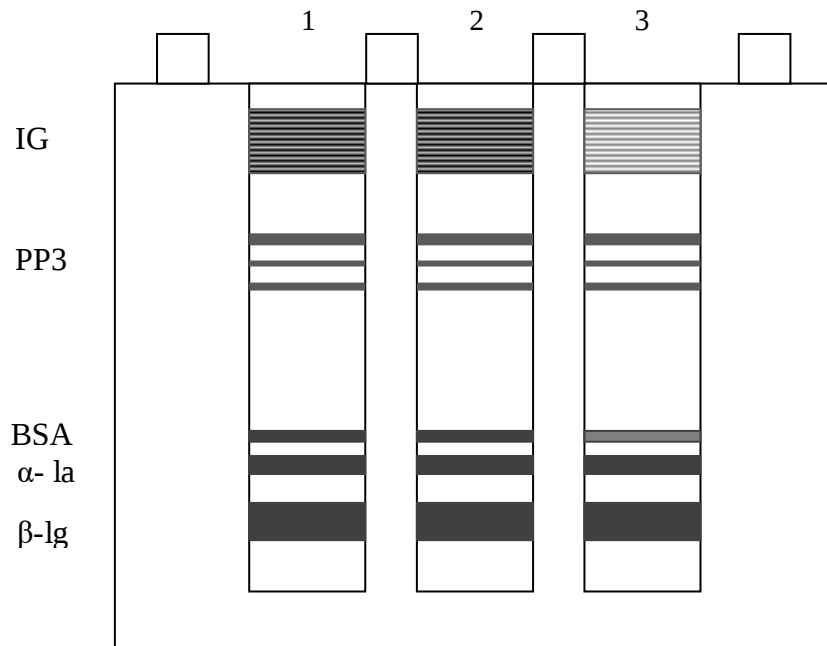


Рисунок 3 - Експрес-електрофорез взірців контрольної сироватки (1) і сироваток прогрітих при 40°C (2) і 50°C (3)

Незначні зміни вмісту встановлені для всіх фракцій. Найбільш суттєвими вони є у випадку імуноглобулінів. Їхній вміст зменшується із збільшенням температури прогрівання. За літературними даними ця фракція є однією з найменш стійких до нагрівання [1]. Не зовсім зрозумілою є тенденція до незначного підвищення вмісту інших трьох основних фракцій білків. Насамперед це стосується β -лактоглобуліну і α -лактальбуміну. Можливо таке збільшення пов'язане з зміною концентрації загального білка сироватки після прогрівання до 40°C і 50°C.

Таблиця 2 - Вміст основних білкових фракцій в контрольній сироватці і сироватці після короткочасного (5хв) прогрівання при 40°C і 50°C ($M \pm m$, $n=5$)

Вид сировини	Вміст білкових фракцій в сироватці			
	β -лактоглобулін	α -лактальбумін	Альбумін сироватки	Імуноглобуліни
Контрольна сироватка	39,2 $\pm$ 4,3	16,8 $\pm$ 2,0	9,9 $\pm$ 1,4	17,5 $\pm$ 1,2
Сироватка прогріта при 40°C	40,1 $\pm$ 4,0	17,2 $\pm$ 1,9	10,0 $\pm$ 1,4	15,8 $\pm$ 1,3
Сироватка прогріта при 50°C	41,3 $\pm$ 3,9	18,0 $\pm$ 2,1	10,2 $\pm$ 1,3	13,3 $\pm$ 1,1

Таке прогрівання вже може призвести до денатурації і втрати розчинності незначної частини білкових молекул [26]. При підготовці взірців для електрофоретичного аналізу проводиться центрифугування і денатуровані білки осаджуються. В результаті часткатермостійкіших білкових фракцій збільшується. Взірці сироватки прогрітої при 40°C і 50°C аналізували гель-фільтрацією так як це було зроблено для контрольної сироватки. Отримані хроматограми на колонках з сефадексом G-25 і G-75 для взірця прогрітого при 40°C практично не відрізнялись від хроматограм контрольного взірця сироватки (рис. 2). Аналіз взірця прогрітого при 50°C показав певні відмінності. При гель-фільтрації на колонці з сефадексом G-25 видно незначні зміни у хроматографічному профілі піку II і перерозподіл низькомолекулярних фракцій (рис. 4.1). Це стосується пептидів (близько 1000 Да), що елюються з об'ємом, що дорівнює повному об'єму колонки.

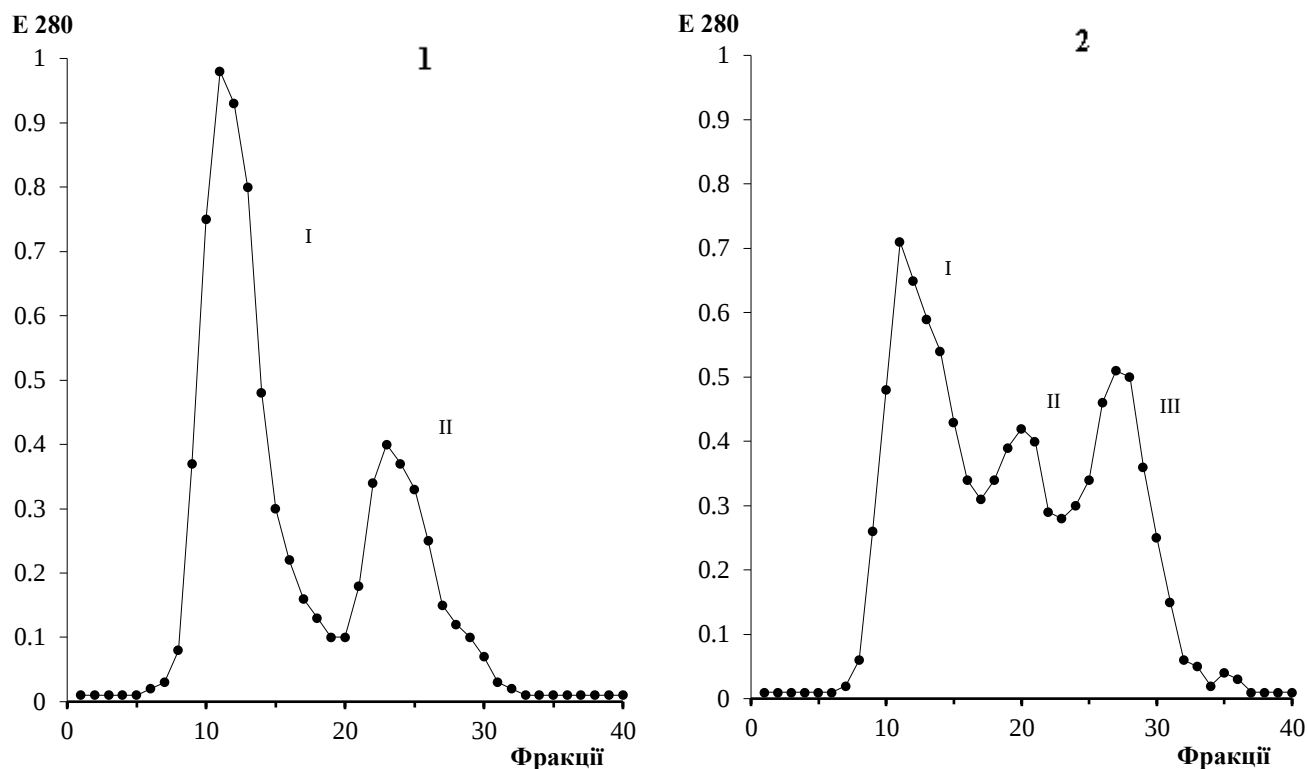


Рисунок 4 - Хроматограми сироватки прогрітої при 50°C, отримані в результаті гель-фільтрації на колонці з сефадексом G-25 (1) і сефадексом G-75 (2)

Більш суттєві відмінності виявлені в результаті гель-фільтрації на колонці з сефадексом G-75. Вони стосуються основних білкових фракцій, які елюються з колонки у складі піків I і II (рис 4.2). Зміни у складі низькомолекулярних фракцій піку III (до 3000 Да) незначні. Не зовсім зрозумілим на хроматограмі є великий пік I, який елюється з об'ємом, що дорівнює вільному об'єму колонки. Верхня межа виключення для цього типу сефадексу становить більше 80000 Да. Такі молекулярні маси мають лише імуноглобуліни, деякі міnorні білки (лактоферин, лактопероксидаза) і наближається альбумін сироватки крові [7]. Основні білки сироватки β -лактоглобулін і α -лактальбумін, частка яких становлять близько 75% від всіх білків сироватки, мають молекулярні маси 18363 Да (варіант А) і 14178 Да відповідно. Проте відомо, що β -лактоглобулін може утворювати асоціати і перебувати в розчинах у вигляді мономерів,

димерів і октамерів в залежності від значення рН середовища [26]. У нашому випадку сироватку виділяли при значенні рН 4,6. В таких умовах β -лактоглобулін утворює октамери, значення молекулярної маси яких перевищує 140000 Да. Також необхідно відзначити, що при таких значеннях рН карбоксильні групи залишків аспарагінової кислоти α -лактальбуміну протонуються і втрачають здатність зв'язувати іони Ca^{2+} . При цьому апопротейн α -лактальбуміну може утворювати агрегати при нагріванні до 55°C [2]. Очевидно що початкові стадії агрегації можуть відбуватись в певній мірі і при нагріванні до 50°C. Враховуючи це, наявність великого піку I на хроматограмі (рис. 2.2 і рис. 4.2) можна пояснити присутністю октамерів β -лактоглобуліну, а також агрегатів α -лактальбуміну у випадку прогрівання сироватки до 50°C (рис. 4.2). Зменшення і зміщення піку I і збільшення піку II на хроматограмі сироватки після прогрівання до 50°C (рис. 4.2) може бути пов'язане з розпадом октамерів β -лактоглобуліну в результаті нагрівання. Розпад димерів β -лактоглобуліну описаний під час нагрівання його розчинів при значеннях рН 6,8-7,0 [14].

Для детальнішого з'ясування впливу нагрівання сироватки до 50°C важливо було б встановити білковий склад хроматографічних піків електрофоретичним аналізом в денатуруючих умовах у присутності додецилсульфату натрію.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

2.1 Характеристика місця розташування підприємства

Щоб здійснити техніко-економічне обґрунтування потрібно вибрати населений пункт, де буде розміщено проєктоване підприємство. Спочатку визначимо кількість мешканців міста, врахувавши, що раціональна норма споживання масла вершкового для однієї особи згідно рекомендацій МОЗ становить 5 кг.

$$Ч = П \cdot Н$$

де Ч – населення, тис.чол,

Н – норма споживання вершкового масла, на одну особу на рік, кг,

П – річна потреба вершкового масла, кг, визначається за формулою:

$$П = П_{зм} \times K_{зм}$$

де $П_{зм}$ – змінна потужність по маслу, т,

$K_{зм}$ – кількість змін на рік

$$П = 2139,47 \times 500 = 687\,665 \text{ кг}$$

$$Ч = 1069735 / 5 = 213\,947 \text{ чол.}$$

Пропонуємо розмістити проєкт заводу з виробництва масла та спредів потужністю 30 тонн молока за зміну в місті Кропивницький. Даний обласний центр розташований у Кіровоградській області та є промисловим і культурним осередком у центрі країни, важливим вузлом автошляхів та залізничною станцією. Провідними галузями промисловості міста є машинобудування та харчова промисловість.

У структурі промисловості особливе місце посідає галузь виробництва харчових продуктів, до якої належить 18 підприємств, зорієнтованих переважно на виготовлення хлібобулочних, м'ясних, молочних виробів, олії, майонезу, алкогольних і безалкогольних напоїв та іншої продукції. Провідні з них:

- ПАТ «Кіровоградолія» — спеціалізується на виробництві олії. Питома вага підприємства в загальних обсягах виробництва цієї продукції в Україні становить близько 10 %.
- ТДВ «М'ясокомбінат “Ятрань”» — одне з провідних підприємств харчової промисловості України, виробляє близько 200 найменувань продукції (ковбаси і копченості, м'ясні продукти і напівфабрикати, риба, пельмені та вареники). На підприємстві впроваджено систему управління якістю за міжнародними стандартами ISO 9001:2000.
- Підприємство об'єднання громадян «Фірма Ласка» громадського об'єднання «Асоціації підтримки вітчизняного товаровиробника» — провідний виробник морозива у країні (понад 100 видів), має розгалужену дилерську мережу у багатьох регіонах України та експортує свою продукцію до низки країн СНД та США.
- ТОВ «Кіровоградхліб 2014» — місцевий виробник хлібобулочної продукції.

Проведемо SWOT-аналіз, що дозволить проаналізувати усі позитивні та негативні сторони.

Сильні сторони

Забезпечення надходження сировини із сучасних молочних ферм. Упровадження новітніх технологій при виробництві.

Установлене сучасне обладнання на виробництві та в лабораторіях для контролю вхідної сировини та готової продукції.

Актуальний асортимент продукції завжди користується попитом покупців

Можливості

Довгострокова співпраця із фермерськими господарствами, звідки проводиться доставка незбираного молока. Співпраця із дистриб'юторськими мережами. Масштабна рекламна кампанія забезпечить потік зацікавленої цільової аудиторії

Слабкі сторони

Великі витрати на облаштування підприємства новим технологічним обладнанням та додаткові ресурси: енергетику, воду та ін. Висока собівартість виготовлених товарів спричиняє вищу ціну на прилавках, ніж у конкурентів. Швидка плінність робочих кадрів через низьку заробітну плату

Загрози

Складна ситуація в країні. Недостатня кількість ресурсів для проведення якісного маркетингу. Загроза банкрутства нового підприємства на ринку. Демпінг з боку інших підприємств

2.2 Характеристика сировинної зони

Клімат Кропивницького обумовлений його розташуванням у степовій зоні. Середня температура січня становить – 5,6 °С, липня – +20,2 °С. Середньорічна кількість опадів – 474 мм (у середньому за рік у місті спостерігається 130 днів з опадами), найменше – у березні та жовтні, найбільше – у липні.

На території Кіровоградської області, до якої належить місто Кропивницький, активно розвивається тваринництво. У підприємствах та господарствах населення Кіровоградської області на кінець 2023 року загальна кількість великої рогатої худоби становила 70,1 тис. голів, у т.ч. корів – 42,7 тис. голів, свиней – 195,9 тис. голів, овець і кіз – 28,3 тис. голів та птиці свійської – 4501,5 тис. голів. Молоко виробляє велика кількість фермерських господарств, котрі розташовані на території області. Перевірений постачальник є запорукою якісної сировини, а відповідно і якісної продукції. Таке молоко буде відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. На фермерських господарствах встановлені доїльні апарати та установки, які забезпечать мікробіологічну якість сировини, а також присутні холодильні установки, які продовжують бактерицидну фазу молока.

На підприємство сировина буде постачатись автомолцистернами з холодильниками. Автомолцистерни будуть запломбовані, це забезпечить контроль несанкціонованого доступу до сировини. Транспортування молока-сировини можемо здійснювати, залучивши як власний транспорт, так і транспорт господарств та найманий за контрактом.

2.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції

Вершкове масло є надзвичайно цінним молочним продуктом та невід'ємною частиною щоденного раціону харчування. Його біологічна

цінність визначається вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), вітамінів, фосфоліпідів та хорошою засвоюваністю. Поліненасичені жирні кислоти, особливо лінолева, ліноленова, арахідонова нормалізують холестериновий обмін, приймають участь у забезпеченні вуглеводно-жирового обміну в організмі. Рослинні жири характеризуються більшою біологічною цінністю. Вміст лінолевої кислоти у них в 5-6 разів вищий, ніж у тваринних [27]. Проте вершкове масло містить у своєму складі арахідонову кислоту, β -каротин, вітамін А і D [27, 28]. Хоча склад молочного жиру змінити за допомогою технологічного процесу неможливо, проте можна покращити властивості цього жирового компоненту молока за рахунок внесення рослинних олій. Саме таку технологічну операцію використовують при виробництві спредів. Це дозволяє наблизити жировий склад продукту до ідеального жиру за біологічною цінністю та дієтичними властивостями.

Асортимент продукції, що заплановано реалізувати включає наступні вироби:

- Масло «Селянське»
- Масло «Сонечко»
- Масло «Весняне»
- Спред «Особливий»
- Спред «Селянський особливий»
- Спред «До паляниці»

Оскільки, на території міста Кропивницький немає підприємства, котре б випускало схожий асортимент продукції, то відповідно масло та спреди, котрі заплановано виробляти на проєктованому підприємстві не матимуть суттєвих конкурентів.

2.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Масло та спреди, що заплановано виготовляти на проєктованому підприємстві можуть реалізовуватись як в межах району, так і в сусідніх

областях за рахунок продовження термінів зберігання продукції при різних температурних режимах. Реалізація продукції може здійснюватися за декількома напрямками, включаючи прямі і непрямі канали збуту.

Прямі напрямки збуту позначають, що виробник самостійно реалізує продукцію без залучення сторонніх учасників. Це можуть бути:

- ✓ Власні торгові точки - підприємство є власником таких кіосків. Ціну на продукцію встановлює виробник.
- ✓ Супермаркети – Укладається договір із торгівельними мережами та торговим домом який контролює процес реалізації. Останні встановлюють ціну на товар на власний розсуд.

Прямі напрямки можуть включати продаж продукції через Інтернет-магазини та соціальні мережі, що дає змогу привернути більше споживачів з різних міст України.

Непрямі канали збуту передбачають продаж продукції через:

- ✓ Заклади громадського харчування – підприємство домовляється про поставку терміни та вартість доставки, а заклади обирають на власний розсуд, як реалізувати чи переробити продукцію.
- ✓ Дистреб'юторські мережі - оптова торгівля через підприємства – посередники.

Кожен з цих напрямків має свої переваги та особливості і залежить вибір від стратегії та можливостей підприємства.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Таблиця 3 – Вихідні дані

Назва масла та спреду	Жирність, %	Маса, кг	Виробни- цтво методом	Упакування	Нормативний документ
Масло «Селянське»	73,5	240,0	ПВЖВ	Брикети 250 г	ДСТУ 4399:2005
Масло «Сонечко»	71,3	201,57			ТУ У 022070938-98
Масло «Весняне»	71,3	201,57			ДСТУ 4445:2005
Спред «До паляниці»	72,5	545,8			
Спред «Особливий»	78	465,6			
Спред «Селянський особливий»	72,5	481,93			

3.1.2 Схема напрямків технологічної переробки сировини

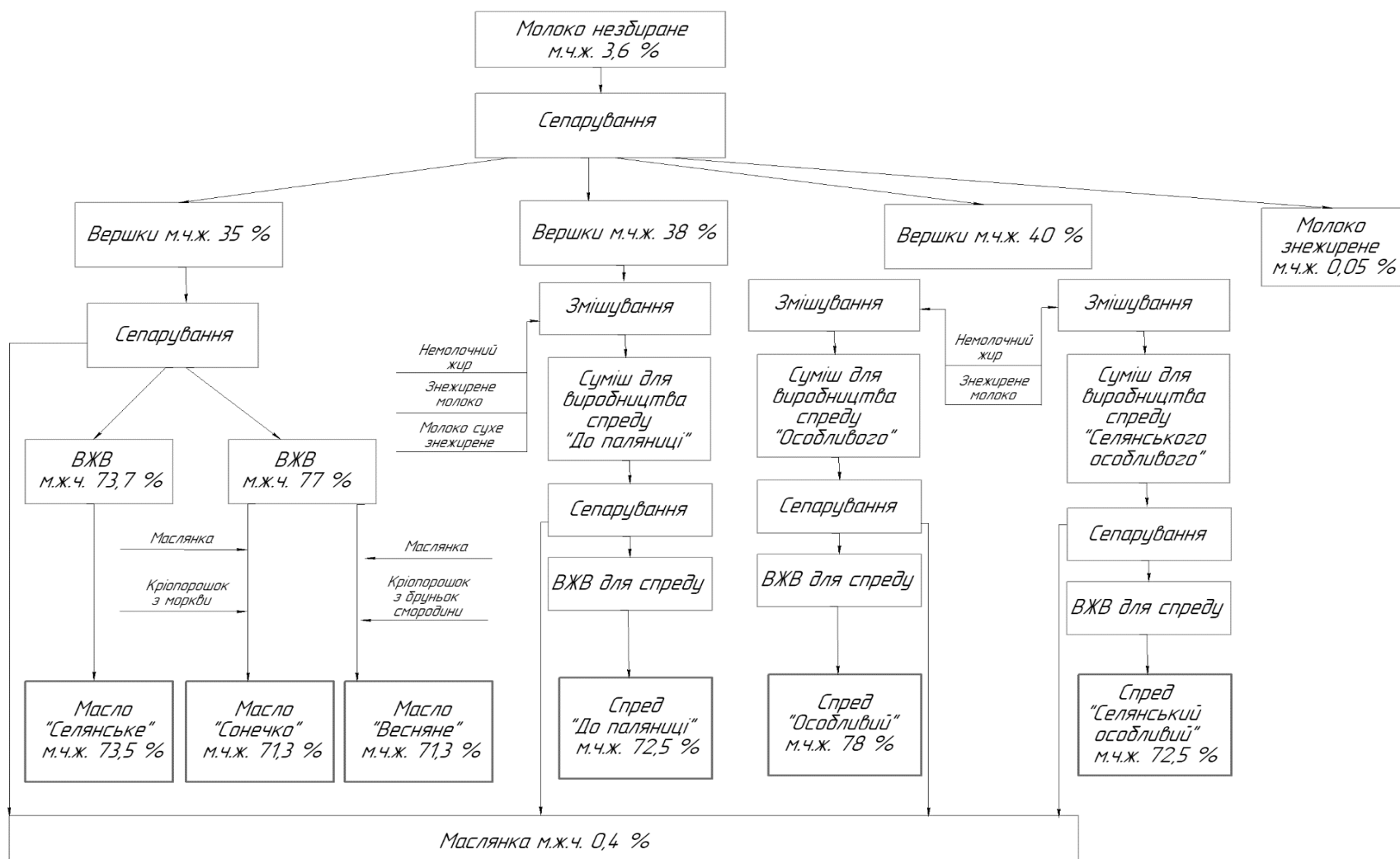


Рисунок 5 - Схема напрямків технологічної переробки сировини

3.1.3 Сировинно-продуктовий розрахунок

Для виробництва проектного асортименту обрано спосіб ПВЖВ.

Розподіл сировини проведемо так:

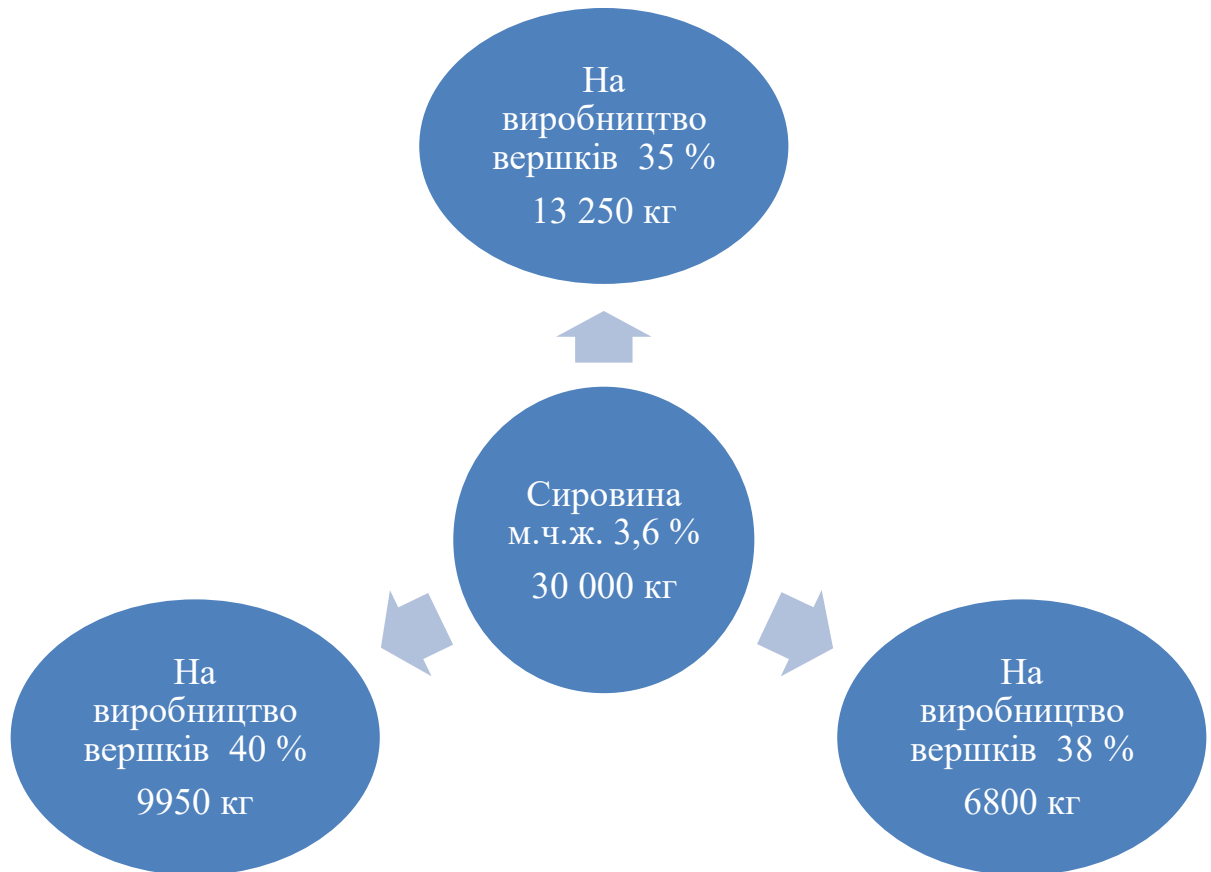


Рисунок 6 – Поділ сировини

Масло передбачено виробляти із високожирних вершків:

для «Селянського» – 73,7 %;

для «Сонечко» та «Весняного» – 77 %.

Визначаємо кількість знежиреного молока і вершків 35,0 %:

Розрахунки здійснюємо згідно формули:

$$M_{B.} = \frac{M_{H.M.} \times (Ж_{H.M.} - Ж_{ЗЖ.М.})}{Ж_{B.} - Ж_{ЗЖ.М.}} \times \frac{100 - B_{B.}}{100},$$

$$M_{B. \ 35\%} = \frac{13\ 250 \times (3,6 - 0,05)}{35,0 - 0,05} \times \frac{100 - 0,38}{100,0} = 1340,74 \text{ кг}$$

Під час сепарування утвориться вторинний продукт – молоко 0,05 %.

Кількість останнього:

$$M_{\text{зж.м.}} = (M_{\text{н.м.}} - M_{\text{в.}}) \times \frac{100 - B_{\text{зж.м.}}}{100},$$

$$M_{\text{зж.м.}} = (13\,250 - 1340,74) \times \frac{100 - 0,4}{100} = 11\,861,62 \text{ кг}$$

Проведемо розрахунок, щодо маси вершкової сировини 38 %:

$$M_{\text{в. 38 \%}} = \frac{6800 \times (3,6 - 0,05)}{38,00 - 0,05} \times \frac{100,00 - 0,38}{100} = 633,7 \text{ кг}$$

$$M_{\text{зж.м.}} = (6800 - 633,7) \times \frac{100,0 - 0,40}{100} = 6141,63 \text{ кг}$$

Вершки 40 %:

$$M_{\text{в. 40 \%}} = \frac{9950 \times (3,6 - 0,05)}{40 - 0,05} \times \frac{100,0 - 0,380}{100} = 880 \text{ кг}$$

$$M_{\text{зж.м.}} = (9950 - 880,0) \times \frac{100 - 0,4}{100} = 9033,72 \text{ кг}$$

Вершки 35% направляются для масла:

«Селянського» – 510,74 кг;

масел із функціональними властивостями «Сонечко» – 415 кг;

«Весняне» – 415 кг.

Вершки 38% жирності подаємо на виробництво спреду «До паляниці» – 633,7 кг.

Вершки 40%:

для спреду «Особливого» – 440 кг;

спреду «Селянського особливого» – 440 кг.

Масло «Селянське»

Розраховуємо кількість:

$$M_{\text{м.}} = \frac{M_{\text{в.}} \times (Ж_{\text{в.}} - Ж_{\text{масл.}})}{Ж_{\text{в.}} - Ж_{\text{масл.}}} \times \frac{100 - B_{\text{вжв.}}}{100},$$

$$M_{\text{м.селян.}} = \frac{510,74 \times (35 - 0,40)}{73,7 - 0,4} \times \frac{100,0 - 0,46}{100} = 240,0 \text{ кг}$$

Маслянку, що її одержали при виготовленні даного продукту визначаємо розрахунком:

$$M_{\text{масл.}} = (M_{\text{в.}} - M_{\text{м.}}) \times \frac{100 - B_{\text{масл.}}}{100},$$

$$M_{\text{масл. "С."}} = (510,74 - 240,0) \times \frac{100 - 2}{100} = 270,74 \text{ кг}$$

Масло «Сонечко»

Цей різновид масла належить до розробок продуктів із функціональним призначенням, що були створені науковцями НУХТ.

Таблиця 4 – Рецептурні компоненти, що необхідні для масла «Сонечко» [29]

Найменування компоненту	Маса компонентів на 1000 кг	Вага компонентів у перерахунку на фактичну кількість
ВЖВ 77%	928,440	187,15
Маслянка	62,36	12,570
Кріопорошок харчовий з моркви	12,2	2,46
Всього	1003,00	202,18
Готовий продукт	1000,00	201,57

Маса ВЖВ, що одержимо із 415 кг вершків 35 %:

$$M_{\text{ВЖВ 77 \%}} = \frac{415,0 \times (35,0 - 0,40)}{77 - 0,4} \times \frac{100,0 - 0,160}{100} = 187,150 \text{ кг}$$

Маслянка, яка залишилась при виробництві:

$$M_{\text{масл. "Сон."}} = (415,0 - 187,15) \times \frac{100,0 - 2}{100} = 223,3 \text{ кг}$$

Проводимо визначення молочної суміші і компонентів:

$$M_{\text{мол.сум.}} = \frac{1003 \times 187,15}{928,44} = 202,18 \text{ кг}$$

Маслянка, яка потрібна у рецептурі:

$$M_{\text{масл. для м. "Сон."}} = \frac{187,15 \times 62,36}{928,44} = 12,57 \text{ кг}$$

Кріопорошку харчового з моркви потрібно:

$$M_{\text{кріоп. мор.}} = \frac{187,15 \times 12,2}{928,44} = 2,46 \text{ кг}$$

Маса масла «Сонечко» з врахуванням виробничих втрат:

$$M_{\text{гот. м. "Сон."}} = \frac{1000 \times 187,15}{928,44} = 201,57 \text{ кг}$$

Масло «Весняне»

Це масло виготовляється аналогічно з попереднім продуктом, відмінність полягає у внесенні кріопорошка при нормалізації ВЖВ.

Таблиця 5 – Масло «Весняне» [29]

Інгредієнт	Маса для 1 т	На фактичну вагу
ВЖВ 77,0%	928,44	187,15
Маслянка	62,36	12,57
Кріопорошок харчовий з бруньок смородини	12,2	2,46
Сума	1003,00	202,18
Вихід продукту	1000,00	201,57

Розраховуємо масу ВЖВ:

$$M_{\text{ВЖВ 77,0 \%}} = \frac{415,0 \times (35,0 - 0,4)}{77 - 0,4} \times \frac{100 - 0,16}{100} = 187,15 \text{ кг}$$

Маслянка:

$$M_{\text{масл. "Вес."}} = (415,00 - 187,15) \times \frac{100,0 - 2}{100} = 223,30 \text{ кг}$$

Загальна маса суміші:

$$M_{\text{мол. сум.}} = \frac{1003,0 \times 187,150}{928,44} = 202,18 \text{ кг}$$

Кількість маслянки відповідно рецептури:

$$M_{\text{масл для м. "Вес."}} = \frac{187,15 \times 62,360}{928,44} = 12,57 \text{ кг}$$

Кріопорошок із бруньок смородини:

$$M_{\text{кріоп. см.}} = \frac{187,15 \times 12,20}{928,44} = 2,46 \text{ кг}$$

Масло «Весняне» з врахуванням втрат:

$$M_{\text{гот. м. "Вес."}} = \frac{1000,0 \times 187,150}{928,44} = 201,57 \text{ кг}$$

Спред «До паляниці»

Таблиця 6 – Рецептурні компоненти спреду «До паляниці» [29]

Компонент	Вага , кг	
	на 1 т	рецептурних компонентів у перерахунку
Вершки 38%	1161,0	633,7
Немолочний жир	290	158,3
Знежирене молоко	518,70	283,1
Молоко сухе знежирене	3,3	1,8
Усього	1973	1076,9
Вихід продукту без урахування втрат	1000	545,8

Масу рецептурних компонентів та масу готового спреду знаходимо згідно рецептури пропорційно масі вершків 38%, що ідуть на виготовлення спреду.

Визначаємо масу немолочного жиру:

$$M_{\text{немол. ж.}} = \frac{290 \times 633,7}{1161} = 158,3 \text{ кг}$$

Визначаємо масу молока знежиреного:

$$M_{\text{м. 0,05\%}} = \frac{518,7 \times 633,7}{1161} = 283,1 \text{ кг}$$

Визначаємо масу молока сухого:

$$M_{\text{м. сух.}} = \frac{3,3 \times 633,7}{1161} = 1,8 \text{ кг}$$

Маса суміші на виробництво спреду становить:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{1973 \times 633,7}{1161} = 1076,9 \text{ кг}$$

Правильність проведених розрахунків:

$$M_{\text{сум. перевірка}} = 158,3 + 283,1 + 1,8 + 633,7 = 1076,9 \text{ кг}$$

Маса готового виробу:

$$M_{\text{гот. с. "До пал."}} = \frac{1000 \times 633,7}{1161} = 545,8 \text{ кг}$$

Маса маслянки дорівнює:

$$M_{\text{масл. с. "До пал."}} = (1076,9 - 545,8) \times \frac{100,0 - 2}{100} = 520,5 \text{ кг}$$

Спред «Особливий»

Таблиця 7 – Рецептурні інгредієнти для спреду «Особливого» [29]

Інгредієнт	Маса, кг	
	для 1000,0 кг	фактична кількість
Вершки 40%	975,0	440
Жир немолочного походження	390	177
Молоко 0,05 %	585,0	264
Сума	1950	881
Вихід спреду	1000	465,6

Проведемо обчислення мас рецептурних інгредієнтів та масу спреду знайдемо у відповідності з рецептурою та із фактичною масою вершків 40 %, що направлено на виробництво спреду.

Жир немолочного походження:

$$M_{\text{немол. ж.}} = \frac{390 \times 440}{975} = 176 \text{ кг}$$

Знежирене молоко:

$$M_{\text{зж.м.}} = \frac{585 \times 440}{975} = 264 \text{ кг}$$

Сумарна маса компонентів:

$$M_{\text{сум. с. "Ос."}} = \frac{1950 \times 440}{975} = 880 \text{ кг}$$

Перевіряємо розрахунок:

$$M_{\text{сум. с. "Ос." перевірка}} = 176 + 264 + 440 = 880 \text{ кг}$$

Маса готового продукту:

$$M_{\text{гот. с. "Ос."}} = \frac{1000 \times 440}{975} = 465,6 \text{ кг}$$

Маслянка, що утворилась:

$$M_{\text{масл. с. "Ос."}} = (881 - 465,6) \times \frac{100,0 - 2}{100} = 407,092 \text{ кг}$$

Спред «Селянський особливий»

Таблиця 8 – Компоненти, що необхідні для виробництва спреду «Селянського особливого» [29]

Інгредієнт	Маса, кг	
	для 1000 кг	фактична маса
Вершки 40%	913,0	440
Рослинні жири	360	173,49
Нежирне молоко	540	260,24
Разом	1813	873,73
Вихід	1000	481,93

Рецептурні компоненти і маса готового продукту визначаються за рецептурою і пропорціями. На виробництво направлено 440 кг вершків із жирністю 40 %.

Маса рослинних жирів:

$$M_{\text{росл. ж.}} = \frac{360 \times 440}{913} = 173,49 \text{ кг}$$

Знежирене молоко:

$$M_{\text{зж. м.}} = \frac{540 \times 440}{913} = 260,24 \text{ кг}$$

Маса суміші:

$$M_{\text{сум. с. "Сел. ос."}} = \frac{1813 \times 440}{913} = 873,73 \text{ кг}$$

Перевіримо розрахунок:

$$M_{\text{сум. с. "Сел. ос."}} \text{ перевір.} = 260,24 + 173,49 + 440 = 873,73 \text{ кг}$$

Готовий виріб:

$$M_{\text{гот. с. "Сел. ос."}} = \frac{1000 \times 440}{913} = 481,93 \text{ кг}$$

Маслянка:

$$M_{\text{масл. с. "Сел. ос."}} = (873,73 - 481,93) \times \frac{100,0 - 2}{100} = 383,96 \text{ кг}$$

3.1.4 Зведена таблиця розрахунку продуктів

Таблиця 9 – Зведена таблиця

Компонент		Масло «Селянське» 72,5 %	Масло «Сонечко» 71,3 %	Масло «Весняне» 71,3 %	Спред «До паляниці» 72,5 %	Спред «Особливий» 78 %	Спред «Селянський особливий» 72,5 %	Всього
Маса масла чи спреда		240,0	201,57	201,57	545,8	465,6	481,93	2136,47
Маса сировини 3,6 %		13 250			6800	9950		30 000
Маса вершків 35%		510,74	415,0	415,0	-	-	-	1340,74
Маса вершків 38%		-	-	-	633,7	-	-	633,7
Маса вершків 40%		-	-	-	-	440,0	440,0	880,0
Витрачено	Маслянка	-	12,57	12,57	-	-	-	25,14
	Кріопорошок з моркви	-	2,46	-	-	-	-	2,46
	Кріопорошок з бруньок смородини	-	-	2,46	-	-	-	2,46
	Немолочний жир	-	-	-	158,3	177	173,49	508,79
	Знежирене молоко	-	-	-	283,1	264	260,24	807,34
	Сухе знежирене молоко	-	-	-	1,8	-	-	1,8
Отримано	Знежирене молоко	11 861,62			6141,63	9033,72		27036,97
	Маслянка	270,74	223,3	223,3	520,5	407,092	383,96	2028,892

3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів

3.2.1 Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів

На виробництво масла використовують свіже натуральне молоко, якість і показники якого відповідають чинному стандарту для заготівельного молока. Контролюються базисні норми жиру та білку. Значення першого – 3,4 %, а другого – 3,0 % відповідно. При завищених значеннях ціна підвищується, а при зменшених – знижується. Молоко, що надійшло для переробки не пізніше, ніж через дві години після видоювання не потребує контролю температурного режиму. При надходженні сировини із температурою 10 °С її необхідно якомога швидше охолодити до 6 °С. Якщо при поступанні температура перевищує 10 °С, то за згодою сторін сировину приймають як неохолоджену. Відбір молока відбувається за ДСТУ 3662:2018.

При підвищенні кислотності термостійкість молока знижується, що спричиняє виникнення пригару у теплових установках, де відбуваються процеси нагрівання і пастеризації, це призводить до погіршення теплопровідності та стійкого забруднення установок.

Недопустимо довго зберігати незбиране молоко, бо навіть при низькій температурі відбувається розвиток психрофільних бактерій, які утворюють ферменти, що не руйнуються навіть при стерилізації. У готових продуктах ферменти створюють гіркий смак, а також провокують загущення продукту внаслідок зміни білкової частини.

Контроль фізико-хімічної оцінки відбувається за такими параметрами [30]:

- густина 1027 – 1028 кг/м³;
- чистота І група;
- вміст сухих речовин 11,5 – 12 %;

- кислотність 16 – 18 °Т.

Молоко незбиране має мати однорідний склад, що не має сторонніх домішок та осаду. Заморожувати сировину не дозволяється. Їй має бути характерний смак і запах, що властивий продукту. Для виробництва не можна використовувати сировину, що має згірклий, силосний чи кормовий запах, оскільки такий же буде виявлено в готовому продукті [30, 31].

Молоко є живильним середовищем для мікроорганізмів, тому при прийманні лабораторія обов'язково контролює показники мікробіології, зокрема число соматичних клітин не має перевищувати 500 тис/мл. Бактеріальне забруднення є дуже небезпечним у виробництві харчових продуктів, необхідно контролювати санітарно-гігієнічні показники. При виробництві молока мають бути дотримані санітарні і ветеринарні правила виробництва, резервування та перевезення молока [30, 31, 32].

Вершкова сировина, що направлена на виготовлення жиромісних продуктів контролюється за ДСТУ 8131:2015, а така, що не відповідає вимогам стандарту визначається, як негатункова, в цьому разі її не допустимо направляти на виробництво асортименту. Вершки являються полідисперсною системою. За своїм складом вони схожі на незбиране молоко, а відрізняються пропорціями молочного жиру і плазми. У вершках концентровані жирові кульки із великим діаметром 1,5 – 10 мкм. Менші частинки при сепаруванні спрямовуються в знежирене молоко. Розмір жирових куль має прямий вплив на виробництво масла, чим він більший, тим кращим є ступінь використання жиру. Для свіжих вершків характерний пастеризований присмак і запах. Це однорідна та в'язка рідина білого кремового відтінку, що не була піддана заморожуванню і не включає сторонніх частинок, в тому числі осаду, пластівців чи згустків. Жирність у вершках повинна становити 35 – 50 %, а кислотність 14 – 17 °Т. При проведенні проби на термостійкість кип'ятінням, хлоркальцієвою чи алкогольною пробами не повинно утворюватись пластівців білку. Загальне число бактерій – нижче 500 тис/см³. Температура під час приймання – не вище 10 °С [33].

Сухе молоко контролюють згідно ДСТУ 4556:2006. Це сухий порошок із білим забарвленням, що має приємний запах пастеризованого молока. У масі продукту можуть бути виявлені грудочки, що можуть легко розсипатись під натиском. Для продукту властиві наступні показники [34]:

- вміст води не більше 4 %;
- частка жиру не перевищує 1,5 %;
- індекс розчинності 0,2 %;
- вміст фосфоліпідів 0,5 %;
- титрована кислотність при відновленні продукту не вище 20 °Т;
- група чистоти після відновлення I - II

Немолочний жир для спредів та кріопорошки для виробництва масел функціонального призначення повинні задовольняти вимоги діючих нормативних документів та бути дозволені до використання у харчовій промисловості на території України [29, 35, 38].

3.2.2 Опис загальних операцій виробництва молочних продуктів

Приймання молока

Транспортування сировини до заводу відбувається спеціально облаштованими автомобілями (молочними цистернами чи флягами). При під'їзді до підприємства транспорт очищується у приймально-миючому відділенні. Після чого лаборанти перевіряють цілісність тари і наявність опломбування, далі вони відбирають проби в кожній партії, щоб підтвердити якість сировини. Проводяться дослідження органолептики, фізико-хімічної оцінки та мікробіологічних показників. Молоко, що постачається на підприємство повинне бути отримане від здорової худоби [30, 31].

Очищення

Операція проводиться для звільнення від сторонніх механічних домішок. Щоб здійснити очищення використовують фільтри безперервної або періодичної дії. Тканинні матеріали для фільтрувальних перегородок

використовувати недоцільно, оскільки вони потребують часткої заміни і очищення. Також вони можуть слугувати джерелом контамінації. Сучаснішими є фільтри із нетканих матеріалів [27].

Найкращого очищення можна досягти використовуючи відцентрові молочкоочисники, що працюють за рахунок дії відцентрової сили, коли сторонні домішки, з більшою густиною виштовхуються на периферію. При такому очищенні можна позбутись слизу, клітин епітелію, формених елементів крові і великих бактеріальних клітин. Проводити очищення можна при 30 °С, також можна очищувати холодне молоко, але при цьому знижується продуктивність очищуючої установки [27].

Зберігання

Резервується молоко при 6 °С у ємностях, які можуть підтримувати сталу температуру впродовж доби. Періодично вміст вимішується для того, щоб уникнути відшарування жирової фази. Не слід зволікати з подальшою переробкою молока, адже при тривалих низьких температурах відбувається розвиток психрофільних бактерій, які призводять до псування молока.

Сепарування

Щоб отримати вершки необхідно провести сепарування, що проводиться на сепараторі-вершковіддільнику. Суть процесу лежить у розділенні фракцій молока, що відрізняються своєю густиною. Так, вершки, маючи меншу густину, рухаються до центру, в той час як нежирне молоко відділяється до стінок барабану. Найкраще здійснювати сепарування при 35 – 45 °С, коли жир стає рідким і добре може протікати між тарілками сепаратора. Така температура задається молоку в секції регенерації пластинчастої ПОУ. При ній також знижується в'язкість молока, що пов'язано із зміною стану жиру. При підвищенні температури процесу від зазначеного показника сепарування проходить швидше, проте відбуваються більші втрати жиру [27, 28, 35, 36].

Показники, що впливають на швидкість і ефективність сепарування [27, 36]:

- температура;

- кислотність;
- діаметр жирових частинок молока;
- інтенсивність надходження сировини до сепаратора;
- чистота молока.

Пастеризація

Операція здійснюється для цілковитого винищення патогенних бактерій, загального числа бактерій, а також ферментів, що можуть викликати вади в готовій продукції. Пастеризація вершків є обов'язковою і гарантує маслу хороші органолептичні показники при умові того, що було правильно підібрано режим теплової обробки [27, 36].

Обираючи режим пастеризації керуються технологічними особливостями виробництва продукту, а також наявністю ліпази і пероксидази. Повне їх знищення відбувається після нагрівання вершків до 86 °С. Пастеризувати вершки при нижчій температурі недоцільно. У весняно-літньому періоді пастеризацію проводять при 85 – 90 °С, а в осінньо-зимовому 91 – 94 °С. Щоб краще відбувалось видалення летких сполук, що можуть псувати органолептику, підвищують температурні режими пастеризації. Високі температури забезпечують утворення сульфгідрильних речовин, що разом з іншими сполуками формують присмак пастеризованого продукту та поліпшують стійкість продукту. Якщо показник кислотності вершків надто високий, то необхідно понизити температуру процесу, щоб не відбувалось утворення нагару на поверхні теплообмінної установки. Останнє призводить до поганої теплопровідності, що спричиняє недопастеризацію. Частинки нагару можуть потрапити у масло, викликавши пригорілий смак продукту. Вершки пастеризують в безперервному потоці [27, 35].

Необхідно підтримувати сталі показники температури, у випадку фіксування зниження продукт необхідно повторно обробити. Теплове оброблення проводять на пастеризаційно-охолоджувальних установках, або установках, що мають в складі трубчастий пастеризатор. Зазвичай таке

обладнання входить до поточкових ліній виготовлення масла. На пастеризацію мають вплив [27, 35, 36]:

- температура;
- кислотність;
- присутність сторонніх домішок у вершках;
- вік бактеріальних клітин і їх кількість.

Ефективність проведення операції визначають за співвідношенням загальної кількості мікроорганізмів до тих, які знищили. Для покращення ефективності теплового оброблення потрібно початково виробляти мікробіологічно чисте молоко, та проводити якісне очищення на бактофугах.

Дезодорація

Поліпшення смакових і ароматичних властивостей можна досягти дезодорацією – обробленням гарячої вершкової сировини в розрідженому стані при використанні вакуум-дезодораційної установки. Під час парової дистиляції з вершків вивільнюються леткі сполуки, наділені ароматичними речовинами. Після пастеризації вершки одразу направляються в дезодоратор, при розрідженні 0,01 – 0,04 МПа вони закипають. В установці вершки затримуються на 5 с. Для більш повного видалення запахів із продукту підвищують температуру подачі в дезодоратор до 95 °С. Недоліком дезодорації є те, що при цьому з вершків можна вилучити практично всі запахи, в тому числі аромат пастеризації, який необхідний для готового вершкового масла [35].

Отримання ВЖВ

Виробництво ВЖВ відбувається при концентрації жирової фази повторним сепаруванням. Процес відбувається при використанні сепараторів різної конструкції при температурі 60 – 75 °С. Високожирними вершками називають концентровану жирову емульсію, де частка жиру складає понад 62 %. Частинки жиру в них розміщені так, що практично дотикаються одна до одної. Якщо жирність ВЖВ перевищує 73 %, то жирові кульки деформуються. Жирність маслянки встановлюється не більше 0,4 % [27, 29, 35].

Нормалізація ВЖВ

Процес призначений для доведення якісних показників масла, зокрема вологи та жирності до стандартних, що зумовлені особливістю продукту. Практично неможливо відразу отримати ВЖВ з потрібними значеннями, тому перед безпосереднім отриманням масла у спеціальних ємностях нормалізацію проводять за вмістом [27, 35]:

вологи;

жиру;

СЗМЗ.

Для нормалізації недоцільно використовувати знежирене молоко та воду, бо ці продукти можуть погіршити як органолептику, так і якісні показники готових виробів. Вміст вологи корегують використанням маслянки чи незбираного молока. СЗМЗ змінюють при використанні згущених та сухих молочних продуктів. Масову частку жиру нормалізують вершками або ВЖВ. Стандартний склад масла визначають за частками вологи і жиру. СЗМЗ контролюють для того, щоб не було перевитрат жиру при виробництві [27, 35].

Перетворення ВЖВ на масло

Технологічна операція проводиться для зміни фаз жирової емульсії при використанні інтенсивного термомеханічного оброблення ВЖВ.



Рисунок 7 – Процес маслоутворення

Спочатку відбувається охолодження вершків до 23 °С від контакту із холодною поверхнею маслоутворювача. Жирові кульки кристалізуються і

твердіють але емульсія «жир у плазмі» залишається стабільною. Показником ефективності є швидкість та температура охолодження.

На другому етапі відбувається інтенсивне перемішування вершків, внаслідок чого оболонки жирових кульок руйнуються. Дестабілізація емульсії відбувається дуже швидко. Інтенсивність перемішування не допускає створення великих агломерованих частин молочного жиру та рівномірно розподіляє жирову фазу по продукту, як і решти компонентів масла. Показник ефективності визначається дестабілізацією жиру [27].

Третій етап вказує на виникнення первинної структури масла, що є заключним етапом зміни фаз. Також утворюється просторова структура масла. Інтенсивність механічних дій є показником ефективності цього етапу. З маслоутворювача витікає рідкий продукт. Проте температура масла на цій стадії спричиняє кристалізацію гліцеридів. Через це фасоване в ящики масло швидко твердіє протягом 1 – 2 хв. Сформована в маслоутворювачі структура визначає консистенцію готового масла [27].

Фасування

На виході з маслоутворювача мало витікає у картонні ящики, застелені пергаментним папером. Під час наповнювання ящиків, продукт періодично поправляють лопаткою для повного заповнення упаковки. Наповненні ящики заклеюються та направляються на термостатування при 5 °С для затвердіння і стабілізації продукту впродовж доби. Після цього моноліти масла із ящиків перефасовують у споживчу тару при 11 – 14 °С. Під час зберігання в споживчому пакуванні відбувається утворення вторинної структури масла [35].

3.2.3 Опис технології виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту

Прийнята сировина викачується за допомогою насосу (поз. 1-1). Вона поступає до лічильника (поз. 1-2), де проходить вимір об'єму і маси продукту.

Звільнення від фізичних домішок проводяться на сепараторі-молокоочиснику (поз. 1-3).

В обладнанні пластинчастого типу відбувається зниження температури продукту до 5 – 6 °С (поз. 1-4). Він подається у місткість (поз. 1-5) для резервування на певний час.

Молоко, щоб нагрітись до температури, котра найкраще підходить для процесу сепарування направляється до ППОУ. Нагрітий продукт подається для сепарування при 40 – 45 °С у сепаратор-вершковіддільник (поз. 2-4). За цього процесу можна отримати: вершки 35 %, 38 %; 40 % та молоко 0,05 %.

Останнє повторно спрямовується до ППОУ (поз. 2-3), щоб охолотитись для резервування, яке буде проходити у місткості вертикального типу (поз. 2-8).

Вершки 35 %, 38 %; 40 %, які отримали на сепараторі надходять до установки пластинчастого типу (поз. 2-5), для зниження температури до 7 – 10 °С для їх зберігання у ємностях (поз. 2-6, 2-6а, 2-6б).

Виготовлення масла

Із місткості (поз. 2-6) вершкова сировина надходить до трубчастої установки (поз. 3-1), щоб нагрітись до температури проведення процесу дезодорації. Її дезодорують (поз. 3-2) при 85 – 95 °С.

Після завершення вершки знову спрямовуються до теплообмінного апарату (поз. 3-1) для пастеризації. Наступним кроком потрібно отримати високожирні вершки (поз. 3-5) при 60 – 80 °С. Маслянку, що утворилась внаслідок отримання масла, направляють до охолодника (поз. 3-15) для зниження її температури до 6 – 10 °С та подають у резервуар (поз. 3-16) для зберігання.

До ваг (поз. 3-7) подають компоненти за рецептурою, проводять їх зважування та, відповідно зазначеною кількістю спрямовують до наступного обладнання (поз. 3-8) для просіювання. Просіяні інгредієнти змішуються у (поз. 3-9). Одержану суміш спрямовують у нормалізаційні ємності (поз. 3-6) для приготування продуктів запроєктованого асортименту.

ВЖВ, після проведеного сепарування, також спрямують у ванни для нормалізації (поз. 3-6), щоб нормалізувати їх за вмістом води, жиру та СЗМЗ, туди також додають змішану суміш компонентів. Дану операцію проводять 30 – 40 хв. Далі ВЖВ насосом викачують (поз. 3-13) у маслоутворювач (поз. 3-14), для проведення їх термомеханічної обробки.

Виготовлення спредів

Отримання рослинно-молочної дисперсії:

Рослинний жир направляється у плавитель (поз. 3-10). Тут проводять розтоплення його при 40 – 45 °С до рідкого стану. Розтоплений жир направляється до вертикальних ємностей (поз. 3-11, 3-11а, 3-11б) для з'єднання із необхідною кількістю молока 0,05 %, яке викачують із проміжних місткостей (поз. 2-8). Змішують суміші перекачуванням по замкнутій системі насос-резервуар-насос для отримання однорідної рослинно-молочної дисперсії.

Вершки 38 % та 40 %, які залишилися та призначені для виробництва спредів, викачують із резервуарів (поз. 2-6а та 2-6б), та направляють до місткостей для змішування (поз. 3-12, 3-12а, 3-12б). Туди також спрямовується рослинно-молочна дисперсія.

Змішані суміші для спредів в теплообмінній установці (поз. 3-1) підігріваються до температури дезодорації (поз. 3-2) 80 °С та знову направляються до ПОУ (поз. 3-1), для проходження теплової обробки при 85 – 95 °С.

Пропастеризовані суміші для спредів надходять в сепаратор для ВЖВ (поз. 3-5), з метою одержання високожирних вершків при 80 °С.

ВЖВ після сепарування подають до ванн (поз. 3-6) для здійснення нормалізації по вмісту води, жирності, СЗМЗ, та до маслоутворювача (поз. 3-14) для виконання термомеханічного оброблення.

Вершкове масло і спреди необхідної жирності фасуються у картонні ящики, а далі до термостатної камери, щоб відбулось утворення структури.

Із термостатної камери масло направляється до встановленої установки (поз. 3-19) для перефасування у брикети (250 г), а потім в камери зберігання.

Вимоги нормативної документації даних продуктів:

Масло відповідає вимогам ДСТУ 4399:2005, спреди вимогам ДСТУ 4445:2005. Продукти виготовляють відповідно технологічних інструкцій, з дотриманням санітарних правил молокопереробних заводів.

Таблиця 10 – Органолептика масла і спреду [37, 38]

Показник	Характеристика масла	Характеристика спреду
Смак та запах	Вершковий, присутній чітко відчутний присмак пастеризації, можливий недостатньо виражений. Для масла «Сонечко» із морквяним присмаком, для масла «Весняне» - із ароматом смородини	Чистий та вершковий, присутній присмак пастеризації. Дозволяється наявність специфічного присмаку і запаху молочних і рослинних жирів
Консистенція і вид продукту	Однорідна, пластична із щільною структурою. Розріз поверхні блискучий і сухий. Дозволяється недостатньо щільна структура, а також виділення на поверхні продукту поодиноких крапель вологи	
Забарвлення	Однорідне жовтого відтінку	

Таблиця 11 – Фізико-хімічна оцінка масла і спредів [29, 37, 38]

Назва продукту	Масова частка жиру, %	Вологи, не більше, %	Сухих знежирених речовин, не менше, %	Кріопорошку харчового рослинного з моркви, %	Кріопорошку харчового рослинного з бруньок смородини чорної, %	Масова частка немолочного жиру, %
Масло «Селянське»	73,5	25,0	3,7	-	-	-
Масло «Сонечко»	71,3		3,7	1,2	-	-
Масло «Весняне»	71,3		3,7	-	1,2	-
Спред «До паляниці»	72,5		-	-	-	29
Спред «Особливий»	78		-	-	-	39
Спред «Селянський особливий»	72,5		-	-	-	36

3.2.4 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту

Добра організація ТХК і МБК протягом всіх етапів виробничого процесу гарантує випуск високоякісних харчових продуктів.

Правила здійснення технологічного процесу повинні бути надані службою технологічного контролю згідно проведених аналізів і значень, що були зафіксовані контрольно-вимірювальними приладами.

Правильне проведення ТХК сировинних продуктів і готових виробів дає гарантію випуску якісної продукції, також допомагає скоротити втрати при виробництві, зменшує собівартість виробів і дає можливість уникнути випуску неякісних продуктів на підприємствах. Усе це в сукупності дає змогу підвищити ефективність виробництва на конкретному підприємстві, а також галузі в цілому [39].

Технохімічний контроль зобов'язаний встановлювати уніфіковані правила щодо перевірок, досліджень і правил на підприємстві. Його ведуть відділи технохімічного контролю у випадку, якщо це великі підприємства або лабораторії, які мають акредитацію на проведення відповідних досліджень, якщо для потужностей виробництва недоцільно підтримувати діяльність окремого структурного підрозділу.

У своїй роботі ВТК керуються положеннями про ці відділи відповідно до діючих інструкцій і схем здійснення ТХК і МБК. Лаборанти повинні дотримуватись умов технологічних карт виробництва продукції, нормативно-технічних документів, чинних методів контролю параметрів.

Усі відомості про здійснений контроль лаборанти повинні вносити в журнали, лабораторну документацію затверджених форм. Також при цьому зазначаються вади та переваги виробництва, аналізування факторів, що призвели до порушень в технологічному процесі і знизили вихід готових продуктів. Документацію на підприємствах утримують в зазначеному порядку в підписаних папках. Застарілі документи вилучають і не використовують в

роботі. Журнали мають обов'язково прошнуровуватись, зшиватись та фіксуватись печаткою. Журнали ведуться відповідно інструкцій технохімічного контролю. Лабораторія підприємства повинна контролювати [39]:

- сировинну і допоміжну продукцію;
- упаковальні матеріали;
- вироблені продукти перед випуском;
- режими при зберіганні продуктів на підприємстві;
- режими проведення санітарно-гігієнічного оброблення устаткування;
- сполуки, що використовуються для проведення досліджень;
- нормативні втрати і вихід продукту;
- речовини, які використовуються для миття і дезінфекції.

Лабораторія зобов'язана також здійснювати розгляд скарг, що поступають на вироблений асортимент від споживачів, брати участь при розробленні заходів, які зможуть оптимізувати виробництво, покращувати якість і умови виробництва і запобігати випускненню продукції, що не відповідає встановленим вимогам нормативної документації.

В кінці виробничого процесу лабораторія проводить перевірку готових продуктів для визначення їх доброякісності. В результаті чого видає висновок, що дозволяє відправити продукти на реалізацію.

Мікробіологічний контроль відповідальний за мікробіологічну безпеку випущених продуктів. Це також відноситься до перевірки якості сировини, матеріалів, готових виробів, процесів виробництва, стану обладнання і приміщень у гігієнічному плані.

Результати здійсненого МБК свідчать про мікробіологічну чистоту підприємства, а також про вплив бактерій у мікробіологічних процесах і причинах, що викликають вади продукції. Зафіксовані значення мікробіологічного контролю можуть дозволити усувати прояви мікробіологічної небезпеки для слідуючих партій і виявляють причини вад у молочних продуктах [36, 39].

Таблиця 12 – Схема технохімічного контролю виробництва спрейдів

Об'єкт	Контрольований показник	Періодичність	Відбір проб	Метод контролю, вимірювальні прилади
Приймання нормалізованого молока	Масова частка жиру, %	Щоденно	У кожній партії	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 11870:2007
	Кислотність, °Т	“	“	Титрометричний, ДСТУ 4273:2015
	Густина, кг/м³	“	“	Ареометричний, ДСТУ 6082:2009
	Маса, кг	“	“	Ваги, лічильник, ДСТУ 6066:2008
	Об'єм, дм³	“	“	ДСТУ 6066:2008
Очищення молока	Температура підігріву, °С	“	“	Логометр, термометр, ДСТУ IDF 148-1:2003
Молоко перед сепаруванням	Органолептичні показники	“	“	Органолептичний
	Густина, кг/м³	“	“	Ареометричний, ДСТУ 6082:2009
	Температура, °С	“	“	Термометр, ДСТУ 6066:2008
	Кислотність, °Т	“	“	Титрометричний, ДСТУ 4273:2015
	Масова частка жиру, %	“	“	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 11870:2007
У процесі сепарування: молоко, вершки знежирене молоко	Температура, °С	Періодично	“	Термометр, ДСТУ 6066:2008
	Масова частка жиру, %	На початку роботи, потім через кожні 20-30 хв.	У кожній партії з-під ріжка сепаратора	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 11870:2007
	Масова частка жиру, %	Те саме	Те саме	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 11870:2007
Зберігання вершків	Температура, °С	Кожні 3 год	У кожній місткості	Термометр, ДСТУ 8131:2015
Пастеризація вершків	Температура, °С	Кожні 15-20 хв	Проба після пастеризації	Термометр, термограф, діаграмна стрічка
	Проба на пастеризацію	Періодично	Те саме	ДСТУ 8131:2015
Дезодорація вершків	Температура, °С	“	У процесі дезодорації	Термограф
	Тиск, МПа	“	“	Манометр
Сепарування вершків	Температура, °С	“	У процесі сепарування	Термометр

Продовження таблиці 12

Рослинне масло	Зовн. вигляд	Щоденно	У кожній партії	ДСТУ 4445:2005
	Смак	“	“	
	Запах	“	“	
	Колір	“	“	
	М.ч. вологи	“	“	
	Вміст поліненасичених жирних кислот	Періодично	За потребою	
Нормалізація високожирних вершків	Масова частка вологи, %	Щоденно	3 місткості для нормалізації	ДСТУ 8131:2015
	Маса, кг	“	Те саме	НТД
	Маса наповнювачів, кг	Періодично	“	За фактичною закладкою
Маслянка	Масова частка жиру, %	Щоденно	У кожній партії	ДСТУ 4566:2006
Маслоутворення	Консистенція масла	Періодично	Ступінь масла на виході з маслоутворювача	Проба на зріз, термостійкість за швидкістю твердіння
Масло на спред, що виходить з маслоутворювача	Масова частка вологи, %	Щоденно	Через кожні 4 -10 ящиків (при наповненні ящиків)	ДСТУ 4339:2005
	Масова частка жиру, %	“	Те саме	ДСТУ ISO 11870:2007
	Масова частка СЗМЗ, %	Не менше одного разу на місяць	У об'єднаній пробі, яка взята при наповненні ящиків на початку, в середині і в кінці виробки	ДСТУ 4339:2005
	Масова частка солі, %	Вибірково у солоному маслі	У об'єднаній пробі	За фактичною закладкою, в арбітражних випадках
	Кислотність плазми, °T	За потребою	З кожного десятого ящика	ДСТУ 4339:2005
Пакування	Термостійкість	Щоденно	У кожній партії	За зразками масла виробки минулого дня
Маркування колір, запах, смак	Якість маркування	“	“	Візуально, органолептичний
Зберігання	Температура, °C	“	Один раз на добу	Термометр
	Тривалість, діб	“	Те саме	Годинник

Таблиця 13 – Схема МБК виробництва масла

Досліджу- ваний процес і матеріал	Досліджу- ваний об'єкт	Аналіз	Звідки беруть пробу	Періодичність аналізу, контролю	Розведе- ння
Сировина, що поступає на завод	Молоко	Редуктазна проба	Середня проба вершків і молока від кожного поставщика	1 раз в декаду	
Виробни- цтво масла	Вершки до пастеризації	Загальна кількість бактерій	Із ванни, ємкості	Не рідше одного разу в місяць	I, II, III, IV, V
		Бродильна проба	Те саме	Те саме	II, III, IV, V, VI
	Вершки після пастеризації	Загальна кількість бактерій	Із пастеризатора	„	I, II, III
		Бродильна проба	Те саме	1 раз в 10 днів	I, II, III, IV, V
	Вершки з-під сепаратора	Загальна кількість бактерій	Після сепарування	„	II, III, IV
		Бродильна проба	Те саме	„	0, I
	Масло (готовий продукт)	Загальна кількість бактерій	Із одного ящика (вибірково)	2 рази в місяць	II, III, IV, V
		Кількість протеолітичних бактерій	Те саме	Те саме	I, II, III
		Кількість дріжджів- жів та плісень	„	2 рази в місяць	I, II
		Бродильна проба	„	Те саме	0, I, II, III,
		Кількість ліполітич- них біатерій	„	По мірі необхідності	I, II, III
Допоміжні матеріали	Пергамент	Загальна кількість бактерій	„	2-4 рази в рік	Площа 100 см ²
		Бродильна проба	„	Те саме	
Санітарно- гігієнічний стан виробни- цтва	Труби-пас- теризованого молока	Бродильна проба	„	Не рідше одного разу в декаду	
		КУО	„	„	
	Обладнання, посуд, інвентар	Загальна кількість бактерій			
	Повітря	Загальна кількість бактерій	Із виробничих приміщень, складів		
		Кількість колоній дріжджів, плісень	Те саме	1 раз в місяць	
	Вода	Загальна кількість колоній	Із крану в цехах, із джерела водопостачання	1 раз в квартал	300 мл
		Бродильна проба	Те саме	Те саме	Те саме
	Руки працюючих	Бродильна проба	З рук працюючих	Не рідше одного разу в декаду	
		Йод-крохмальна проба			

3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1 Підбір технологічного обладнання

Підбір обладнання повинен забезпечувати планомірне та чітке виробництво на підприємстві. У підборі обладнання керуються наступними принципами [40]:

- 1) Підбираючи обладнання, надавати перевагу із функцією безперервної дії, відповідно сучасному технологічному рівню;
- 2) Обирати те обладнання, що надає максимальну механізацію і автоматизацію виробничих процесів;
- 3) Устаткування повинне бути доступним для безрозбірної мийки і дезінфекції, і таким, що сприяє підвищенню якості вироблених продуктів;
- 4) Установки повинні забезпечувати поточність технологічних операцій.

Розрахунок обладнання для приймального відділення:

1) В даному відділенні основне обладнання – відцентровий насос для викачування сировини. Розрахуємо продуктивність, врахувавши рекомендований час роботи у приймальному відділенні маслоробного підприємства. На молокозавод за зміну надходить 30 тон молока незбираного, ефективний час приймання становить 10 годин [40].

$$P_p = \frac{M_{\text{сир.}}}{T_{\text{прий.}}}$$

де, $M_{\text{сир.}}$ – маса сировини, кг;

$T_{\text{прий.}}$ – час приймання, год.

$$P_p = \frac{60000}{10} = 6000 \text{ кг}$$

У відповідності з каталогом вибираємо насос 36МЦ 10-20.

$$T_{\Phi} = \frac{M_{\text{сир.}}}{\Pi}$$

де, Π – продуктивність насоса.

$$T_{\Phi} = \frac{60000}{10000} = 6 \text{ год}$$

Відповідно норм проєктування для приймання молока обираємо 2 насоси цієї марки для несортowego молока і молока трьох гатунків, передбачених ДСТУ.

Технологічне обладнання, що розташоване на прийманні повинно мати відповідну потужність.

2) Оскільки, обладнання має працювати синхронно, то підбираємо 2 лічильники СВШ-10.

3) Так як ефективним часом роботи для сепаратора -молокоочисника з відцентровою вигрузкою осаду є 5-5,5 годин, установлюємо 2 сепаратори молокоочисника з відцентровою вигрузкою осаду А1-ОЦМ-10, для лінії молока, що не підлягає жодному із гатунків і молока екстра, вищого та І гатунків.

4) Обираємо два пластинчастих охолоджувачі ОО1-У-110.

$$T_{\Phi} = \frac{60000}{10000} = 6 \text{ год}$$

5) Потрібно забезпечити 100 % зберігання добової маси молока, тому становимо 2 ємності LTR місткістю 30000 кг кожна.

6) Оскільки, продуктивність цеху більша, ніж 10 т молока за зміну, доцільно спроектувати приймальне відділення проїзного типу.

Розрахунок обладнання для апаратного відділення

1) Розрахуємо потужність пастеризаційно-охолоджуючої установки врахувавши, що ефективна тривалість роботи даного обладнання 5 - 6 годин:

$$P_p = \frac{30000}{5} = 6000 \text{ кг/год}$$

Обираємо ППОУ А1-ОКЛ-10:

$$T_{\Phi} = \frac{30000}{10000} = 3 \text{ год}$$

2) Синхронно з ППОУ має працювати сепаратор-вершковідділювач. Встановимо сепаратор Ж5-ОС2Н-С і визначимо фактичний час його роботи для отримання вершків 35 %, 38 % та 40 % відповідно.

Вершки 35 %:

$$T_{\Phi} = \frac{13250}{10000} = 1 \text{ год } 18 \text{ хв}$$

Вершки 38 %:

$$T_{\Phi} = \frac{6800}{10000} = 41 \text{ хв}$$

Вершки 40 %:

$$T_{\Phi} = \frac{9950}{10000} = 1 \text{ год}$$

3) Для зниження температури вершків вибираємо ПОУ марки ОП1-У1.

4) Обираємо ємності для зберігання знежиреного молока і вершків.

Для молока знежиреного встановимо 2 резервуари LTR місткістю 30000 кг.

Для вершків 40 %, 38 % та 35 % підберемо 3 резервуари РЧ-ОТН-2 місткістю 2000 кг.

Розрахунок обладнання для відділеннявиробництва масла:

Вершки, що поступають у маслоцех для переробки піддаються пастеризації та дезодорації.

1) Розрахуємо розрахункову продуктивність установки для пастеризації вершків:

$$P_p = \frac{2854,4}{5} = 570,88 \text{ кг/год}$$

Для отриманого значення підійде пастеризаційно - охолоджувальна установка трубчастого типу Т1 – ОУК.

- для масла «Селянське»:

$$T_{\Phi} = \frac{510,74}{2000} = 15,32 \text{ хв}$$

- для масла «Сонечко»:

$$T_{\Phi} = \frac{415,0}{2000} = 12,45 \text{ хв}$$

- для масла «Весняне»:

$$T_{\Phi} = \frac{415,0}{2000} = 12,45 \text{ хв}$$

- для спреда «До паляниці»:

$$T_{\Phi} = \frac{1073,5}{2000} = 32,3 \text{ хв}$$

- для спреда «Особливий»:

$$T_{\Phi} = \frac{881}{2000} = 26,4 \text{ хв}$$

- для спреда «Селянський особливий»:

$$T_{\Phi} = \frac{873,73}{2000} = 26 \text{ хв}$$

2) Щоб відбувалась синхронна робота з пастеризаційною установкою обираємо дезодоратор ОДУ.

3) Щоб отримати ВЖВ використаємо сепаратор марки ОС2-Д-500, продуктивністю 1100 - 1800 кг/год, котра залежить від жирності продукту, що виготовляємо.

- масло «Селянське»:

$$T_{\Phi} = \frac{240,0}{1100} = 13 \text{ хв}$$

- масло «Сонечко»:

$$T_{\Phi} = \frac{187,15}{1800} = 6,2 \text{ хв}$$

- масло «Весняне»:

$$T_{\Phi} = \frac{187,15}{1800} = 6,2 \text{ хв}$$

- спред «До паляниці»:

$$T_{\Phi} = \frac{545,8}{1700} = 19,26 \text{ хв}$$

- спред «Особливий»:

$$T_{\Phi} = \frac{465,6}{1100} = 25,4 \text{ хв}$$

- спреду «Селянський особливий»:

$$T_{\Phi} = \frac{481,93}{1100} = 26,3 \text{ хв}$$

4) Установимо нормалізаційні ванни, щоб нормалізувати високожирні вершки по волозі, жиру та СЗМЗ. Кількість ванн 3 шт., марка ВН-1000, місткість 1000 кг. Нормалізація сумішей триватиме упродовж 30 - 40 хв.

5) Для розплавлення жирів передбачаємо плавителі РПЗ-2.01. Змішування рослинних жирів з знежиреним молоком буде проходити у вертикальних резервуарах Я1 – ОСВ – 2.

6) Сухі компоненти рецептурні компоненти направляють на ваги РН-50Ш13Н-1 та до просіювача ПЦ-1600.

7) Для охолодження маслянки обираємо охолоджувач марки ООТ – М.

8) Щоб зберігати маслянку установимо 2 резервуари РЧ-ОТН-2 ємкістю 2000 кг.

9) Для змішування вершків та суміші для спредів обираємо 2 резервуари Я1 – ОСВ – 2 та 1 резервуар Я1 – ОСВ – 3.

10) Суміш ВЖВ та рецептурних компонентів, із нормалізаційних ванн направляють до маслоутворювача через насос-дозатор НРДМ.

11) Для проведення процесу перетворення високожирних вершків у масло, обираємо маслоутворювач марки Я5-ОУБ, продуктивністю 1000-1700 кг/год:

масло «Селянське» 73,5%:

$$T_{\Phi} = \frac{240,0}{1500} = 10 \text{ хв}$$

масло «Сонечко» 77 %:

$$T_{\Phi} = \frac{201,57}{1200} = 10 \text{ хв}$$

масло «Весняне» 77 %:

$$T_{\Phi} = \frac{201,57}{1500} = 10 \text{ хв}$$

спред «До паляниці» 72,5 %:

$$T_{\Phi} = \frac{545,8}{1700} = 19,26 \text{ хв}$$

спред «Особливий» 78 %:

$$T_{\Phi} = \frac{465,6}{1700} = 16 \text{ хв}$$

спред «Селянський особливий» 72,5 %:

$$T_{\Phi} = \frac{481,93}{1700} = 17 \text{ хв}$$

12) Для фасування масла у брикети по 250 г встановлюємо фасувальний апарат Fasa APM:

масло «Селянське»:

$$T_{\Phi} = \frac{240,0}{4200 \times 0,25} = 14 \text{ хв}$$

масло «Сонечко»:

$$T_{\Phi} = \frac{201,57}{4200 \times 0,25} = 12 \text{ хв}$$

масло «Весняне»:

$$T_{\Phi} = \frac{201,57}{4200 \times 0,25} = 12 \text{ хв}$$

спред «До паляниці»:

$$T_{\Phi} = \frac{545,8}{4200 \times 0,25} = 31 \text{ хв}$$

спред «Особливий»:

$$T_{\Phi} = \frac{465,6}{4200 \times 0,25} = 27 \text{ хв}$$

спред «Селянський особливий»:

$$T_{\Phi} = \frac{481,93}{4200 \times 0,25} = 28 \text{ хв}$$

Таблиця 14 – Зведена таблиця розрахунку обладнання

Назва обладнання	Марка	Продуктивність, кг/год	К-сть	Габаритні розміри, мм			Площа, яку займає, м ²	Загальна площа, м ²
				довжина	ширина	висота		
1. Приймальне відділення								
Відцентровий насос	36МЦ 10-20	10000	2	470	215	310	0,1·2	0,2
Лічильник	СВШ-10	10000	2	1380	420	1410	0,58·2	1,16
Пластинчастий охолоджувач	ОО1-У-110	10000	2	1600	700	1400	1,12·2	2,24
Сепаратор молокоочисник	А1-ОЦМ-10	10000	2	1375	880	1210	1,21·2	2,42
Резервуар	LTR	30000	2	2800	2800	5200	7,84·2	15,68
Всього								6,02
2. Апаратне відділення								
ППОУ	А1-ОКЛ-10	10000	1	4100	700	1530	2,87	2,87
Сепаратор вершковіддільник	Ж5-ОС2Н-С	10000	1	1200	1200	850	1,02	1,02
Пастеризаційна установка	ОП1-У1	1000	1	3400	2400	2500	8,16	8,16
Резервуар для вершків	РЧ-ОСВ-2	2000	3	1427	1427	2350	2,04·3	7,2
Резервуар для знежиреного молока	LTR	30000	2	2800	2800	5200	7,84·2	15,68
Всього								27,73
3. Відділення виробництва масла								
Трубчаста пастеризаційно-охолоджуюча установка	Т1 – ОУК	2000-2500	1	1150	1100	390	1,23	1,23
Дезодораційна установка	ОДУ	2000	1	1610	1170	2115	1,88	1,88
Сепаратор	ОС2-Д-500	1100-1800	1	855	655	1343	0,56	0,56
Насос-дозатор	НРДМ	500	1	770	505	650	0,38	0,38
Просіювач	ПЦ-1600	-	1	1525	750	1500	1,14	1,14
Ванна для нормалізації	ВН-1000	1000	3	1500	1520	1590	2,28·3	6,84
Ванна	ВН-100	100	2	920	780	1470	0,71·2	1,42
ПОУ	А1-ОПС	3000	1	2250	1300	1800	2,92	2,92
Установка для розплавлення	РПЗ-2.01	600	1	2719	1227	1594	3,34	3,34
Резервуар	Я1-ОСВ-2	1000	5	1535	1335	2827	2,05·5	10,25
Резервуар	Я1-ОСВ-3	2500	1	1735	1535	250	2,66	2,66
Охолоджувач для маслянки	ООТ – М	3000	1	1430	700	1400	1	1
Резервуар для маслянки	РЧ-ОТН-2	2000	2	1427	1427	2350	2,03·2	4,06
Маслоутворювач	Я5-ОУБ	1000-1700	1	1810	825	1770	1,5	1,5
Стіл	-	-	1	2405	1360	1282	3,27	3,27
Фас. апар. для масла у брикети	Fasa APM	3600-4200 бр/год	1	3065	2444	1869	7,49	7,49
Всього								49,94

3.3.2 Розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень

Приймально-миюче відділення

У цьому відділенні буде прийматись незбиране молоко. Спеціальний транспорт, що привозитиме сировину, також тут буде проходити миття і оброблення.

Найперше визначимо число машин, які будуть під'їжджати протягом однієї години:

$$N_{\text{м.}} = \frac{M_{\text{год.}}}{M_{\text{ц.}}}$$

де, $M_{\text{год.}}$ – приймання сировини, кг/год (значення дорівнює потужності відцентрового насоса);

$M_{\text{ц.}}$ – місткість 1 цистерни, кг.

Отже, число автомобілів складе:

$$N_{\text{м.}} = \frac{10000}{6300} = 2 \text{ м.}$$

Розраховуємо час приймання сировини:

$$T_{\text{заг.}} = N_{\text{м.}} \times (T_{\text{прий.}} + T_{\text{дод.}} + T_{\text{м.}})$$

де, $T_{\text{прий.}}$ - час, коли ведеться приймання одної машини;

$T_{\text{дод.}}$ - додатковий час для одної машини;

$T_{\text{м.}}$ - тривалість, що призначена для миття машини у відділенні.

$$T_{\text{заг.}} = 2 \times (30 + 5 + 14) = 108 \text{ хв}$$

Розрахуємо число постів, що зможуть забезпечити приймання молока впродовж 1 години, включаючи миття автомобілів:

$$\Pi = \frac{T_{\text{заг.}}}{60}$$

$$\Pi = \frac{108}{60} = 1,8 = 2 \text{ пости}$$

Площа даного відділення:

$$F_{\text{пр.}} = F_1 \times \Pi$$

де, F_1 – площа, що дорівнює площі одного поста, м^2

$$F_{\text{пр}} = 72 \times 2 = 144 \text{ м}^2$$

Приймальне відділення

В цьому відділенні буде проходити очищення і охолодження для збереження його нативних властивостей та подовження дії бактерицидної фази.

Площа цього виробничого відділення обчислюється за формулою:

$$F = K \times \sum F_{\text{об}}$$

де, $\sum F_{\text{об}}$ – площа, що її займає обладнання у відділенні, м^2 ;

K – коефіцієнт, який врахує запас площі.

Для відділення $K = 4$, а отже,

$$F = 4 \times 6,02 = 24,08 \text{ м}^2$$

Апаратне відділення

Функція відділення полягає в отриманні вершків і їх пастеризації. В розрахунку площа ППОУ не множиться на коефіцієнт запасу площі. Для даного відділення коефіцієнт $K=5$, тому площа складатиме:

$$F = 4 \times 26,77 + 8,16 = 115,24 \text{ м}^2$$

Відділення виробництва масла

В цьому відділенні проходитиме виробництво масла і спредів.

Коефіцієнт запасу площі в даному випадку дорівнює 5.

$$F = 5 \times 49,94 = 249,7 \text{ м}^2$$

Термостатна камера зберігання

Тут масло буде витримуватись впродовж доби для формування його структури. Площу термостатної камери для зберігання масла і спредів розраховуємо за формулою:

$$F = \frac{m \times z}{q \times K}$$

де m – маса отриманого масла за добу, кг;

z – термін зберігання продукту, діб;

q – навантаження для 1 м^2 (2520 кг/м^2).

$$F = \frac{2136,47 \times 2}{2520 \times 0,6} = 2,8 \text{ м}^2$$

Холодильна камера зберігання готової продукції

Приміщення призначається для зберігання виробленого продукту на підприємстві, доки не відбудеться його реалізація. Холодильну камеру, де зберігатимуться масло і спреди розрахуємо за формулою:

$$F = \frac{m}{q \times K}$$

q – навантаження на 1 м² площі (1985 кг/м²).

$$F = \frac{2136,47 \times 2 \times 3}{1985 \times 0,6} = 10,76 \text{ м}^2$$

Таблиця 15 – Зведена таблиця розрахунку площ

Найменування приміщення	Розрахункова, м ²	Площа	
		Компоновочна	
		Будівельні квадрати	м ²
Приймально-миюче відділення	144	4	144
Приймальне відділення	24,08	1	36
Апаратне відділення	115,24	3,5	126
Відділення виробництва масла	249,7	7,0	252
Камера зберігання масла	10,76	0,5	18
Термостатна камера	2,8	0,5	18
Приймальна лабораторія	-	0,5	18
Хімічна лабораторія	-	0,5	18
Бактеріологічна лабораторія	-	0,5	18
CIP мийка	-	1	36
Склад зберігання миючих засобів	-	0,5	18
Кабінет начальника цеху	-	1	36
Кабінет зав. лабораторії	-	0,5	18
Бойлерна	-	1	36
Вентиляційні камери	-	1	36
КВП	-	0,5	18
Компресорна	-	2	72
Ремонтна майстерня	-	1,5	54
Склад тари	-	1	36
Матеріальний склад	-	0,5	18
Склад зберігання росл. жирів	-	1	36
Зарядна кімната для електронавантажувачів	-	0,5	18
Експедиції	-	1	36
Побутові приміщення	-	2	36

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Вплив вібрацій на організм людини та розробка заходів щодо зниження вібрацій технологічного обладнання на ділянці цеху

Під впливом вібрації в організмі людини спостерігаються зміни у різних системах організму:

1. Серцево-судинна система - загальний вплив вібрації може змінювати частоту серцевих скорочень, бути одним з факторів розвитку різноманітних захворювань серця, таких як - аритмія. Також під довготривалим впливом вібрації можливе систематичне підвищення артеріального тиску, що зумовлює розвиток гіпертонічної хвороби.

2. Нервова система - під впливом вібрації підвищується збудливість нейронів, що зумовлює такі симптоми як: роздратування, головний біль, забудькуватість, неуважність.

3. Порушення функції суглобів - під впливом вібрації можливе порушення функції великих та малих суглобів.

Тривала дія вібрації викликає професійне захворювання – вібраційну хворобу. Важливе гігієнічне значення має частота вібрації. Частоти порядку 35-250 Гц найбільш характерні при роботі з ручними інструментами і сприяють розвитку вібраційної хвороби зі спазмами судин, що може призвести до такого захворювання, як синдром Рейно.

Синдром Рейно – це симптомокомплекс, що проявляється блідими пальцями на кінцівках, що зумовлено спазмом у судинах, через локальну дію вібрації. Частоти нижче 35 Гц викликають зміни в нервово-м'язовій системі і суглобах. Найбільш небезпечними є резонансові вібрації, які співпадають з власною частотою коливань людського тіла або окремих органів (3-6 Гц). При

співпаданні власної і зовнішньої частот амплітуда коливань внутрішніх органів зростає. Між ними виникає тертя, яке призводить до порушення їх нормальної роботи, що є одним з факторів розвитку вищевказаних захворювань нервової системи, серцево-судинної системи.

Область резонансу для голови в ортостатичному положенні при вертикальній вібрації знаходиться в зоні між 20-30 Гц, при горизонтальній - 1,5-2 Гц. Розлад функції зорового аналізатора спостерігається при частотному діапазоні вібрації в межах 60-90 Гц, що співпадає з резонансом очних яблук. Для розладу зорового аналізатора може бути характерно: зниження зору, відчуття “пелени” перед очима, проблема з фіксацією на різних зорових об’єктах. Вібраційна патологія займає друге місце після пневмоконікозів серед професійних захворювань.

Пневмоконіози - це захворювання легень, що зумовлені накопиченням в легенях різних речовин (металів-силікоз).

При дії на організм загальної вібрації у першу чергу порушується функція ЦНС й аналізаторів (зорового, слухового, вестибулярного і шкіряного). Вібрація є специфічним подразником для вестибулярного аналізатора, зокрема, лінійні прискорення – для отолітового апарата, а кутові прискорення – для напівкруглих каналів, що може проявлятися порушенням, невпевненістю рухів. Під впливом загальної вібрації спостерігається зниження больової, тактильної і теплової чутливості, порушення обміну речовин й енергії. У водіїв машин під впливом низькочастотної вібрації розвиваються паталогічні зміни у попереково-крижовому відділі хребта, розлади вегетативних функцій, порушень апетиту і сну. Чималої шкоди здоров’ю працівників в умовах сучасного виробництва завдає локальна вібрація. Вона викликає у людей спазм судин рук, блідість пальців і долонь, зниження тактильної чутливості, відкладання солей у суглобах пальців, деформацію і зменшення рухливості суглобів [41].

Нормування вібрації дозволяє запобігти певних хвороб, зменшення працездатності, та втомлюваності.

Нормування установлює допустимі добові або тижневі норми, що запобігають розладам або хворобам робітників. Критерії впливу вібрації: Комфортність - Продуктивність - Забезпечення здоров'я – Безпечність. Розрізняється технічне та гігієнічне нормування вібрації. Технічне для різного роду машин. Гігієнічне нормування складає критерії здоров'я працюючого, при впливі вібрації яка залежить від важкості роботи. Захист від вібрації забезпечується такими методами:

1. Зменшення вібрації машини.
 2. ЗІЗ - засобами індивідуального захисту є: рукавички, пластини, що приєднуються до рук.
 3. Дистанційне керування- керування технікою з іншої кімнати- це чудовий варіант уникнення вібраційного впливу для людини.
 4. Огорожі - завдяки чому працівники знаходяться на безпечній відстані від об'єкта, який є джерелом вібрацій.
 5. Вібродемпферування – зниження вібрації предмету перетворенням енергії механічних коливань на теплову потужність.
- Віброізоляцією можна знизити частоту коливань від вібруючого предмету за допомогою застосувань, що знаходяться між ними.
6. Нормалізований робочий день - робота з вібрацією лише зумовлений період, який прописаний в умовах праці.
 7. Щорічні медичні огляди, які необхідні для виявлення вібраційної хвороби на початковому етапі, що дасть можливість її вилікувати. Або змінити роботу на підприємстві, де фактор вібрації буде діяти менше.

Узагальнюючи цей розділ, можна зрозуміти, що плив вібрації на організм як локально, так і загально, викликає різне порушення у фізіології організму людини, через що необхідно постійно удосконалювати, модернізувати виробництво, для того, щоб знизити вплив цих факторів на робітників, до мінімуму. Звичайно одним з найголовніших методів профілактики розвитку вібраційної хвороби є засоби індивідуального захисту організму: рукавички [42].

4.1.2 Психофізіологічне розвантаження для працівників

Робота на маслозаводі пов'язана з фізичним і психічним навантаженням, що може негативно впливати на здоров'я працівників. Психофізіологічне розвантаження є важливим аспектом підтримки працездатності та запобігання професійним захворюванням. Воно включає заходи, спрямовані на зниження стресу, покращення фізичного і психічного стану та підвищення загальної ефективності праці [43].

Фізіологічні аспекти роботи на маслозаводі

Робота на маслозаводі передбачає низку фізичних завдань, які включають:

1. Підйом і переміщення важких вантажів – працівники можуть стикатися з необхідністю піднімати і переносити мішки з інгредієнтами, упаковки готової продукції, що створює значне навантаження на опорно-рухову систему.
2. Монотонні дії – деякі процеси вимагають повторюваних дій, які можуть викликати м'язову втоми і стомлення.
3. Невигідні робочі пози – постійне перебування в незручних позах може призвести до болю в спині, шиї та інших частинах тіла [44].

Для запобігання цих проблем необхідно впроваджувати заходи фізіологічного розвантаження, що включають:

1. Перерви і зміна діяльності – регулярні перерви дозволяють зменшити втому і зняти напруження з м'язів.
2. Ергономіка робочих місць – правильна організація робочого місця, використання спеціальних пристроїв для підйому вантажів, комфортні робочі поверхні і стільці сприяють зниженню фізичного навантаження.
3. Фізичні вправи і розминка – короткі комплекси вправ, спрямовані на розтягування і зміцнення м'язів, допомагають підтримувати фізичну форму і запобігають травмам [44].

Психологічні аспекти роботи на маслозаводі

Психологічні навантаження також є невід'ємною частиною роботи на маслозаводі. До них відносяться:

1. Стрес і перевантаження – високі вимоги до продуктивності, робота в умовах дефіциту часу можуть викликати стрес.
2. Монотонність і втома – постійне виконання одноманітних завдань може призводити до психічного виснаження.
3. Конфлікти на роботі – взаємодія з колегами і керівництвом може створювати додаткове напруження.

Для зниження психологічного навантаження необхідно впроваджувати наступні заходи:

1. Психологічна підтримка і тренінги – організація тренінгів по управлінню стресом, надання психологічної підтримки, консультації з психологом.
2. Створення сприятливої робочої атмосфери – підтримка доброзичливих взаємин між працівниками, справедливе керівництво, організація командних заходів.
3. Зміна монотонної роботи – ротація завдань, залучення працівників до різних видів діяльності для запобігання психологічного виснаження [43, 44].

Комплексні підходи до психофізіологічного розвантаження

Комплексний підхід до психофізіологічного розвантаження передбачає поєднання фізичних і психологічних заходів. Важливо впроваджувати системні заходи, що включають:

1. Регулярні перерви – забезпечення працівників можливістю робити короткі перерви кожні 1-2 години роботи для зняття напруження.
2. Здорове харчування і гідратація – надання доступу до здорової їжі і води протягом робочого дня.
3. Фізична активність – організація місць для фізичних вправ і розминок на робочому місці.
4. Психологічна підтримка – проведення регулярних консультацій з психологом, організація тренінгів по управлінню стресом.

5. Робоче середовище – створення комфортного робочого середовища з використанням ергономічних меблів і обладнання, забезпечення належного рівня освітлення і вентиляції [44].

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Заходи щодо підвищення стійкості роботи підприємств молочної промисловості у воєнний час

У воєнний час підприємства молочної промисловості можуть зіштовхнутися з багатьма викликами, що впливають на їхню стійкість та роботу. Ось кілька заходів, які можуть допомогти у підвищенні стійкості цих підприємств у воєнний час [45].

Диверсифікація постачання сировини: : Розгляд можливості роботи з різними постачальниками сировини та максимальне використання місцевих ресурсів та зменшення залежності від зовнішніх постачань під час воєнного конфлікту [46].

Побудова робочих відносин з місцевими фермерськими господарствами: Настановлення тісних взаємовигідних відносин з фермерськими господарствами для забезпечення стійкості та організації стабільного постачання сировини навіть у воєнний час.

Диверсифікація ринків збуту: Шукає нові ринки збуту, які можуть компенсувати втрати у випадку обмежень на ринках та експорту [47].

Розробка кризових планів: Виконання аудиту підприємства з метою створення ретельно виписаних кризових планів для управління ризиками у воєнний час. Створення резервів: Створення запасів сировини та готової продукції для можливості подовження періодів безперервного виробництва у воєнний період.

Співпраця з урядовими установами: Робота з урядовими органами для

отримання необхідних дозволів та інформації про потенційні ризики у воєнний період [47].

Безпека поставок: Забезпечення безпеки поставок та транспортування сировини та готової продукції в умовах конфлікту.

Підвищення кібербезпеки: Захист від цифрових загроз, оскільки воєнний стан може збільшити ризики кібератак.

Незважаючи на воєнний стан, важливо займатися діяльністю підприємства молочної промисловості, але з урахуванням всіх можливих ризиків і обмежень.

Проблема воєнних конфліктів може серйозно вплинути на роботу підприємств молочної промисловості, тому важливо розглянути питання щодо підвищення стійкості їх діяльності у цих умовах [48]. Ось декілька можливих заходів, які можна розглянути:

Ці заходи можуть допомогти підвищити стійкість роботи підприємств молочної промисловості у воєнний час.

1. Розробка планів екстреного відновлення виробництва: підприємства молочної промисловості повинні мати чіткі плани та процедури для швидкого відновлення виробництва в разі воєнних дій.

2. Резервування сировини та матеріалів: підприємства повинні створити запаси сировини та матеріалів, необхідних для виробництва молочних продуктів, щоб уникнути дефіциту під час воєнних конфліктів.

3. Удосконалення системи логістики: підприємства повинні оптимізувати свою логістичну систему для забезпечення постачання сировини та доставки готової продукції навіть в умовах воєнного конфлікту.

4. Захист виробничих об'єктів: підприємства повинні забезпечити надійний захист своїх виробничих об'єктів від можливих воєнних загроз.

5. Співпраця з урядом: підприємства молочної промисловості повинні активно співпрацювати з урядом для розробки та впровадження заходів з підвищення стійкості виробництва в умовах воєнного часу.

6. Розвиток альтернативних джерел енергії: підприємства молочної

промисловості можуть розглянути можливості використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні батареї або вітрові турбіни, для забезпечення стабільної роботи в умовах відключення електропостачання під час конфліктів.

7. Диверсифікація ринків збуту: розширення ринків збуту для молочної продукції може забезпечити стійкість підприємства в умовах війни. Розвиток експортних напрямків та пошук альтернативних ринків може допомогти уникнути негативних наслідків кризових ситуацій на внутрішньому ринку.

8. Навчання та підготовка персоналу: персонал підприємства слід підготувати до роботи в умовах воєнного конфлікту, включаючи навчання дій в екстрених ситуаціях та використання захисного обладнання [45, 47].

9. Запровадження системи регулярного аудиту та контролю: підприємства повинні регулярно переглядати свої заходи щодо підвищення стійкості виробництва в умовах воєнного часу, а також здійснювати контроль за їх ефективністю та готовністю до кризових ситуацій.

10. Співпраця з іншими підприємствами: встановлення співпраці з іншими підприємствами молочної промисловості для обміну досвідом та ресурсами в разі воєнного конфлікту може забезпечити взаємну підтримку та допомогти зберегти стабільність виробництва [45, 46].

ВИСНОВКИ

1. Короткотривале (5 хвилин) прогрівання до 40°C молочної сироватки отриманої в результаті ізоелектричного осадження казеїну при значенні рН 4,6 за даними електрофорезу і гель-фільтрації на сефадексах G-25 і G-75 не впливає на якісний і кількісний склад основних білкових фракцій. Незначне зменшення кількості імуноглобулінів (з $17,5 \pm 1,2$ до $15,8 \pm 1,3$) знаходиться в межах статистичної похибки

2. При прогріванні цієї ж сироватки протягом 5 хвилин при 50°C зменшується на $6,1 \pm 0,9\%$ частка неденатурованого загального білка сироватки. За даними електрофорезу це зменшення відбувається переважно завдяки фракції імуноглобулінів частка яких знижується з $17,5 \pm 1,2$ до $13,3 \pm 1,1$. Також за даними гель-фільтрації на сефадексі G-75 зменшується частка білкових фракцій з молекулярними масами, що перевищують 80000 Да. Це може відбуватися за рахунок розпаду октамерів β -лактоглобулінів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bogahawaththa D, Vasiljevic T. Advances in dairy protein science: whey proteins. In: Understanding and Improving the Functional and Nutritional Properties of milk. UK: Burleigh Dodds Science Publishing; 2022. p. 183-139.
2. Fox PF, Uniacke T, Mc Sweeney PLH, O'Mahony JA. Dairy chemistry and Biochemistry. Second Edition. New York: Springer; 2015.
3. Brodkorb A, Croguennec T, Bouhallab S, Kehoe JJ. Heat-Induced Denaturation, Aggregation and Gelation of Whey Proteins. NY: Springer New York; 2016.
4. Wijayanti HB, Brodkorb A, Hogan SA, Murphy EG. Thermal Denaturation, Aggregation, and Methods of Prevention. In: Deeth H, Bansal N, editors. Whey Proteins: From Milk to Medicine. London. UK: Academic Press; 2019. p. 185-247.
5. Wijayanti HB, Bansal N, Deeth HC. Stability of whey proteins during thermal processing: a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2014; 13(6): 1235–1251.
6. Fox PF, Morrissey PA. Reviews of the progress of Dairy Science: the heat stability of milk. Journal of Dairy Research. 1977; 44: 627-646.
7. Юкало В.Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока: молокографія. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372.
8. Čurlej J, Zajác P, Čapla J, Golian J, Benešová L, Partika A, et al. The Effect of Heat Treatment on Cow's Milk Protein Profiles. Foods. 2022 Mar; 11(7):1023.
9. Fitzsimons SM, Mulvihill DM, Morris ER Denaturation and aggregation processes in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. Food Hydrocoll. 2007; 21:638–644.
10. Edwards PJB, Jameson GB. Structure and stability of whey proteins. In: Boland M, Singh H, editors. Milk Proteins. From Expression to Food (3rd edn.). London, UK: Academic Press; 2020. p. 251-291.

11. Kelleher CM., Aydogdu T, Murphy KM, O'Mahony JA, Kelly AL, O'Callaghan DJ, McCarthy NA. The effect of protein profile and preheating on denaturation of whey proteins and development of viscosity in milk protein beverages during heat treatment. *Int. J. Dairy Technol.* 2020; 73:494–501.
12. Singh H, Havea P. Thermal denaturation, aggregation and gelation of whey proteins. In: Fox PF, Mc Sweeney PLH, editors. *Advanced Dairy Chemistry—1Proteins: Part A/Part B*. Boston, MA: Springer US; 2003. p. 1261-1287.
13. Guo M, Wang C. Chemistry of whey proteins. In: Guo M, editor. *Whey Protein Production, Chemistry, Functionality and Applications* (pp. 39–65). Hoboken: JohnWiley & Sons, Inc; 2019. p. 39-65.
14. Deeth H, Bansal N. Whey proteins: an overview. In: Deeth H, Bansal N, editor. *Whey Proteins: From Milk to Medicine*. London, UK: Academic Press; 2019. p. 1-50.
15. Gezimati J, Singh H, Creamer LK. Heat-induced interactions and gelation of mixtures of bovine β -lactoglobulin and serum albumin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996; 44(3): 804–810.
16. Calvo MM, Leaver J, Banks JM. Influence of other whey proteins on the heat-induced aggregation of α -lactalbumin. *International Dairy Journal*. 1993; 3(8): 719–727.
17. MarnilaP, Korhonen H. Immunoglobulins. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (3rd edn.). San Diego, CA: Fuquay JW, Fox PF, McSweeney PLH; 2011.
18. Anema SG. A comparison of the kinetics of the thermal denaturation of the immunoglobulins in caprine and bovine skim milk samples. *International Dairy Journal*. 2017; 65: 1–4.
19. Yukalo V., Datsyshyn K., Storozh L. Effect of low heating temperatures on casein whey proteins. *Food science and technology*. 2024. V. 18, Issue1. P.51-57.
20. Yukalo V., Datsyshyn k., Krupa O., Storozh L. Adaptation of Stadler's apparatus for electrophoresis of main milk proteins. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. 1(11 (127)). P.73-80.

21. Yukalo V, Datsyshyn K, Storozh L. Electrophoretic system for express analysis of whey protein fractions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019; 2/11 (98): 37–44.

22. Юкало В. Г., Яворський Б.І., Сторож А.А., І.Є. Кількісний електрофоретичний аналіз білків казеїнового комплексу. Біологія варин. 2007. Т.9, №1-2. С. 295-298.

23. Юкало В., Сторож Л. Методичний посібник до лабораторних робіт з курсу “Біохімія”. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 63 с.

24. Юкало В.Г., Дацишин К.Є. Декстринові гелі для ексклюзивної хроматографії протеїнів сироватки молока. Науковий вісник ЛНУВБТ. 2018. Т.20, №85. С.3-8.

25. Тепел А. Хімія і фізика молока (переклад з німецької). СПб: прогресія, 2012. 832 с.

26. Mercadante D., Melton L. D., Laurence D., Norris G. E., Loo T. S., Williams M. A. K., Dobson R.C.J., Jameson G. B. Bovine β -lactoglobulin is dimeric under imitative physiological conditions: dissociation equilibrium and rate constants over the pH range of 2.5-7.5. Biophysical Journal. 2012. Vol. 103, № 2. P. 303-312.

27. Технологія молочних продуктів: підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2013. 502 с

28. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів. Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.

29. Технологічні розрахунки у молочній промисловості : навч. посібник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2013. 343 с.

30. ДСТУ 3662-2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2018. 12 с.

31. Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів [Електронний ресурс]/ Режим доступу до ресурсу:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0593-19#Text>

32. Коваленко В.О. Мікробіологія молока і молочних продуктів [Текст] : навчальний посібник / В.О. Коваленко, В.В. Євлаш, Л.О. Чернова. – Х. ХДУХТ, 2011. 136 с.

33. ДСТУ 8131-2015. Вершки-сировина. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2017. 14 с.

34. ДСТУ 4273:2015 Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-01-21]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016.

35. Рашевська Т. О. Технологія молока і молочних продуктів. Розділ Технологія вершкового масла. К.: НУХТ. 50 с.

36. Головка М. П., Власенко І.Г., Головка Т. М., Семко Т. В. Технологія молока та молочних продуктів з елементам НАССР: навчальний посібник. Х.: Світ Книг, 2021. 304 с.

37. ДСТУ 4399:2005. Масло вершкове. Технічні умови. [Чинний від 2005-04-28]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 15 с.

38. ДСТУ 4445:2005 Спреди та суміші жирів. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 18 с.

39. Ромоданова В.О., Костенко Т.П. Лабораторний практикум з технохімічного контролю підприємств молочної промисловості : Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2003. 168 с.

40. Крупа О.М. Проектування підприємств молочної промисловості. Курс лекцій для студентів спеціальності 181 "Харчові технології". Тернопіль, 2019. 130 с.

41. Безпека життєдіяльності / за ред. Я. Бедрія. Львів вид. "Афіша", 1998. 228 с.

42. Кобилянський О. В., Лемешев М. С., Березюк. О. В. Основи охорони праці: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. 188 с.
43. Охорона праці: навч. посіб. для самостійної підготовки студентів фармац. ф-ту спец. «Фармація» та «ТПКЗ» заочної форми навчання / уклад. О. І. Панасенко та ін. Запоріжжя : ЗДМУ, 2015. 117 с.
44. Безпека життєдіяльності: підручник. / О. І. Запорожець, Б. Д. Халмурадов, В. І. Применко та ін. К. : «Центр учбової літератури», 2013. 448 с.
45. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Запарний В. В. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. / За ред, Є. П. Желібо. 6-е вид. К.: Каравела, 2008. 344 с.
46. Техноекологія та цивільна безпека. Частина "Цивільна безпека" : Навчальний посібник / Тернопіль : ФОП Паляниця В.А. , 2022. 156 с.
47. Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. Основи цивільного захисту. 2010. 418с.
48. Нікішина О.В. Тараканов М.Л. Бочкарьов Д.О. Чеботарьова Н.Й. Стійкість функціонування ринку молочних продуктів у системі вертикально суміжних ринків України // Економіка харчової промисловості.. Т. 14, вип. 3. 2022. С. 3-18.

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний біотехнологічний університет
Рейн-Ваальський університет прикладних наук, Німеччина
Університет аграрних наук, Швеція
Природничий дослідницький центр, Литва
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
Львівський національний університет ветеринарної
медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького
КЗ «Харківський зоологічний парк»

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

25-26 квітня 2024 р.

Харків
ДБТУ
2024

Яригіна І.Р., Белінська А.П. ЗАСТОСУВАННЯ СТЕХІОМЕТРИЧНИХ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ МАСОВОЇ ДІЇ В БІОТЕХНОЛОГІЇ	35
Назімов С. ВПЛИВ ТАКИХ ФАКТОРІВ, ЯК ЕКОМОРФІЧНА ПРИНАЛЕЖНІСТЬ І РОЗМІРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, НА ЗДАТНІСТЬ ХИЖАКІВ-ГЕНЕРАЛІСТІВ ЗДІЙСНЮВАТИ КОНТРОЛЬ ПШЦАНОГО ЧОРНИША <i>OPATRUM SABULOSUM</i> (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE).....	36
Skrypka M-B., Myronenko L. CHEESE AND BUTTER AS A SOURCE OF HEALTH-PROMOTING FATTY ACIDS IN THE HUMAN DIET	38
Єрохін В.А., Лубенець В.І. ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ НА СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ ДРІЖДЖІВ	40
Матвєєва Т.В., Папченко В.Ю. ТЕХНОЛОГІЯ ОЛЕОГЕЛІВ ЗІ ЗНИЖЕНИМ УМІСТОМ НАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ	42
Юкало В.Г., Дацишин К.Є., Солтис В.П. ВПЛИВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРІВАННЯ НА СКЛАД ПРОТЕЇНІВ СИРОВАТКИ	43
Радзівєвська І.Г., Мельник О.П. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОЄВИХ ПРОДУКТІВ У ХАРЧУВАННІ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ.....	44
Федоров О.С., Самойленко С.І. ПЕРСПЕКТИВИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОДЕРЖАННЯ КЕМПФЕРОЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДРІЖДЖІВ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i>	46
Стриж А.О., Бєлих І.А. БІОТЕХНОЛОГІЯ ПРЕПАРАТІВ МОНОКЛОНАЛЬНИХ АНТИТІЛ.....	47
Міщенко Д.М., Самойленко С.І. ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА L-ЛІЗИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТАМУ МІКРООРГАНІЗМІВ <i>CORYNEBACTERIUM GLUTAMICUM</i>	48
Благодир Д.О., Іванов М.С., Пирог Т.П. ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІЙ РОДУ <i>ENTEROBACTER</i> ДЛЯ РЕГУЛЯЦІЇ АНТИАДГЕЗИВНОЇ АКТИВНОСТІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН <i>ACINETOBACTER CALCOACETICUS</i> IMB B-7241	49
Крупа О.М. ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСГЛУТАМІНАЗИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМІСЛОВOSTІ	50
Франчук Є.Р. ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОЧАСТИНОК МІДІ В СУЧАСНІЙ ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ БІОТЕХНОЛОГІЇ	52
Франчук Є.Р., Белінська А.П. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ СИТУАЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ В БІОТЕХНОЛОГІЯХ ОТРИМАННЯ КАРОТИНОЇДІВ І ХЛОРОФІЛУ ЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ <i>DUNALIELLA SP.</i>	53
Морозова Л.П. ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУКУРУДЗЯНОГО ТА РИСОВОГО БОРОШНА РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ	54

ВПЛИВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРІВАННЯ НА СКЛАД ПРОТЕЇНІВ СИРОВАТКИ

В.Г. Юкало¹, К.С. Дацишин², В.П. Солтис³

Тернопільський національний університет ім. Івана Пулюя, Тернопіль, Україна

¹професор кафедри харчової біотехнології і хімії, yukalo2007@gmail.com

²доцент кафедри харчової біотехнології і хімії, katkostyuk3103@gmail.com

³магістрант кафедри харчової біотехнології і хімії, svp@molokija.com

При переробці молока значна частина сироватки може піддаватися нагріванню. Змінам у складі і властивостях протеїнів сироватки присвячена велика кількість досліджень. Переважно це були дослідження впливу високих температур – від 50°C і вище. Такі температури спричиняють денатурацію білків сироватки. Причому денатурація проходить по різному в кожній фракції [1]. Загалом денатураційні зміни відображаються на функціональних властивостях білків сироватки і їх здатності до засвоєння у травному тракті організму. В останні десятиліття було відкрито велику кількість різних видів біологічної активності, яка притаманна білкам і поліпептидам сироватки молока [2]. Саме на цю активність може впливати низькотемпературна (до 50°C) теплова обробка [3].

У зв'язку з цим метою наших досліджень було встановити вплив низькотемпературного нагрівання на фракційний склад білків сироватки молока.

У роботі було використане збірне знежирене молоко з кислотністю 18°Т з ПрАТ «Тернопільський молокозавод». Сироватку отримували після ізоелектричного осадження казеїну хлоридною кислотою. Фракційний склад білків сироватки досліджували з допомогою експрес-електрофорезу в однорідному поліакриламідному гелі в нативних умовах. Зміни в молекулярних масах білкових фракцій встановлювали методом гель-фільтрації на сефадексах G-25 і G-75. Гель-фільтрацію проводили на колонках для рідинної хроматографії фірми «Reanal».

У результаті проведених досліджень було виявлено незначні зміни в співвідношенні окремих білкових фракцій сироватки після короткочасного нагріву при температурах в діапазоні від 40°C до 50°C. Насамперед це стосується термочутливої фракції імуноглобулінів. Також, прогнозовано, в цих умовах можна відзначити підвищення вмісту високомолекулярних фракцій за результатами гель-фільтрації на сефадексі G-75. Це білки і агрегати білків з молекулярними масами, які перевищують 70000-80000 Да. Це може свідчити про початок утворення агрегатів білкових молекул. Короткотривале нагрівання при температурах до 40°C не спричиняло зміни у електрофореграмах і хроматограмах білків сироватки. Таким чином нагрівання сироватки під час технологічних процесів переробки до 50°C може спричиняти першу стадію денатурації білків. Незважаючи на те, що частина цих змін є зворотніми, вони можуть впливати на біологічну активність білків і пептидів сироватки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bogahawaththa D. // J. Dairy Res. 2020. 87: 484-487.
2. Yukalo V. // Food science and technology. 2022. 16(1): 25-32.
3. Iukalo A. // Biotechnologia Acta. 2013. 6(5): 49-61.