

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: Виділення та ідентифікація молочних білків із проєктуванням цеху
виробництва масла з організацією переробки вторинної сировини

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

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Сторож С.І. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Юкало В.Г. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Кухтин М.Д. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Кухтин М.Д. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	Пилипець О.М. (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.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Сторожу Сергію Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Виділення та ідентифікація молочних білків із проєктуванням цеху виробництва масла з організацією переробки вторинної сировини

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

Затверджені наказом ректора від « 8 » жовтня 2024 року № 4/7-975

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи:

1) Масло солодко-вершкове екстра, м.ч.ж. 82,5 %;

2) Масло кисло-вершкове бутербродне, м.ч.ж. 62 %;

3) Сир кисломолочний нежирний;

4) Йогурт нежирний;

5) Кисломолочний напій «Біомаслянка» дієтична.

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

Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина.

Проєктно-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	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 2.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Проведення продуктового розрахунку	2.09.2024 р. – 11.09.2024 р.	
2.	Розрахунок та підбір технологічного обладнання	16.09.2024 р.	
3.	Розрахунок площі приміщень: виробничих і допоміжних	23.09.2024 р.	
4.	Виконання аркуша I	28.09.2024 р.	
5.	Виконання аркушів II і III	5.10.2024 р.	
6.	Виконання аркушів IV, V	15.10.2024 р.	
7.	Огляд літературних джерел згідно теми кваліфікаційної роботи	28.10.2024 р.	
8.	Опрацювання методик досліджень	11.11.2024 р.	
9.	Виконання досліджень і опрацювання результатів	18.11.2024 р.	
10.	Оформлення аркушів до науково-дослідної частини	9.12.2024 р.	
11.	Написання розділу «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях»	16.12.2024 р.	
12.	Подача роботи до захисту	20.12.2024 р.	

Студент

(підпис)

Сторож Сергій Ігорович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Юкало Володимир Глібович

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі виконано проєктування цеху з виробництва вершкового масла із переробленням вторинної сировини, обґрунтовано метод виділення к-казеїну із молока знежиреного і отримано високоочищений препарат цієї фракції.

Робота містить розрахунково-пояснювальну записку, а також кресленики графічної частини.

У першому розділі роботи «Науково-дослідна частина» подано аналітичний огляд літератури, зазначено мету, об'єкт та предмет, а також описані використані методи дослідження. Представлено результати проведених досліджень щодо виділення та ідентифікації к-казеїну.

У розділі «Техніко-економічне обґрунтування» обрано місце розташування маслоцеху, обґрунтовано вибір асортименту, описані канали реалізації готової продукції.

Проектно-технологічна частина об'єднує в собі проведені відповідні технологічні розрахунки обраного асортименту продуктів, опис технологічного процесу виробництва, розрахунок технологічного обладнання та необхідних для забезпечення виробництва площ, зокрема виробничих та допоміжних.

Питання охорони праці, а також безпеки у надзвичайних ситуаціях висвітлено у четвертому розділі. Відмічено важливість забезпечення комфортних умов у виробничих приміщеннях, зазначено порядок дій у випадку виникнення різних надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: масло вершкове, вторинна молочна сировина, білки молока, виділення к-казеїну.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Розділ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	8
1.1 Аналітичний огляд літературних джерел	8
1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	15
1.3 Результати дослідження	21
Розділ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	29
2.1 Характеристика місця розташування	29
2.2 Характеристика сировинної зони	30
2.3 Обґрунтування асортименту молочних продуктів	31
2.4 Характеристика каналів реалізації готових продуктів	32
Розділ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	33
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	33
3.2 Вибір й обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	40
3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	58
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
4.1 Охорона праці	73
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	77
ВИСНОВКИ	83
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	84
ДОДАТКИ	90

ВСТУП

Актуальність теми. Вершкове масло є популярним харчовим продуктом, що виробляється із свіжих або ферментованих вершків [20]. Воно є унікальним за фізіологічним значенням, а також засвоюваністю. Окрім жиру, на частку якого припадає від 61,4 до 85 %, масло вершкове містить також молочні білки, невелику кількість лактози, мінеральні речовини, а також жиророзчинні вітаміни А, D, Е та К [16, 23]. Попри те, що у маслі переважаючими є насичені жирні кислоти (53-77 %), воно є джерелом важливих поліненасичених жирних кислот, серед яких лінолева, ліноленова та арахідонова, які відносяться до есенціальних, і не можуть синтезуватися організмом людини [11, 17]. Вершкове масло багате антиоксидантами, завдяки чому йому притаманні потужні захисні властивості проти атеросклерозу та раку.

Перероблення молока на вершкове масло супроводжується вирішенням питань подальшого раціонального використання вторинної сировини [6]. Проектом передбачено виробництво сиру кисломолочного, йогурту та кисломолочного напою «Біомаслянка». Разом з тим розглядається питання отримання з такої сировини виділення білків молока, які є цінними у харчовому і біологічному відношенні її компонентами. Серед них важливим є к-казеїн, який може виступати попередником біологічно активних пептидів [24, 46]. Тому актуальним є розроблення методу його виділення за умови збереження структури та властивостей.

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження є виділення к-казеїну із протеїнів казеїнового комплексу.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено наступні **завдання**:

- 1) Підбір методу і виділення препарату загального казеїну в умовах збереження нативної структури к-казеїну;
- 2) Характеристика білкового складу отриманого препарату загального казеїну електрофоретичним і хроматографічним методами;

3) Отримання високоочищеного препарату к-казеїну гель-фільтрацією зі збереженням нативної структури та характеристика його фракціонуванням електрофорезом.

Об'єкт дослідження – к-казеїн із протеїнів казеїнового комплексу молока корови.

Предмет дослідження – шляхи виділення і очищення к-казеїну.

Методи досліджень: у роботі було застосовано хроматографічні (аналітичний і препаративний) та електрофоретичні методи; спектрофотометрію; математично-статистичні методи обробки отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. Для виділення к-казеїнової фракції з молока підібрали методику гель-фільтрації на декстринових гелях, що виключає використання редукувальних і дезагрегууючих речовин. Це дозволить зберегти природні структуру та властивості виділеного білку.

Практичне значення одержаних результатів. В промислових умовах виділення к-казеїну можна проводити із знежиреного молока як вторинної сировини від виробництва масла. Це дозволить раціонально розпорядитися цінними сировинними ресурсами і, разом з тим, отримати в достатній кількості важливий попередник біологічно активних пептидів.

Апробація результатів роботи. Було взято участь в VII Міжнародній науково-технічній конференції «Стан і перспективи харчової науки і промисловості» (Тернопіль, 28-29 вересня 2023.).

Публікації. За одержаними у ході досліджень результатами було опубліковано одні тези конференції (додаток А).

Структура кваліфікаційної роботи. Робота містить вступ, чотири розділи основної частини, висновки, перелік посилань. Зміст роботи викладено на – 96 сторінці. Робота містить 10 таблиць, 9 рисунків, 57 найменувань у переліку посилань.

1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1 Класифікація казеїнів

На даний час основою для класифікації та ідентифікації казеїнів служить первинна структура їх поліпептидних ланцюгів. Згідно останньої класифікації казеїни діляться на α_{S1} -, α_{S2} -, β - і κ -казеїни, вміст яких складає відповідно 38, 10, 39 і 13% від усього казеїну [39, 42].

Всі фракції казеїну синтезуються в клітинах молочної залози, мають генетичні варіанти, є фосфопротеїнами (фосфатні групи з'єднуються із залишками серину), а κ -казеїн належить, крім того, до фосфоглікопротеїнів [30, 45]. Багато з них чутливі до іонів кальцію (кальцій приєднується зазвичай до фосфосеринових залишків, а також до залишків кислот таких як аспаргінової та глютамінова, знижуючи від'ємний заряд білкових молекул і утворюючи кальцієві містки), характеризуються значною термостійкістю [51]. Фракції казеїну гідрофобні, мають нерівномірний розподіл вздовж поліпептидних ланцюгів полярних і неполярних амінокислот, володіють дифільними властивостями, тобто є порівняно сильні поверхнево-активні речовини, мають велику кількість залишків проліну, тому характеризуються наявністю в структурі незначної кількості α -спіралі і β -структури [32].

За визначенням Кінсели казеїни – це групи гетерогенних фосфопротеїнів, які у присутності кальцію, фосфатів, солей лимонної кислоти здатні асоціюватися у міцели. Встановлено, що основна частина ($\sim 95\%$) казеїну знаходиться в складі казеїнових міцел і лише невелика частина ($\sim 5\%$) – у вигляді мономерів, полімерів, фракцій казеїну і субміцел, що мають розмір менше 20-40 нм, що залишаються в супернатанті при ультрацентрифугуванні знежиреного молока [54]. Останню форму казеїну називають розчинним казеїном (*Soluble casein*), його кількість залежить від часу зберігання молока, а також від його температури. Розчинні β -,

α_{S1} -, α_{S2} -казеїни можуть піддаватися гідролізу під дією плазміну молока, а κ -казеїн (розчинний і міцелярний) гідролізується внесеним в молоко хімозином [53].

В табл. 1.1 наведені деякі характеристики основних генетичних варіантів білків казеїнового комплексу коров'ячого молока.

Таблиця 1.1 – Властивості фракцій казеїну коров'ячого молока [39]

Повна та скорочена назва фракції	Вміст у знежиреному молоці (г/л)	Генетичний варіант	Молекулярна маса (Да)	Ізоелектрична точка	D_{λ}^1 $\lambda = 280 \text{ нм}$ $l = 1 \text{ см}$	Константа седиментації, S , в одиницях Сведберга (10^{-13} сек)	Середня гідрофобність, ккал/залишок
α_{S1} -казеїни (α_{S1} -CN)	12-15	В	23615	4,44-4,76	10,05	1,64	1170
		С	23542		10,03	1,64	1170
α_{S2} -казеїни (α_{S2} -CN)	3-4	А	25226				1111
β -казеїни (β -CN)	9-11	А	24023			1,50-1,51	1322
		А	23983	4,83-5,07	4,6-4,7	1,50-1,51	1335
		В	24092		4,7		1326
κ -казеїни (κ -CN)	2-4	А	19037	5,45-5,77		1,4	1205
		В	19006	5,3-5,8	10,5		1224

1.1.2 κ -Казеїн, його структура і функції

Казеїни, які відносяться до родини κ -казеїнів, суттєво відрізняються за будовою і властивостями від інших казеїнів. κ -Казеїн, на відміну від інших казеїнів, є глікопротеїном. З допомогою електрофорезу в ПАГ за наявності сечовини і 2-меркаптоетанолу можна отримати до семи фракцій κ -казеїну. Їх електрофоретична рухливість визначається кількістю фосфосеринових залишків і олігосахаридних груп [50]. Нативний κ -казеїн у молоці може існувати у вигляді агрегатів, які включають від двох до восьми мономерів завдяки утворенню дисульфідних зв'язків [37]. В окремих роботах була показана присутність вільних тіолових груп в розчинах κ -казеїну після зв'язування йонів Са. Більш сучасні дослідження показали, що нативна форма κ -казеїну є високоасоційованою не тільки за рахунок дисульфідних зв'язків, а також внаслідок інших видів зв'язків та гідрофобних взаємодій [40].

Первинна структура к-казеїну розшифрована. На рис. 1.1 показана повна послідовність залишків амінокислот у ланцюгу головного компоненту – *κ-CN A-1P*, а також в його генетичних варіантів [39]. Це єдина фракція родини к-казеїнів, у якої повністю відсутні олігосахаридні залишки. *κ-CN A-1P* складається із 169 амінокислотних залишків: *Асп*₄, *Асн*₈, *Тре*₁₅, *Сер*₁₂, *Сер*_{P1}, *піроГлу*₁, *Глу*₁₂, *Глн*₁₄, *Про*₂₀, *Глі*₂, *Ала*₁₄, *Цис*₂, *Вал*₁₁, *Мет*₂, *Іле*₁₂, *Лей*₈, *Тир*₉, *Фен*₄, *Ліз*₉, *Гіс*₃, *Три*₁ і *Арг*₅. Розрахована молекулярна маса становить 19 037 Да. Походження піроглутамату дискусійне. Не виключено, що він утворюється під час виділення білка. Як і у випадку інших казеїнів, первинна структура к-казеїну підтверджена шляхом аналізу к-ДНК і ДНК відповідного гену [28].

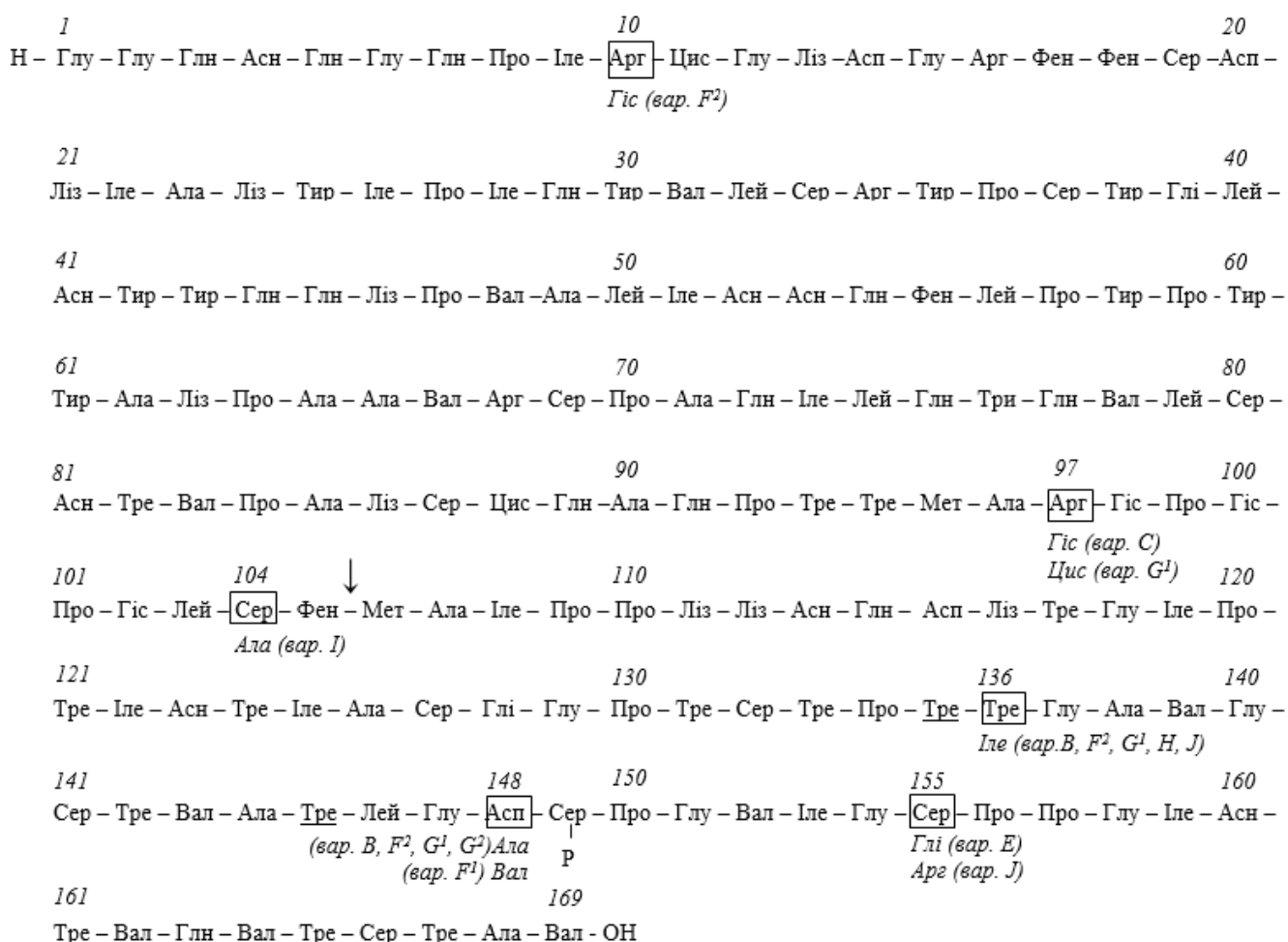


Рисунок 1.1 – Первинна структура *κ-CN A-1P* та його генетичних.

Р – залишок фосфатної кислоти.

Підкреслені залишки потенційно можуть бути фосфорильовані.

Пептидний зв'язок, який розщеплюється хімозином, показано стрілкою.

Крім цілих молекул у препаратах κ -казеїну часто можна зустріти продукти його розщеплення. Це пара- κ -CN (залишки 1-105). Цей поліпептид утворюється при дії хімозину на κ -казеїн. В препаратах його присутність пояснюють посттрансляційним протеолізом хімозинподібними протеазами, або внаслідок препаративних процесів та зберігання. Другий поліпептид, що утворюється при такому розщепленні (залишки 106-169), називається макропептидом або глікомакропептидом [29].

Головний компонент (~50%) κ -казеїну не містить олігосахаридних залишків. За рахунок посттрансляційної модифікації утворюються мінорні компоненти. Як правило мінорні компоненти κ -казеїну є мультиглікозильованими і/або мультифосфорильованими формами головного компоненту κ -казеїну [41]. Методом іонообмінної хроматографії було виділено шість мінорних компонентів. Згідно з результатами, отриманими групою H. Doi et al, всі мінорні компоненти містять одну фосфатну групу і відрізняються кількістю олігосахаридних залишків. Крім того, не виключається наявність другої фосфатної групи в деяких мінорних компонентах. Залишки олігосахаридів розміщені не вздовж поліпептидного ланцюга κ -казеїну, а входять лише до складу глікомакропептиду (залишки 106-169). Ряд робіт присвячено розшифровці олігосахаридів κ -казеїну [50]. Встановлено структуру п'яти різних олігосахаридних груп. Це такі групи:

- A Gal N Ac (0,8%)
- B Gal β (1 $\rightarrow$ 3) Gal N Ac (6,3%)
- C Neu Ac α (2 $\rightarrow$ 3) Gal β (1 $\rightarrow$ 3) Gal N Ac (18,4%)
 - Neu Ac α (2 $\rightarrow$ 6)
 - ↓
- D Gal β (1 $\rightarrow$ 3) Gal N Ac (18,5%)
 - Neu Ac α (2 $\rightarrow$ 6)
 - ↓
- E Neu Ac α (2 $\rightarrow$ 3) Gal β (1 $\rightarrow$ 3) Gal N Ac (56%)

В дужках вказана частота, з якою зустрічаються відповідні олігосахаридні групи. В останніх роботах хроматографічно показано наявність чотирнадцяти

різних глікозильованих форм макропептиду κ -CN A, а також трьох мінорних фосфорильованих форм (1P – 78 %; 2P – 20% і 3P – 2 %) [40, 41]. Залишаються остаточно невстановленими сайти приєднання олігосахаридних груп. Найбільше літературних даних свідчить про утворення олігосахаридами глікозидних зв'язків з залишками треоніну в положеннях 131, 133 і в меншій мірі в положенні 135 []. У зв'язку з відсутністю повних даних про будову мінорних компонентів остаточна номенклатура κ -казеїнів знаходиться в стадії розробки.

Аналіз первинної структури κ -казеїну свідчить про його біфільну природу. N-термінальний фрагмент, що за первинною структурою відповідає пара- κ -казеїну, є гідрофобним. C-термінальний фрагмент (глікомакропептид), який містить всі олігосахаридні залишки і в якому відсутні залишки ароматичних амінокислот, є сильно гідрофільними [43]. У κ -казеїні, в порівнянні з іншими казеїнами, найбільш впорядкована вторинна структура. Близько 40% амінокислотних залишків знаходяться у вигляді регулярних структур [33]. Проте, дані про вторинну структуру κ -казеїну, отримані різними методами, значно відрізняються між собою. Можливо це зумовлено впливом олігосахаридних груп, структура і положення яких остаточно не встановлені. На рис. 1.2 показано розміщення елементів вторинної структури κ -казеїну, розрахованих на основі даних первинної структури [39]. Найбільш обґрунтованими даними про вміст елементів вторинної структури є наступні: α -спіраль – 10 %, β -структура – 30 %, згини – 32 % [38].

Комп'ютерна модель третинної структури κ -казеїну визначена за допомогою методу мінімізації енергії молекули з використанням результатів дослідження первинної і вторинної структур показана на рис. 1.3 [34, 36]. Автори назвали цю модель «кінь і вершник». Приблизно 120 N-термінальних залишків формують «коня», а решта амінокислотних залишків (C-термінальні) представляють «вершника». «Ноги» коня складаються з ділянок β -структури, що є зв'язаними між собою γ - або β -згинами.

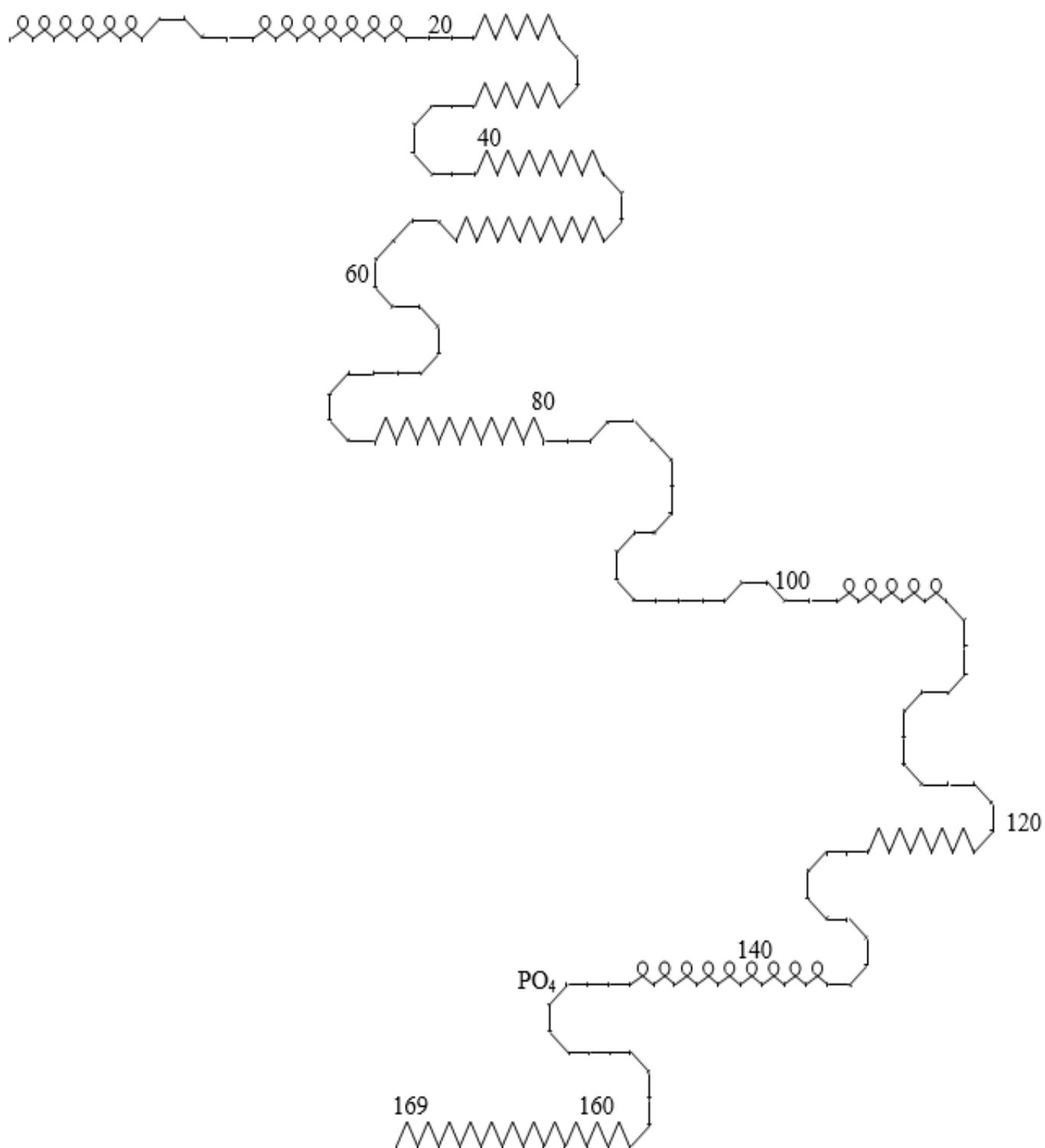
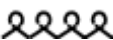


Рисунок 1.2 – Елементи вторинної структури κ-CN B-1P
 ( – α-спіраль,  – β-структура) [33]

к-Казеїн, на відміну від інших казеїнів, розчинний в присутності високих концентрацій іонів кальцію. Його розчинність визначається температурою та рН (за виключенням значень, що близькі до рІ) [42]. Більше того, к-казеїн не тільки сам проявляє стійкість до іонів кальцію – він здатний стабілізувати α_{S1} -, α_{S2} - і β -казеїни до преципітації їх іонами кальцію [31].

Важливим відкриттям було те, що к-казеїн є джерелом біологічно активних пептидів. Пептиди, що були отримані при розщепленні к-казеїну, виступають антагоністами опіоїдних рецепторів, інгібіторами АПЕ, проявляють імономодуляторну, мінералізв'язувальну, антитромботичну та антимікробну дії, здатні регулювати процеси виділення травних соків [24, 47]. Тому питання виділення гомогенної фракції к-казеїну із загального казеїнового комплексу та вивчення його продуктів протеолізу на сьогодні є актуальним.

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження

1.2.1 Мета, об'єкт, предмет дослідження

Метою дослідження є виділення к-казеїну з протеїнів казеїнового комплексу.

Об'єктом дослідження є к-казеїн з протеїнів казеїнового комплексу коров'ячого молока.

Предметом дослідження є шляхи виділення і очищення к-казеїну.

1.2.2 Методи дослідження

Визначення концентрації білків

Для визначення вмісту білків у розчинах використовували зручний і порівняно швидкий спектрофотометричний метод [27]. Він оснований на тому, що в складі білків дві амінокислоти триптофан і тирозин та у меншій мірі амінокислота фенілаланін здатні поглинати в ультрафіолетовій ділянці спектру. Оскільки екстинкція розчинів білків при значенні довжини хвилі 280 нм знаходиться у прямій залежності від їх вмісту, то це дає можливість використання

спектрофотометрії з метою встановлення вмісту цих білків. При чому, такий спосіб можна використати як у випадку дослідження препаратів індивідуальних білків, що мають уже визначені молярні коефіцієнти екстинкції, так і для гетерогенних білків.

На коефіцієнт оптичної густини певного білку впливає співвідношення таких амінокислот як: тирозин, триптофан і фенілаланін. Щоб визначити концентрації були використані вже відомі коефіцієнти поглинання ($D_{1\text{см}}^{1\%}$):

- к-казеїну ($D_{1\text{см}}^{1\%} = 9.6$);
- препарати загального казеїну ($D_{1\text{см}}^{1\%} = 8.2$).

У випадку коли невідомий коефіцієнт для досліджуваного білка, то використовують номограму Адамса, які являють собою шкали з відкладеними на них значеннями оптичної густини розчину при довжинах хвиль 280 та 260 нм та концентрація білку (мг/мл). Після того як виміряно оптичну густину розчину при вказаних довжинах приступають до визначення концентрації білку використовуючи номограму Адамса.

Електрофорез за наявності сечовини

Для проведення електрофоретичного аналізу у роботі використовували прилад, виготовлений із органічного скла (рис. 1.4) [26], який є модифікацією приладу Стадієра. Зміни у порівнянні з прототипом були пов'язані з особливістю контакту верхньої частини ПАГ із електродним буфером, що знаходиться у верхній електродній камері.

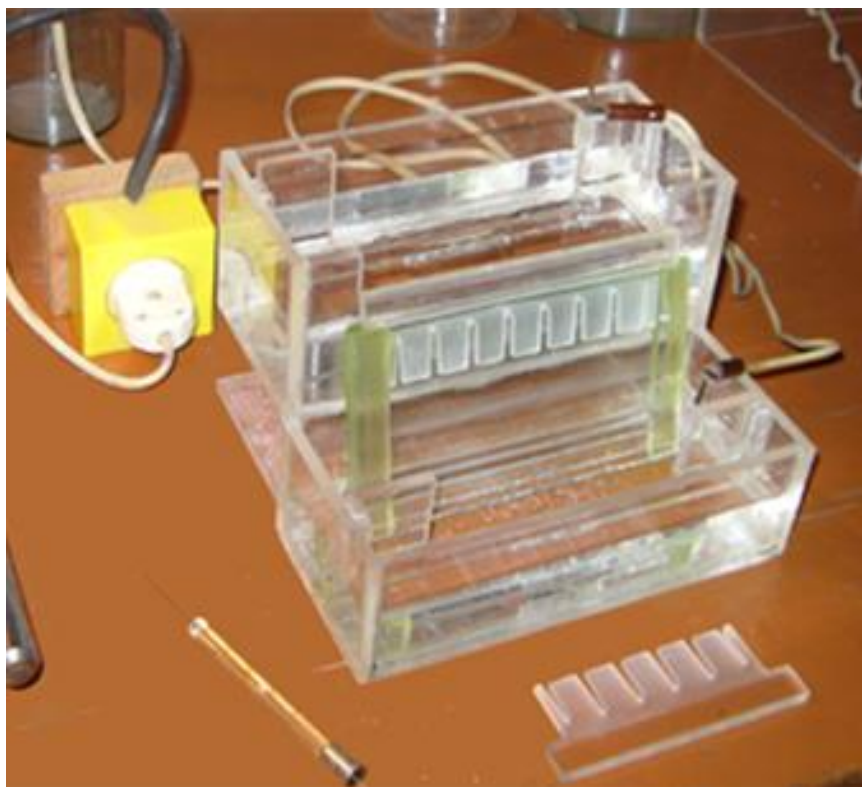


Рисунок 1.4 – Модифікований прилад Е. Стадієра для електрофорезу казеїнів на вертикально розміщених пластинках ПАГ

Розміри самої скляної камери для гелю зменшені до 100x90 мм. Перевагою використання скла для камери є краще його зчеплення з поліакриламідним гелем, що відіграє особливо важливу роль в тому випадку, коли передбачається використання гелю низької концентрації. При підготовці камери, відмовилися від використання затискачів, натомість склеювання скляних деталей забезпечувалося замазкою, приготовленою на основі парафіну, який має низьку температуру плавлення. Формери, за допомогою яких забезпечувалося отримання комірок для внесення проби, можуть мати від 5 до 7 виступів, для можливості одночасного аналізу відповідної кількості дослідних зразків, залежно від поставленої мети дослідження [56, 57].

Для того, щоб отримати ПАГ, був приготований розчин такого складу:

<i>Компоненти гелю</i>	<i>Буфер для гелю (pH 7,9)</i>	<i>Розчин каталізатора та ініціатора</i>
АА – 13,5 г	Тріс – 0,609 г	Персульфат амонію
МБА – 0,75 мл	ЕДТА – 0,2 г	(ПСА)* – x
	Веронал – 1,1 г	ТЕМЕД – 0,05 мл
	2-меркаптоетанол – 0,07 г	
	Сечовина – 54 г	
до 100 мл H ₂ O	до 100 мл H ₂ O	до 50 мл H ₂ O
1 частина	2 частини	1 частина

* Кількість ПСА підбирали в кожному випадку експериментально

Крім того, також був приготований електродний буфер, а ще буфер для зразків:

<i>Електродний буфер (pH 7,9)</i>	<i>Буфер для зразків (pH 7,9)</i>
Тріс – 6,09 г	Тріс – 30,5 г
ЕДТА – 2,0 г	ЕДТА – 10,0 г
Веронал – 11,0 г	Веронал – 55 г
	2-меркаптоетанол – 7,0 г
	Сечовина – 13,5 г
до 1000 мл H ₂ O	до 50 мл H ₂ O

Щодо основних зміни в запропонованій електрофоретичній системі, то вони передбачають зменшення концентрації ПАГ. Раніше використовувався 4,5 % ПАГ [27, 52], що дозволяло знизити нагрівання гелю, прискорюючи процес електрофорезу. Це також сприяло уникненню розмивання білкових зон, яке могло виникати через асоціацію казеїнів, навіть при використанні дезагрегууючих агентів. До складу гелю та буфера було додано 2-меркаптоетанол, оскільки без цього

реагенту неможливо розділити ефективно κ -CN і α_{S2} -CN. Через те що сечовина не мігрує під час електрофорезу, вона була виключена з буферів, це значно спростило приготування самого буфера, а також зменшило витрати високочистих реагентів. Для покращення електрофоретичного розділення було вирішено зменшити концентрацію буферу зразків у п'ять разів. Це дозволяє зробити область перед гелем, яка характеризується великою напруженістю і тим самим забезпечити так званий ефект сконцентровування білків на старті, подібно як у випадку з диск-електрофорезом. При цьому концентрація сечовини (яка не впливає на електропровідність) залишалася як в буфері для гелю, так і для зразка однаковою.

Для аналізу білки розчиняли в буфері для зразків, фільтрували, додавали бром феноловий синій. Зразок в комірку гелю наносили підшаровуванням під буфер. Оскільки густина зразка виходить значно вищою від густини електродного буферу, то сахарозу або гліцерин можна не додавати. Перед нанесенням зразків проводили префореуз при напрузі 100В 20-30 хвилин для видалення іонів персульфату амонію, який може вступати в реакцію з білками. Тривалість електрофорезу становила близько 60 хвилин при напрузі 150 В. фіксували, забарвлювали і відмивали гелі загальноприйнятими методами, використовуючи барвник амідочорний 10 Б і розчин метанолу та ацетат. Метод відносно простий, доступний і, разом з тим, дозволяє за короткий час отримувати ефективне розділення казеїнів.

Гель-фільтрація білків молока на сефадексах G-75, G-100, G-150 і G-200 [25]

Свіже молоко перед гель-фільтрацією знежирювали шляхом центрифугування на центрифугі Т-24 при 7000g 15 хвилин. Нижню білкову фазу відбирали, фільтрували і застосовували для нанесення на гель. Загальний казеїн після переосадження в ізоелектричній точці та інактивації протеолітичних ферментів розчиняли у хроматографічному буфері і центрифугували протягом 20 хвилин при 15000g на центрифугі Т-24. Супернатант використовували для розділення.

Гель-фільтрацію робили на колонках (2×70см) фірми “Reanal” (Угорщина). При цьому було використано сефадекси G-75, G-100, G-150 і G-200 від фірми “Pharmacia” (Швеція). Для побудови хроматограм вимірювали оптичну густину в зразках при 280 нм спектрофотометром СФ—46.

Калібрування колонок здійснювали використовуючи наступні білки з відомою молекулярною масою: сироватковий альбумін крові, лізоцим, овальбумін, лактатдегідрогеназу. Для визначення молекулярних мас невідомих білків будували графік залежності $\lg M$ маркерних білків від коефіцієнту доступності K_{av} , який визначали як:

$$K_{av} = \frac{V_e - V_o}{V_t - V_o}, \quad (1.1)$$

де V_t – загальний об’єм колонки;

V_o - вільний об’єм колонки;

V_e - об’єм виходу білка.

Кількість білка в об’єднаних хроматографічних фракціях визначали двома способами. Спектрофотометричним способом за значенням показника поглинання (280 нм) та гравіметричним способом після осадження в його ізоелектричній точці казеїну.

1.3 Результати дослідження

1.3.1 Перша стадія виділення к-казеїну

Щоб виділити загальний казеїн зі знежиреного молока використовують способи, які ґрунтуються на їх коагуляції при дії кальцію, йонів, сичужного ферменту чи температури.

Сичужна коагуляція казеїну. При дії сичужного ферменту відбувається гідроліз одного пептидного зв'язку к-казеїну з утворенням глікомакропептиду і пара-к-казеїну. Після відщеплення гідрофільного глікомакропептиду порушується гідрофільна оболонка міцел казеїну. Між ними розвиваються гідрофобні взаємодії, що призводить в кінцевому результаті до коагуляції казеїну. Недоліком такого способу є повне осадження казеїну і розпад к-казеїну. Тобто розпаду підлягає близько 70% молекул к-казеїну, що суттєво зменшує його вихід. При чому у випадку використання як молокозгортального агенту чистого хімозину розщеплення відбувається по пептидному зв'язку, утвореному фенілаланіном (105) і метіоніном (106). Гідрофобний поліпептид з к-казеїну (фрагмент 1 – 105) залишається у складі міцел і, відповідно, казеїнового згустку. Гідрофільний поліпептид (106 – 109) на якому розміщені всі олігосахаридні групи, залишається в розчині. При використанні замінників сичужного ферменту може відбуватися глибший гідроліз з утворенням низькомолекулярних пептидів. Очевидно, що цей спосіб не є ефективним для виділення к-казеїну, але може бути перспективним для отримання цінного гідрофільного пептиду (106 – 169), який має широке застосування у функціональному харчуванні, а також є джерелом біоактивних пептидів.

Кальцієва коагуляція. При кальцієвій коагуляції відбувається спільне осадження казеїну під впливом іонів Ca^{2+} і денатурації білків альбумінової і глобулінової фракцій. При цьому зростає розмір міцел казеїну за рахунок зв'язку йонів кальцію вільними гідроксильними групами фосфорної кислоти, яка входить до складу міцел. Проте, слід відзначити, що одержані осадки мають низьку розчинність, казеїни в значній мірі втрачають свою нативну структуру, можливе

забруднення препарату казеїну білками альбумінової і глобулінової фракцій молока.

Кислотна коагуляція. Коагуляція казеїнів досягається шляхом зміни рН середовища до досягнення ізоелектричної точки казеїнів (рН 4,6 ... 4,7) [44]. Для цього використовують різні неорганічні і органічні кислоти. Під дією кислот частково відщеплюється кальцій і відбувається дисоціація кислих груп. В ізоелектричній точці відбувається агрегація міцел і казеїн осаджується. Метод кислотної коагуляції не призводить до значної денатурації казеїнів. Окрім цього, це є природний процес, що відображає їх перетворення у травному тракті.

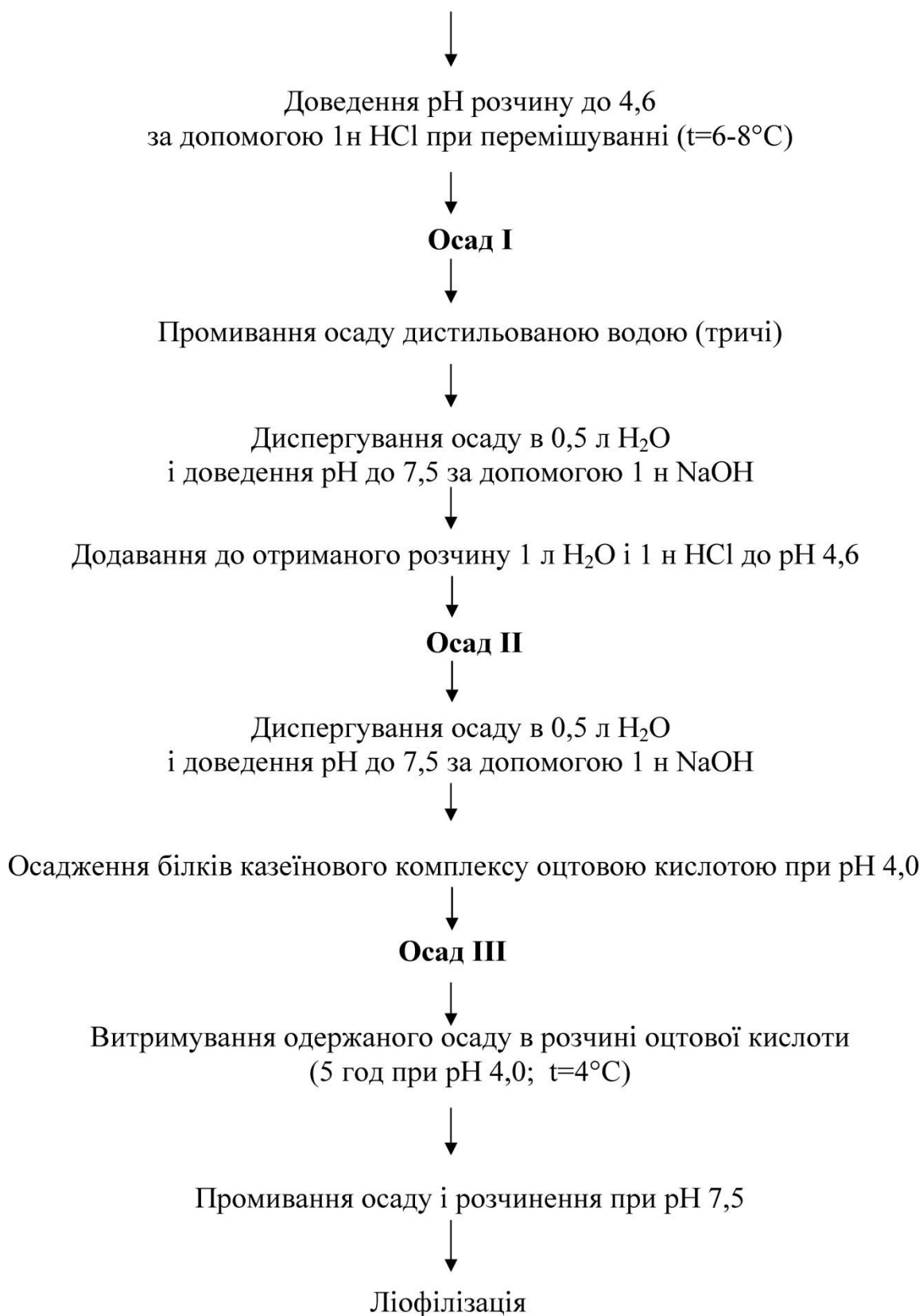
Безмембранний осмос. Це спосіб концентрування білків молока у системі «білок – полісахарид – вода» без участі мембран. Метод ґрунтується на термодинамічній несумісності полісахаридів та білків у водному середовищі. При цьому у системі одночасно перебувають два розчини полімерів із різним хімічним потенціалом розчинника. Роль мембрани у цьому випадку виконує міжфазна поверхня, утворена між розчинами полімерів, які один відносно іншого є термодинамічно несумісний. Метод дозволяє сконцентрувати білки молока. При цьому казеїни зберігають свою нативну структуру [45].

Таким чином на основі аналізу і апробації в лабораторних умовах нами було вибрано два методи для першої стадії виділення к-казеїну: безмембранного осмосу та кислотного осадження.

Зазначений спосіб так званого безмембранного осмосу був застосований для виділення загального казеїну у системі «знежирене молоко – пектин – вода» поряд з коагуляцією в присутності кислоти. Знежирене молоко було змішане з 6,5 % розчином із цитрусового пектину, після чого витримували за температури 4°C дві години. Виділення білкової фази здійснювали використовуючи ділильну лійку, а отриманий матеріал ліофільно висушували. Далі проводили аналізу фракційного складу суміші, використовуючи метод електрофорезу з використанням ПААГ.

Кислотне осадження казеїну проводили за такою схемою:

Свіже знежирене молоко, рН 6,7 (0,5 л) + дистильована вода (1 л)



1.3.2 Характеристика препарату загального казеїну

Одержані ліофілізовані препарати загального казеїну аналізували, використовуючи такі методи, як електрофорез (рис. 1.5) і гель-фільтрація (рис. 1.6). Для гель-фільтрації було застосовано декстрановий гель сефадекс G-150. Одержані електрофореграми і хроматограми свідчать, що в обох виділених препаратах наявні усі білки, властиві казеїновому комплексу.

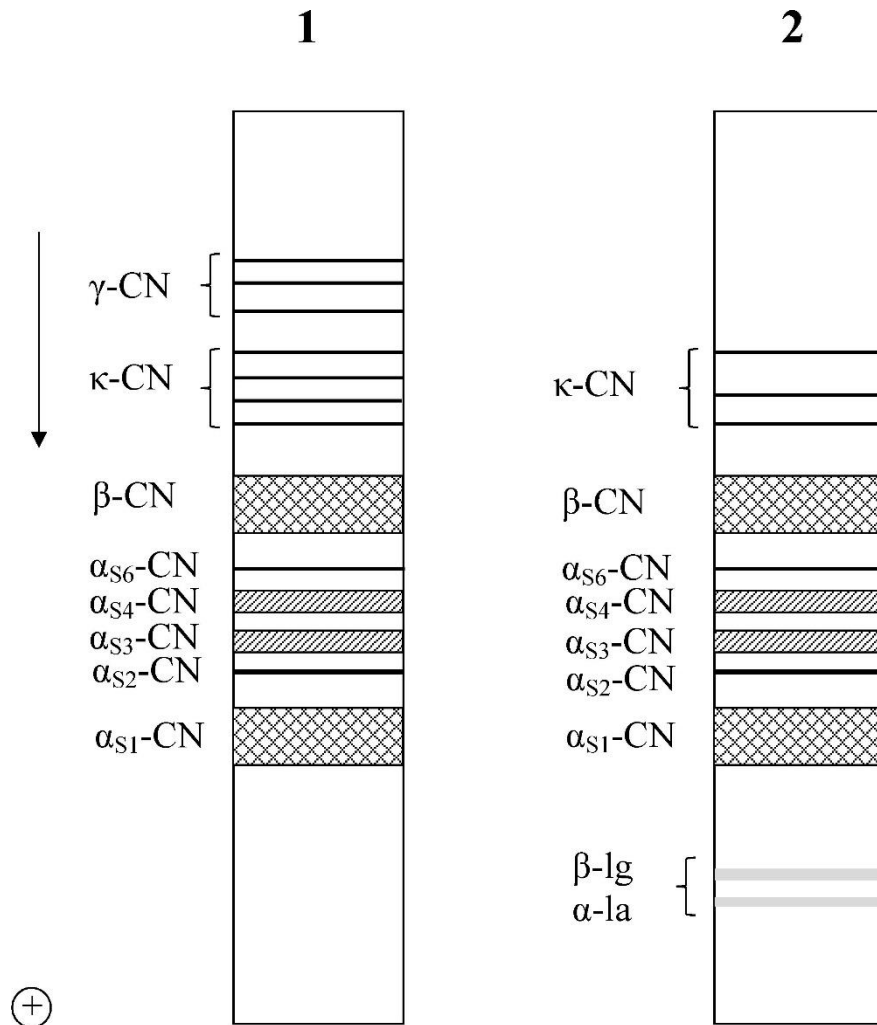


Рисунок 1.5 – Електрофореграма казеїнових білків, виділених методом кислотного осадження (1) та «без мембранного» осмосу (2)

Але у препараті, одержаному методом «безмембранного» осмосу, є домішки сироваткових білків молока, в інших джерелах вказано, що частина β-казеїну переходить у полісахаридну фазу [24]. Крім того, цей метод не забезпечує інактивацію протеази молока. Препарат кислотного казеїну не містить домішок

альбумінової і глобулінової фракції, а також використана методика виділення забезпечує повну інактивацію протеази.

Дослідження виділених препаратів з допомогою ексклюзивної хроматографії у присутності сечовини показав ідентичні хроматографічні профілі. Відмінності полягають в дещо більшому піку 1 (κ -CN) і 2 (β -CN) у випадку загального казеїну отриманого кислотним способом (рис. 1.6).

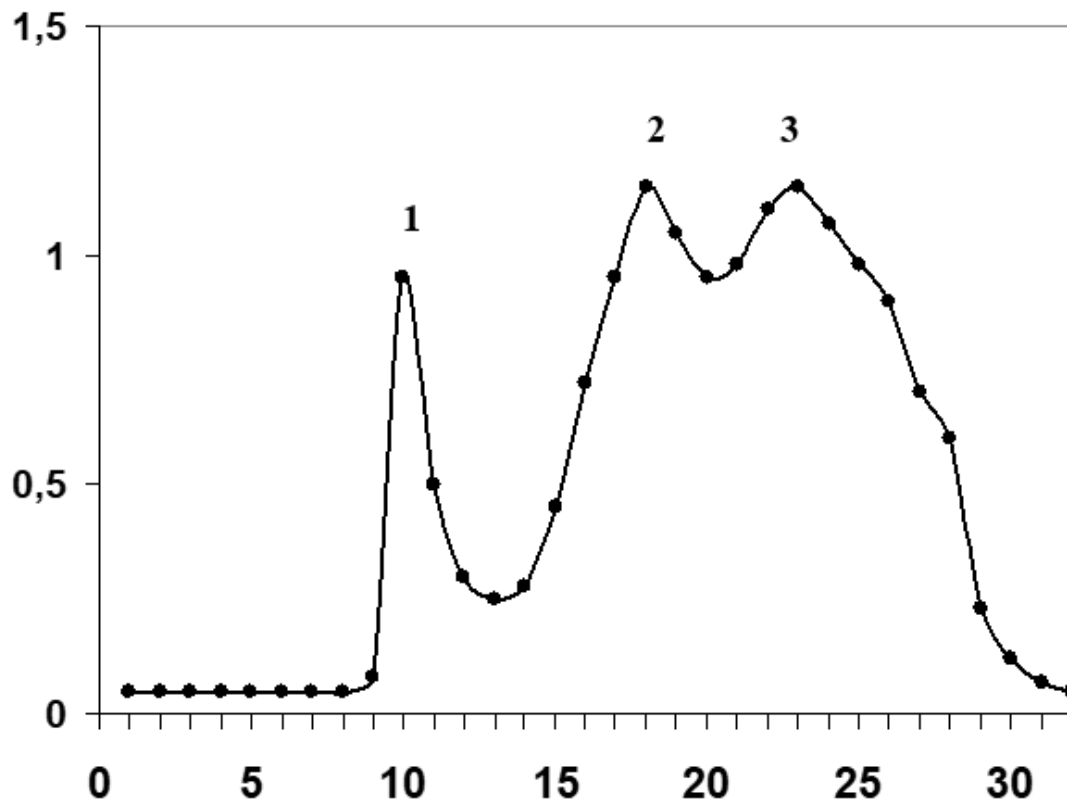


Рисунок 1.6 – Хроматограма виділеного кислотним способом загального казеїну після розділення у присутності сечовини на сефадексі G-150

Таким чином за результатами хроматографічного розділення та електрофорезу впливає, що кислотний казеїн доцільніше використовувати для подальшого виділення і одержання очищеного κ -казеїну.

1.3.3 Отримання гомогенного κ -казеїну

У різній літературі описано кілька способів виділення κ -казеїну, серед яких є диференціальне осадження за допомогою солей, етанолу, а ще й також різноманітні

варіанти йонообмінної хроматографії, що виконуються на колонці або у рідкій фазі [41, 42]. Серед основних недоліків таких способів можна відмітити вплив іонної сили, великих значень рН і денатуруючий ефект від дії органічного розчинника на к-казеїн, що спричиняє зміни в його просторовій структурі. Сильно чутливими до таких впливів є вуглеводневі компоненти [35]. Окрім того, згадані способи характеризуються тривалістю процесу, що збільшує ймовірність денатурації к-казеїну.

Таким чином, гель-фільтрація є перспективним способом для виділення к-казеїну, оскільки вона забезпечує фракціонування при створенні умов, максимально приближених до їх природного стану [27]. Гель-фільтрація має низьку ефективність для аналізування та для поділу білка казеїнового комплексу через подібність їхніх молекулярних мас [25]. Однак винятком є к-казеїн, здатний утворювати агрегати завдяки міжмолекулярним дисульфідним зв'язкам [37]. Ці агрегати можуть досягати молекулярної маси понад 100 000 Да, що дає змогу їх відокремлення від інших казеїнів.

Отже, щоб відділити к-казеїн, було обрано сефадекс G-150 [25]. Гель-фільтрацію отриманого загального казеїну було проведено на колонці для хроматографії, розміри якої 1,5×70 см. При цьому не застосовували денатуруючі та редукуючі агенти. Під час процедури гель-фільтрації збирали по 2 см³ елюенту. Результати типового розділення загального казеїну (117 мг), розчиненого до нанесення в 7 см³ хроматографічного буфера, представлені на рис. 1.7. На ньому помітно перший пік, що відповідає вільному об'єму колонки. Інші піки (II і III), умовно виділені (заштриховані на рис. 1.7), мають нечітке розділення.

Фракції I піку і фракції піків II та III застосовували для електрофоретичного аналізу на ПААГ пластинках. Щоб підготувати зразки, брали аліквоти із кожної об'єднаної фракції, які піддавали діалізу проти води за температури 7°C із додаванням консерванту. Далі ці білки були осаджені шляхом зниження рН за допомогою 0,1 Н хлоридної кислоти до досягнення значення, що відповідає ізоелектричній точці. На цьому етапі вже було помітно відмінності у властивостях білків із різних піків: казеїни другого піку осідали під час діалізу навіть без

додавання кислоти, тоді як білки першого піку виявилися найбільш стабільними в розчині.

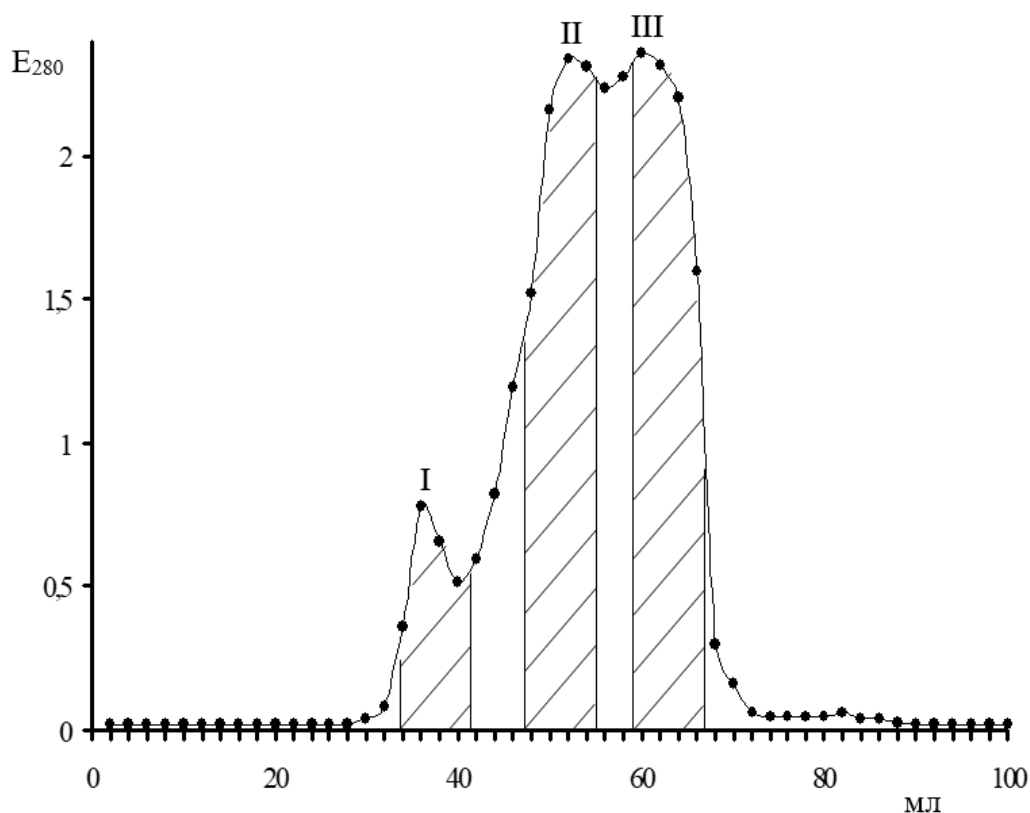


Рисунок 1.7 – Хроматограма загального казеїну, отримана гел'є-фільтрацією на сефадексі G-150 без денатуруючих агентів

Білки, що були осаджені, далі центрифугували на центрифугі (3000 g протягом 15 хвилин), промивали водою та розчиняли у буфері, призначеному для взірців. Щоб вирівняти концентрацію білків у досліджуваних взірцях, визначали їхню екстинкцію за допомогою спектрофотометра при $\lambda=280$ нм [27]. Для електрофорезу в кожену комірку було використано по 9 мкл взірця. Як контрольний взірець брали загальний казеїн, деякий кількість якого власне піддавалася фракціонуванню на сефадексі G-150. Результати електрофорезу наведено на рисунку 1.8.

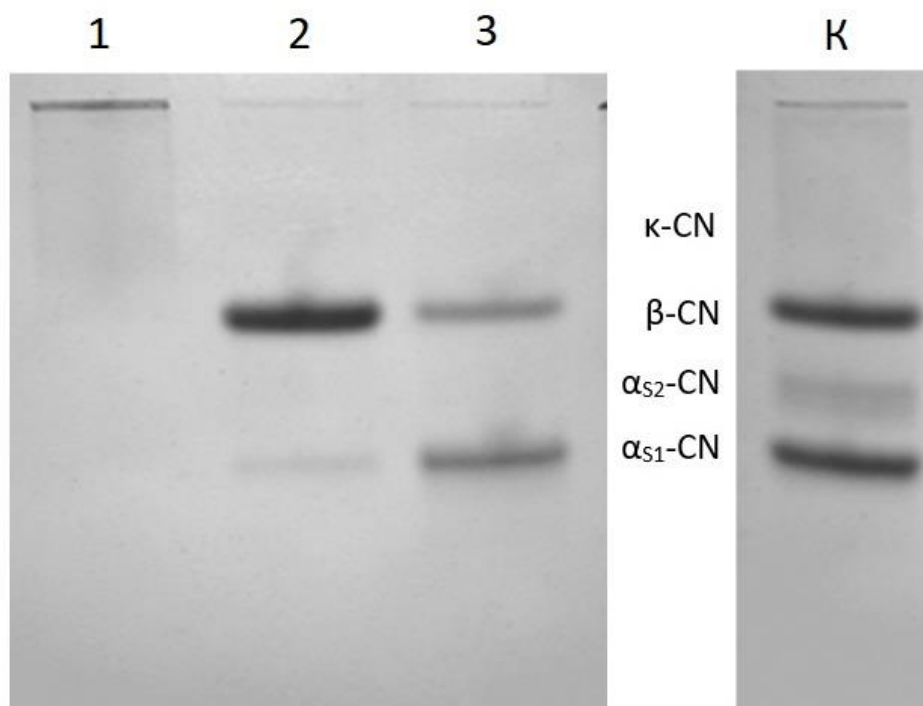


Рисунок 1.8 – Електрофореграма загального казеїну (К), а також об'єднаних фракцій піків I (1), II (2), III (3) після гел-фільтрації на сефадексі G-150 без використання денатуруючих агентів

Електрофореграма свідчить, що пік I складається з κ-казеїну зі слідами β-казеїну. Фрагменти β-казеїну, що мали низьку електрофоретичну рухливість та малу молекулярну масу, були відсутні. Відсутність α_{S2} -казеїнів у піку I підтверджує припущення, що α_{S2} -казеїни, які також містять залишки цистеїну, переважно формують внутрішньомолекулярні сульфгідрильні зв'язки і не утворюють високомолекулярних агрегатів [39].

Фракції піків II і III складаються зі суміші α_S -CN та β-CN, як це зазначено в літературі [25]. Розподіл казеїнів між цими піками є нерівномірним: другий пік містить більше β-казеїну, тоді як третій пік збагачений α_S -казеїнами.

Запропонована нами схема дозволяє забезпечити достатньо високий вихід електрофоретично чистого κ-казеїну у відносно «м'яких» умовах.

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

2.1 Характеристика місця розташування підприємства

У молокопереробній галузі підприємства розташовують якомога ближче до місця збуту. Це зумовлено тим, що молочні продукти мають нетривалий термін зберігання. Місце розміщення підприємства має прямий вплив на можливі економічні прибутки.

Визначимо, яку кількість продукції буде вироблено протягом року. Розрахунок ведемо згідно асортименту масла. Протягом зміни виробляється 1759,41 кг масла вершкового. Підприємство працюватиме 500 змін у рік.

$$P_{\text{річ.}} = 1759,41 \times 500 = 879\,705 \text{ кг}$$

Визначимо чисельність населення міста, якщо нормою споживання масла вершкового для однієї людини є 5 кг:

$$Ч_{\text{нас.}} = \frac{879\,705}{5} = 175\,941 \text{ чол}$$

Обираємо місто Луцьк.

Таблиця 2.1 – SWOT-аналіз для проєктованого підприємства

Сильні сторони - Використання якісної сировини, що відповідає вимогам стандарту ДСТУ 3662:2018. Закупівля сировини ведеться із перевірених фермерських господарств, де підтримуються належні умови утримання і годівлі корів - Упровадження на виробництві системи НАССР, що допоможе виробляти якісну і безпечну харчову продукцію - Використання сучасного обладнання на підприємстві, яке піддається автоматичній мийці та має функцію автоматичного контролю технологічних процесів	Слабкі сторони - Відсутність достатньої кількості коштів для підтримання усіх аспектів, що потрібні для розвитку підприємства, зокрема маркетингу - Високі ціни на сировину і ресурси, що необхідні для виробництва. - Невеликий асортимент продукції - Для покупців новий виробник невідомий на ринку, тому вони сумніваються у придбанні продукції
Можливості - Залучення коштів інвесторів для розвитку підприємства - Розширення асортименту, із виробництвом продуктів підвищеної біологічної цінності і з різноманітними наповнювачами	Загрози - Нестабільна економічна ситуація - Підвищення податків та ріст цін на енергоресурси - Занепад молочного скотарства

2.2 Характеристика сировинної зони

Проектоване підприємство повинне переробляти 34 т молока-сировини протягом одної зміни. Заплановано, що воно працює у 2 зміни. Щоб забезпечити повний обсяг сировини, необхідно постачати її із декількох районів Волинської області. Також можлива доставка із районів Рівненської області через близькість до міста Луцьк. Закупівля молока буде проведена із фермерських господарств різної форми власності згідно інструкцій про здійснення купівлі молочної сировини. Ринкові умови встановлюють ціну при купівлі, корегуючись від установлених базисних норм білку та жиру, що на даний час складають 3,0 % та 3,4 % відповідно. На фермах молоко буде попередньо очищуватись та охолоджуватись.

Молоко повинно привозитись спецтранспортом, який буде забезпечувати сталу температуру під час перевезення. Для кожної закупленої партії сировини укладається товарно-транспортна накладна за усталеною формою, у ній має бути зазначено час доставки та приймання молока, також мають бути вказані показники сировини. Молоко повинне прийматись відповідно ДСТУ 3662:2018, бути свіжим, натуральним та одержаним від здорових корів.

Волинська область має досить велике поголів'я корів, в порівнянні з іншими областями. Ця кількість сягає понад 27 тис. В основному тут поширена українська чорно-ряба молочна порода. Найбільшими господарствами області є:

ТОВ «Прогрес»,

ПОСП імені Івана Франка,

СПП «Рать».

Загалом, Волинська область є сприятливою для будівництва молокопереробного підприємства. Тут сприятливий клімат та ґрунти, щоб вирощувати кормові культури в достатній кількості. Наявне велике поголів'я, що зможе забезпечити підприємство достатньою кількістю сировини.

2.3 Обґрунтування асортименту молочної продукції

На підприємстві заплановано виробляти наступний асортимент молокопродуктів: масло солодковершкове екстра 82,5 %, масло кисловершкове бутербродне 62 %, сир кисломолочний нежирний, йогурт нежирний, кисломолочний напій «Біомаслянка» дієтична.

Вершкове масло є високожирним молочним продуктом, що присутній у щоденному раціоні населення. Масло багате вітамінами. Воно корисне для шкіри, зору, а також покращує імунітет. Масло є висококалорійним продуктом, тому його потрібно вживати невеликими порціями. Воно часто використовується в кулінарії: для приготування каш, випічки, бутербродів для смаження. Молочний жир дуже корисний і добре засвоюється організмом, через температуру плавлення, яка є близькою до температури тіла людини.

На підприємстві буде перероблятися вторинна сировина, що утворилась при виготовленні масла, а саме: знежирене молоко та маслянка.

Знежирений сир кисломолочний – це продукт, що володіє дієтичними властивостями, при цьому в ньому міститься висока частка білку, який має в складі всі незамінні амінокислоти. Кисломолочний сир можна споживати як окремий продукт, або використовувати його у приготуванні інших страв, зокрема сирників, налисників із сиром, вареників, запіканок. Порція сиру кисломолочного масою 300 г може задовольнити денну норму білку.

Знежирений йогурт – кисломолочний дієтичний напій, корисний своєю мікрофлорою для травної і імунної системи.

«Біомаслянка» дієтична – кисломолочний напій, що вироблений із маслянки, яка є цінним джерелом лецитину, що корисний для нервової системи. Окрім цього, в маслянці є багато біологічно цінних сполук.

Отже, обраний асортимент є вдало підібраним, оскільки всі продукти мають високу біологічну цінність, а також користуються попитом споживачів. Варто відмітити також те, що при виробництві виконується переробка вторинної сировини.

2.4 Характеристика каналів реалізації продукції

Каналами реалізації називають способи, якими здійснюється постачання товару від виробника до споживача. Для збуту пропонуємо наступні шляхи реалізації.

1. Через роздрібну торгівлю – асортимент буде реалізовуватись у великих торгівельних мережах, дрібних крамницях. Виробник в такому разі повинен сам організовувати доставку виробленої продукції. Також, цим можуть займатись торгові представники підприємства.

2. Оптові продажі – для такої реалізації залучають дистриб'юторів, що використовують власні канали та зв'язки для збуту асортименту. Проте, у цьому разі, виробник не може відслідкувати правильність зберігання і транспортування харчових продуктів.

3. Постачання продуктів напряду до закладів громадського харчування, їдалень шкіл, садочків, підприємств цілими партіями.

4. Експорт – Волинська область межує із країною ЄС, тому при виконанні стандартів при виробництві можна реалізовувати таким способом масло, оскільки в нього триваліший термін зберігання в порівнянні із кисломолочною продукцією.

5. Продаж за допомогою онлайн-торгівлі – в сучасному темпі життя, люди цінують свій час, тому часто замовляють доставку продуктів. Спосіб реалізації через маркетплейси дозволяє охопити ширше коло споживачів. При цьому, можна застосовувати таргетовану рекламу виробництва і асортименту на різних ресурсах і в соціальних мережах, що зробить марку впізнаваною для споживачів.

3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

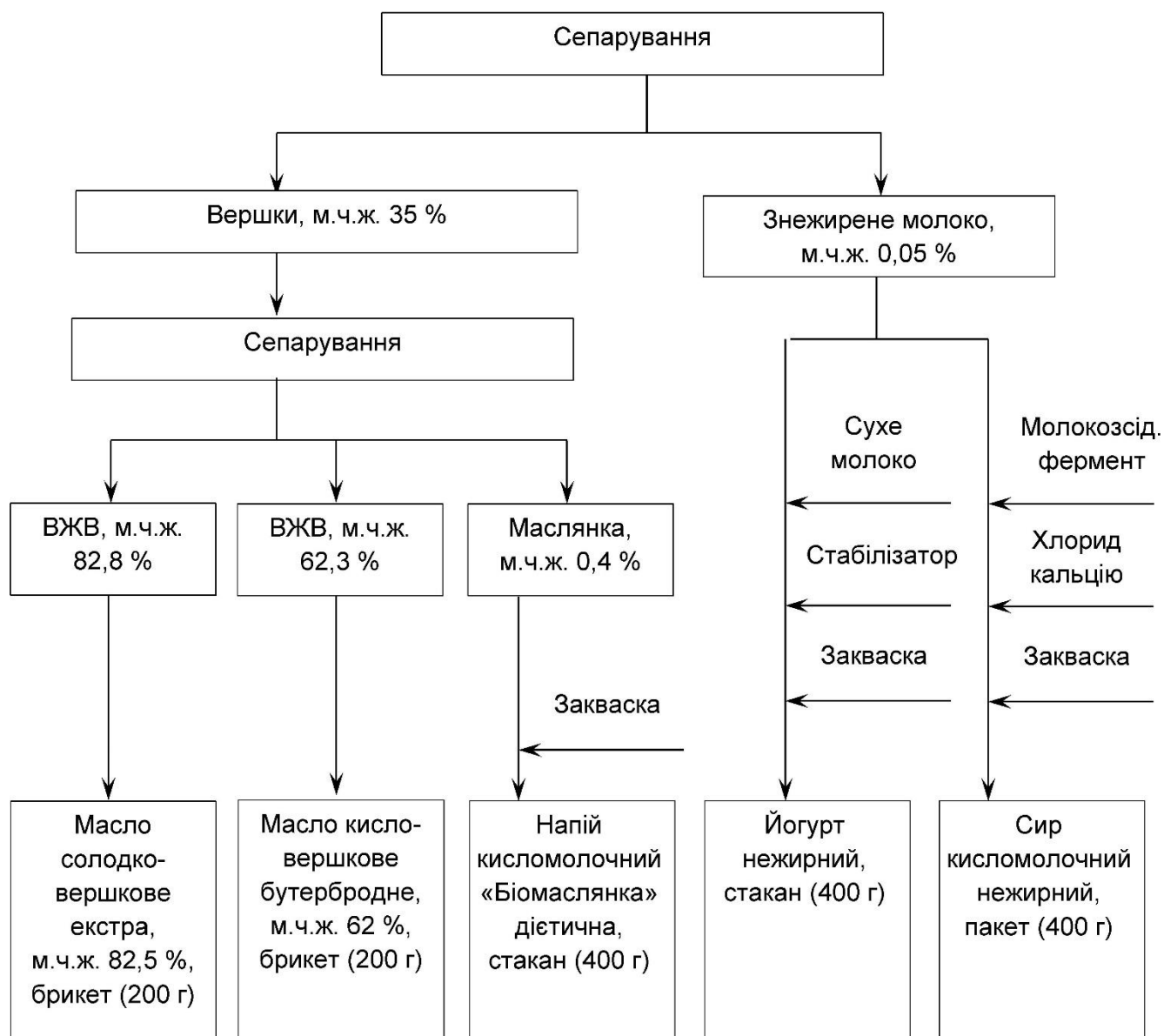
3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1 Таблиця початкових даних для обчислення продуктів

Таблиця 3.1 – Початкові дані для обчислень

Назва товару	м.ч.ж., %	Маса незбира- ного молока, кг	Метод виготовлення	Пакування	Норма витрат, кг/т	Нормативна документ- тація
Масло солодко- вершкове екстра	82,5	34000	Перетво- рення високо- жирних вершків	Брикет, 200 г	—	ДСТУ 4399 : 2005
Масло кисло- вершкове бутербродне	62					
Сир кисло- молочний нежирний	—		На лінії Donido	Пакети, 400 г	7096/ 1005,5	ДСТУ 4554 : 2006
Йогурт нежирний	—		Резервуарний	стакан пласти- ковий, 400 г	1014,2	ДСТУ 4343 : 2004
Кисло- молочний напій «Біомаслянка» дієтична	—		Резервуарний		1011,8	ТУ У 15.5 - 19492247-004- 2003

3.1.2 Схема основних напрямків технологічної обробки сировини



3.1.3 Розрахунок продуктів та сировини

3.1.3.1 Масло екстра (м.ч.ж. 82,5 %)

1. Масу вершків обчислюємо за формулою [19]:

$$m_{\text{в}} = \frac{m_{\text{незб.м.}} \cdot (Ж_{\text{незб.м.}} - Ж_{\text{зн.м.}})}{Ж_{\text{в.}} - Ж_{\text{зн.м.}}} \cdot \frac{100 - B_{\text{вершк.}}}{100}; \quad (3.1)$$

$$B_{\text{вершк.}} = 0,38\%$$

$$m_{\text{в}} = \frac{34000 \cdot (3,8 - 0,05)}{35 - 0,05} \cdot \frac{100 - 0,38}{100} = 3634,21 \text{ кг}$$

Для масла екстра використовуємо 1900 кг вершків, а для бутербродного масла – 1734,21 кг відповідно.

2. Масу знежиреного молока розраховуємо за формулою [19]:

$$m_{\text{зн.м.}} = (m_{\text{незб. м.}} - m_{\text{в.}}) \cdot \frac{100 - B_{\text{зн. м.}}}{100}; \quad (3.2)$$

$$B_{\text{зн.м.}} = 0,4\%$$

$$m_{\text{зн.м.}} = (34000 - 3634,21) \cdot \frac{100 - 0,4}{100} = 30244,32 \text{ кг}$$

3. Масу масла екстра обчислюємо за формулою.:

$$m_{\text{масла экс.}} = \frac{m_{\text{в.}} \cdot (Ж_{\text{в.}} - Ж_{\text{маслянки}})}{Ж_{\text{вжв}} - Ж_{\text{маслянки}}} \cdot \frac{100 - B_{\text{масла}}}{100}; \quad (3.3)$$

$$m_{\text{масла экс.}} = \frac{1900 \cdot (35 - 0,4)}{82,8 - 0,4} \cdot \frac{100 - 0,46}{100} = 794,15 \text{ кг}$$

4. Масу маслянки визначаємо за формулою.:

$$m_{\text{маслянки}} = (m_{\text{в}} - m_{\text{масла экс.}}) \cdot \frac{100 - B_{\text{маслянки}}}{100}; \quad (3.4)$$

$B_{\text{маслянки}} = 2\%$ – для методу ПВЖВ;

$$m_{\text{маслянки}} = (1900 - 794,15) \cdot \frac{100 - 2}{100} = 1083,73 \text{ кг}$$

3.1.3.2 Масло кисломолочне бутербродне (м.ч.ж. 62 %)

На цей вид масла використаємо 1734,21 кг вершків, що були отримані за допомогою сепарування молока

1. Масу масла бутербродного визначаємо за формулою (3.3):

$$m_{\text{масла бут.}} = \frac{1734,21 \cdot (35 - 0,4)}{62,3 - 0,4} \cdot \frac{100 - 0,46}{100} = 964,91 \text{ кг}$$

2. Визначаємо масу маслянки:

$$m_{\text{маслянки}} = (1734,21 - 964,91) \cdot \frac{100 - 2}{100} = 753,91 \text{ кг}$$

3.1.3.3 Сир кисломолочний нежирний

Молоко знежирене, отримане при сепаруванні, будемо використовувати на виробництво сиру і йогурту. На сир відберемо 23000 кг.

1. Визначаємо вміст білка у молоці незбираному:

$$B_{\text{незб. мол.}} = 0,5 \cdot J_{\text{незб. мол.}} + 1,3$$

$$B_{\text{незб. мол.}} = 0,5 \cdot 3,8 + 1,3 = 3,2\%$$

2. Визначаємо білок знежиреного молока:

$$B_{\text{знеж. мол.}} = \frac{B_{\text{незб. мол.}}(100 - J_{\text{знеж. мол.}})}{100 - J_{\text{незб.м.}}}$$

$$B_{\text{знеж. мол.}} = \frac{3,2 (100 - 0,05)}{100 - 3,8} = 3,32 \%$$

Норма витрат $N_{\text{витр}} = 7096 \text{ кг/1т}$

3. Визначаємо масу сиру кисломолочного

$$m_{\text{сиру}} = \frac{m_{\text{знеж. мол.}} \cdot 1000}{N_{\text{вitr.}}}$$

$$m_{\text{сиру}} = \frac{23000 \cdot 1000}{7096} = 3241,26 \text{ кг}$$

4. Обчислюємо тепер масу отриманого готового продукту

$$m_{\text{г.пр.}} = \frac{m_{\text{сиру}} \cdot 1000}{N}$$

Норми витрат, які враховують втрати при фасуванні: $N = 1005,5 \text{ кг/т}$

$$m_{\text{г.пр.}} = \frac{3241,26 \cdot 1000}{1005,5} = 3225,14 \text{ кг}$$

5. Визначаємо масу сироватки при нормі її збирання $B = 75\%$

$$m_{\text{сироватки}} = m_{\text{зн.м.}} \cdot B$$

$$m_{\text{сироватки}} = 25000 \cdot 0,75 = 18750 \text{ кг}$$

3.1.3.4 Йогурт нежирний

Для виробництва йогурту залишилося молока знежиреного у кількості:

$$30244,32 - 23000 = 7244,32 \text{ кг}$$

Для розрахунку використаємо наступну рецептуру (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Рецептура для розрахунку

Сировина	Маса, кг	
	Не враховуючи втрати	Враховуючи втрати
Знеж. молоко (м.ч.ж. 0,05 %)	969,0	982,76
Молоко знежирене сухе	13,0	13,18
Стабілізатор	18,0	18,26
Усього	1000,0	1014,2

Визначимо, скільки нормалізованої суміші можна виготовити із 7244,32 кг молока знежиреного:

$$\begin{aligned} & 982,76 \text{ кг} - 1014,2 \text{ кг} \\ & 7244,32 \text{ кг} - x \\ & x = \frac{7244,32 \cdot 1014,2}{982,76} = 7476,08 \text{ кг} \end{aligned}$$

При цьому використаємо наступну кількість інших компонентів:

- молоко сухе знежирене

$$\begin{aligned} & 13,18 \text{ кг} - 1014,2 \text{ кг} \\ & x - 7476,08 \text{ кг} \\ & x = \frac{13,18 \cdot 7476,08}{1014,2} = 97,16 \text{ кг} \end{aligned}$$

- стабілізатор

$$\begin{aligned} & 18,26 \text{ кг} - 1014,2 \text{ кг} \\ & x - 7347,19 \text{ кг} \\ & x = \frac{18,26 \cdot 7476,08}{1014,2} = 134,60 \text{ кг} \end{aligned}$$

Перевірка: $7244,32 + 97,16 + 134,60 = 7476,08 \text{ кг}$.

Готового продукту після фасування отримаємо:

$$m_{\text{йогурту}} = \frac{7476,08 \cdot 1000}{1014,2} = 7371,40 \text{ кг}$$

3.1.3.5 Напій кисломолочний «Біомаслянка» дієтична

На виробництво цього напою використовуємо всю маслянку, відділену при отриманні ВЖВ:

$$m_{\text{маслянки}}^{\text{заг}} = 1083,73 + 753,91 = 1837,64 \text{ кг}$$

Враховуючи виробничі втрати, маса кінцевого продукту буде такою:

$$m_{\text{біомаслянки}} = \frac{1837,64 \cdot 1000}{1011,8} = 1816,21 \text{ кг}$$

3.1.4 Загальна таблиця розрахунку продуктів

Таблиця 3.3 – Загальна таблиця розрахунків

Назва продукту		Масло солодко- вершкове екстра, м.ч.ж. 82,5 %	Масло кисло- вершкове бутербродне, м.ч.ж. 62 %	Сир кисло- молочний нежирний	Йогурт нежирний	Кисломолочний напій «Біомаслянк» дієтична	Загалом
Маса кінцевого продукту, кг		794,5	964,91	3225,14	7371,40	1816,21	14172,16
Маса молока незбираного 3,8%, кг		34000					34000
Витрати на виробництво	Знежирене молоко, м.ч.ж. 0,05%	—	—	23000	7244,32	—	30244,32
	Вершки, м.ч.ж. 35%, кг	1900	1734,21	—	—	—	3634,21
	Сухе незжирене молоко	—	—	—	97,16	—	97,16
	Стабілізатор	—	—	—	134,60	—	134,60
	Маслянка, м.ч.ж. 0,4 %	—	—	—	—	1837,64	1837,64
Отримано при виробництві, кг	Молоко знежирене	30244,32		—	—	—	30244,32
	Маслянка	1083,73	753,91	—	—	—	1837,64
	Сироватка	—	—	18750	—	—	18750

3.2 Вибір й обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва молочних продуктів

3.2.1 Вимоги до якості сировини для виробництва молочних продуктів

Незбиране молоко повинно відповідати якісним показникам, визначеним у ДСТУ 3662:2018. Відповідно до цього стандарту воно поділяється на три гатунки, а саме екстра, вищий і перший. Виробники молока повинні дотримуватися технології утримання ВРХ, режимів годівлі, умов доїння, забезпечувати належну первинну обробку молока, що є гарантією постачання на підприємство сировини належної якості.

До органолептичних показників молока висувають наступні вимоги. За консистенцією має бути однорідна рідина без наявності білкових пластівців та осаду; смак, запах мають бути чистими, характерними для свіжого молока, а сторонні присмаки та запахи не допускаються. Кислотність молока не повинна перевищувати 19 °Т. При поділі молока на гатунки звертають увагу й на такі мікробіологічні показники, як ступінь бактеріального обсіменіння та кількість соматичних клітин (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні характеристики незбираного молока [7]

Назва показника	Значення для гатунку:		
	екстра	вищого	першого
КМАФАнМ, тис. КУО/см ³	≤ 100	≤ 300	≤ 500
Соматичні клітини, тис./см ³	≤ 400	≤ 400	≤ 500

Вершки, що застосовуються для виробництва масла, повинні відповідати вимогам, встановленим у ДСТУ 8131:2015 «Вершки-сировина. Технічні умови»:

- консистенція – однорідна, без наявності механічних домішок; грудочки жиру мають бути відсутні; сліди заморожування, наявність пластівців білка – не допускаються;

- смак і запах – чистий, без сторонніх домішок; вершки повинні мати солодкуватий присмак.
- колір вершків – білий, світло-жовтий.

Отримані при сепаруванні вершки мають бути охолоджені до температури не вище 6 °С.

Маслянка – це плазма вершків, яку отримують у процесі їх сепарування [22]. Для маслянки, яка вноситься при приготуванні нормалізованої суміші для масла з наповнювачами і використовується для напою кислотність, має мати не більшою, ніж 20 °Т.

3.2.2 Опис основних технологічних операцій при виробництві молочних продуктів

Вершкове масло планується отримувати способом переробки високожирних вершків [15]. Цей метод виробництва масла базується на складних фізико-хімічних процесах, що відбуваються під час термомеханічної обробки вершків, зокрема зміні агрегатного стану гліцеридів молочного жиру та руйнуванні ліпопротеїнових оболонок кульок жиру.

При цьому способі концентрування жирової фази до рівня, що відповідає її вмісту у готовому маслі відбувається під час сепарування вершків (м.ч.ж. 35%) у гарячому стані [15]. Необхідно зазначити, що усі процеси до моменту маслоутворення відбуваються за температур, вищих від точки плавлення жиру (65-95 °С). А власне на завершальному етапі, під час маслоутворення, отримані на попередніх операціях високожирні вершки швидко охолоджуються (цей процес проходить зі швидкістю 0,3-0,6 °С/с) до температури 12-16 °С і разом з цим вони інтенсивно перемішуються. За таких умов молочний жир частково твердне, що призводить до зниження стабільності емульсії «масло у воді», характерної для вершків. В результаті вона перетворюється на обернену емульсію «вода в маслі», що є властивою для вершкового масла. Таким чином на виході із маслоутворювача, який використовується для виробництва масла, продукт має температуру 12-17 °С і

за виглядом – це текуча маса. Подальший процес затвердіння гліцеридів та формування структури масла завершується у тарі після його фасування.

Виробничий технологічний процес включає наступні етапи.:

Молоко:

- Приймання молока;
- Підігрів та сепарування молока.

Вершки середньої жирності (м.ч.ж. 32...37 %):

- Вакуумне і теплове оброблення;
- Сепарування.

Високожирні вершки:

- Нормаліація ВЖВ;
- Термомеханічне оброблення ВЖВ.

Масло вершкове:

- Фасування, пакування;
- Зберігання.

Для виготовлення масла беруть незбиране молоко, що повинно відповідати вимогам діючого стандарту, вершки, отримані сепаруванням незбираного молока, переважно з м.ч.ж. 28-55%, а також вершки пластичні й підсирні [9].

При виробництві вершкового масла бутербродного застосовують підсирне масло – напівфабрикат, що отримують на основі підсирних вершків.

Згідно з результатами лабораторних досліджень і органолептичної оцінки, молоко, яке поступає на виробництво, підлягає сортуванню відповідно до діючих нормативних вимог [7]. Рішення щодо застосування несортového типу молока приймається індивідуально, у залежності від виявлених дефектів. Отримане від постачальників молоко підлягає тимчасовому резервуванню або одразу ж відправляється на переробку. Але необхідно врахувати, що для роботи сепараторів необхідний певний запас, що забезпечить їх завантаження протягом 20-30 хвилин.

Молоко нижчої якості сепарується окремо, а вершки, отримані від нього, обробляються окремо наприкінці виробничого процесу.

Жирність вершків визначається відповідно до технологічних вимог. Для виробництва масла методом ПВЖВ потрібно, щоб їхня жирність була в межах 32-37 %. Під час сепарування утворюються вершки, які негайно охолоджують до 6-8 °C і зберігають в ємностях до подальшої переробки, при цьому їх температура не повинна перевищувати 10 °C.

Дезодорація та пастеризація вершків

Основним завданням пастеризації є знищення патогенних мікроорганізмів, мінімізація залишкової мікрофлори, інактивація ферментів та формування характерного смаку й аромату масла [5]. Температура пастеризації для вершків обирається залежно від їх якості, зокрема, кислотності, а також наявності невластивих вершкам запахів та присмаків. Якщо у вершках встановлено підвищену кислотність, то для запобігання пригоранню білка на гріючих поверхнях пастеризацію ведуть при нижчих температурах.

Важливою є стабільність температури пастеризації. Якщо вона відхиляється вниз від норми, то такі вершки не можуть бути допущені до виробництва та мають пройти повторну пастеризацію. Зазвичай, пастеризацію проводять один раз, так як багаторазове термічне оброблення негативно впливає на якість масла.

При виявленні у вершках неприємних запахів або кормових дефектів рекомендується підвищити температуру теплової обробки, а також застосовувати дезодорацію.

Дезодорацію проводять для корекції смаку і запаху вершків. Це процес парової дистиляції, що дозволяє видалити небажані ароматичні компоненти з масла. Вершки спочатку підігрівають у пастеризаторі до 80 °C, після чого їх піддають дезодорації в вакуум-дезодораційній установці при розрідженні до 0,04-0,06 МПа. При цьому температура кипіння вершків складає 65...70 °C, а обробка триває 4-5 секунд. Для більш ефективного видалення летких речовин можна підвищити температуру дезодорації до 92-95 °C, знижуючи розрідження до 0,02-0,04 МПа. Після дезодорації, задля усунення можливого незвичного смаку, що

з'являється після обробки, проводять повторну пастеризацію вершків при температурі до 95 °С.

Отримання високожирних вершків

ВЖВ одержують шляхом сепарування у спеціалізованих сепараторах. Барабан сепаратора до пуску на нього вершків підлягає промиванню гарячою водою, яка потім із сепаратора видаляється під тиском через отвір відведення маслянки. За продуктивністю сепаратор налаштовують так, щоб вміст жиру у маслянці був не вище 0,5 %.

Для стабільної роботи сепаратора, необхідно використовувати молоко високої якості, тобто з кислотністю плазми не більше 25°Т, а також молоко повинно проходити належне сортування, тобто вершки мають мати однорідну жирність і температуру. Після закінчення роботи сепаратора вершки вільно витікають з приймальних пристроїв сепаратора та через спеціальні направляючі лотки стікають по стінках ванн. Вільний витік дозволяє запобігти збагаченню вершків повітрям.

Оскільки кількість зв'язаної вологи у ВЖВ змінюється в залежності від якісних показників вершків (від 0,2 до 0,8 %), тому це значення потрібно періодично контролювати шляхом порівняння вмісту вологи у ВЖВ після нормалізації та в отриманому з них маслі.

Невідповідність вимог може призвести до надмірного витопплення жиру, випару вологи, надмірної борошністості та шаруватості, а також недостатньої термостійкості продукту.

Перетворювання високожирних вершків на масло

Нормалізовані ВЖВ перекачують в маслоутворювач за допомогою насоса. У маслоутворювачі завдяки швидкому охолодженню вершків та одночасній інтенсивній механічній обробці вони перетворюються на масло.

Щоб змити залишки масла зі стінок ванни, разом із вершками у ванну також додають теплу маслянку або воду. Далі ці змиви направляють назад у

маслоутворювач. Одночасно із цим припиняють подавання розсолу в маслоутворювач, а отриманий продукт сепарують. Отримані вершки відправляють у холодильні камери на одну добу. Далі їх переправляють на пастеризацію, сепарування та переробляють разом із наступною партією вершків.

Фасування та пакування масла

Вершкове масло після його отримання на масловиготовлювачі подається у ящики, які для контролювання маси (нетто – 20 кг) знаходяться на вагах. Перед пакуванням внутрішню поверхню ящиків вистеляють пергаментом або фольгою. Пергаментні листи для бокових стінок розміщують на шаблоні так, щоб сторона довжиною 470 мм покривала верхній край ящика, а інші краї виступали на 45 мм з боків і на 52 мм знизу. Верхні кути пергаменту загинають вгору по краях шаблону, а інші сторони – вниз. Підготовлений пергамент укладається в ящик: спершу покривають бокові стінки, потім додають подовжній лист розміром 250×760 мм, який перекриває дно на 132 мм і має запас у 400 мм для покриття верхньої частини масла та 20 мм для загины. Ще один такий лист кладуть на лівий торець для повного закриття дна.

Масло укладається в ящик щільно, без утворення порожнин, із рівною поверхнею. Для цього його періодично вирівнюють лопаткою. Завершивши заповнення, поверхню масла розгладжують лінійкою, накривають пергаментом і закривають кришкою з картону, яку закріплюють спеціальною стрічкою.

Паковані ящики направляють у холодильну камеру, де їх укладають у три або чотири ряди по висоті. Після охолодження, наступного дня, масло перекладають у штабелі до вісім ящиків у висоту. Якщо масло фасують у брикети, його обгортають пергаментом або фольгою та пакують у картонні коробки.

Зберігання масла

Після фасування масло підлягає негайному охолодженню. Швидке охолодження та низька температура при завершенні цього процесу забезпечують високу стабільність продукту. Через низьку теплопровідність масла в

маслосховищах підтримують температуру в діапазоні 5...-8 °С для прискорення охолодження.

З метою запобігання розвитку плісняви у приміщеннях, де зберігається масло, вологість повітря не повинна перевищувати 80%. Для забезпечення належного циркулювання повітря, що попереджає зволоження та пошкодження тари, ящики необхідно розташовувати на піддонах так, щоб між ними залишалась відстань близько 10 см. При цьому ящики вкладають у декілька ярусів перекладаючи їх дерев'яними прокладками. Щільність зберігання складає 16–20 ящиків на 1 м² підлоги. Поверхні в маслосховищі повинні бути водонепроникними (наприклад, з плитки чи цементу), а стіни – добре ізольованими.

Масло може зберігатися за температури вище нуля не більше трьох діб, при цьому його температура перед транспортуванням не повинна перевищувати 10 °С. У холодильних камерах із температурою -5 °С і нижче продукт зберігається до 10 діб.

Переробка маслянки

Маслянка, як вторинна сировина, використовується для виробництва ферментованого напою «Біомаслянка» [1]. Технологічний процес її виробництва може здійснюватися за резервуарним або термостатним методами. Напій «Біомаслянка» виготовляють резервуарним способом за схемою, представленою на рисунку 3.1.

«Біомаслянка» виготовляється з пастеризованої маслянки шляхом сквашування її молочнокислими бактеріями, з додаванням чи без додавання смакових наповнювачів, і призначена для споживання в їжу.

В залежності від вмісту жиру та наявності смакових добавок, «Біомаслянка» поділяється на такі види: дієтична (нежирна з вмістом жиру до 1%), десертна (нежирна з вмістом жиру до 1%) та десертна з наповнювачем, також нежирна з вмістом жиру до 1%.

Для виробництва кисломолочного напою «Біомаслянка» без жиру нормалізацію не проводять.



Рисунок 3.1 – Технологічна схема виробництва ферментованих напоїв з маслянки резервуарним способом

Сир кисломолочний

Сировиною є молоко знежирене, отримане як вторинна сировина при сепаруванні знежиреного.

Воно піддається пастеризації за температури 76...80 °С та витримкою 20...30 секунд. Такий режим обирають, тому що при ньому термолабільні білки сироватки коагулюють разом з казеїном. А це в свою чергу відображається на виході готового продукту [20].

Ще потрібно за низьких температур теплової обробки отримують сирний згусток, щільність якого недостатня, що спричиняє втрату частини сироваткових білків при відділенні сироватки. Якщо ж пастеризацію проводити при більших

температурах, то денатурація сироватки підсилює гідратацію казеїну, а сир при цьому буде мати підвищений вміст вологи і завищену кислотність.

Пастеризацію здійснюють на спеціальних пластинчастих пастеризаційно-охолоджуючих установках.

Пастеризоване знежирене молоко подають на охолодження до температури 28-32 °C і переправляють на закачування у спеціально призначені резервуари. Основними продуцентами молочної кислоти виступає молочнокислий стрептокок, що відноситься до мезофільних мікроорганізмів. Скважування молока триває від 6 до 8 годин. Для прискорення сквашування можна використовувати симбіотичну закваску, яка крім мезофільних, містить також і термофільні стрептококи (співвідношення 1:1).

Готовий згусток (визначають це пробою на злам і за кольором сироватки) подають на зневоднення. Цю операцію для зменшення затрат ручної праці, а також досягнення високої якості продукту краще проводити механізованим методом із застосуванням сироватковідділювачів, які можуть мати різні конструкції. Відпресований сир зразу ж охолоджується. Є лінії, де може бути поєднано пресування і охолодження. Розфасовувати сир можуть у поліетиленові мішки (для закладів громадського харчування), у поліетиленову тару, в брикети масою до половини кілограма, які формуються у процесі самого фасування із пергаментного паперу, у спеціальні пакети прямокутної форми. Готовий сир зберігають в холодильній камері.

Йогурт

Йогурт виготовляють як за резервуарною, так і за термостатною технологією [20]. Нормалізовану молочну суміш очищають, пастеризують і гомогенізують відповідно до загальної технології. Після цього суміш необхідно охолодити до 40-45°C і далі її подають у резервуар для кисломолочних напоїв, де додають 3-5% закваски, що містить болгарську паличку і термофільні стрептококи. Суміш сквашують за температури 40-45°C до того часу поки її кислотність не досягне 80°T (3...4 години). Не припиняючи перемішування згусток охолоджують до

температури 20°C. При виготовленні йогурту з наповнювачами, їх засипають у вже охолоджений згусток та ретельно перемішують.

При виготовленні йогурту термостатним методом суміш добре перемішують, одночасно додаючи наповнювач, після чого її розфасовують в невеликі ємності. Фасування необхідно завершити за 30...40 хвилин, оскільки довший процес може сприяти появі пластівців згустку. Далі продукт переносять у термостатну, в якій підтримується постійна температура в районі 40-45 °C. Тут йогурт сквашується 3...4 години, а далі його охолоджують до температури 4-6°C.

Йогурт, що виготовлений резервуарним способом, можна зберігати не більше 36 годин при температурі 4-6°C, з яких до 18 годин він може зберігатися на виробничому підприємстві [8].

3.2.3 Опис технології виготовлення молочних продуктів передбаченого асортименту

З автомолцистерни молоко незбиране проходить через установку приймання та обліку молока (п. 1-1), у якій воно піддається деаерації, очищенню та обліку. Охолодження молока забезпечується пластинчастим охолоджувачем до температури 4±2°C (п. 1-2). Далі молоко накопичується у резервуарах (п. 1- 3, 1-4). Час зберігання молока не повинен перевищувати 10 годин. За допомогою насосів (п. 1-5 , 2-2) через зрівнювальний бак (п. 2-1) молоко надходить у пастеризаційну установку (п. 2-3) для нагріву до температури сепарування (40±5°C). Після цього молоко надходить у сепаратор-вершковідділювач (п. 2-5). На виході сепаратора отримують вершки середньої жирності (м.ч.ж. 35%) та знежирене молоко, яке потім піддається пастеризації при температурі, яка залежить від того, який продукт буде виготовлятися з нього.

Вершки охолоджуються у пластинчастому охолоджувачі (п. 2-6) та накопичуються у резервуарі (п. 3-1), який розташований у маслоробному відділенні. Вершки за допомогою насоса (п. 3-2) направляються у трубчасто-пастеризаційну установку (п. 3-3). Вершки першого гатунку влітку пастеризують при температурі 85-90°C, а взимку та при переробленні вершків другого гатунку

температуру при пастеризації збільшують до 92-95°C. Після того вершки потрапляють у вакуумно-дезодораційну установку (п. 3-4) де піддаються процесу дезодорації, що забезпечує повне видалення летких речовин. Оброблення вершків 1 гатунку не рекомендується. Потім вершки через напірний бак (п. 3-5) подаються у сепаратор ВЖВ (п. 3-6), де проходить повторна сепарація, внаслідок чого утворюються високожирні вершки для масла «Екстра» з м.ч.ж. 82,5 % та для масла «Бутербродного» з м.ч.ж. 62%, які накопичуються у ваннах для нормалізації (п. 3-7). Відділена на сепараторі маслянка охолоджується та резервується у ванні (п. 2-9), і за необхідності може використовуватись для нормалізації.

При виробництві масла «Бутербродного» вершки у ваннах охолоджують до температури 41-45°C і вносять необхідну кількість бактеріальної закваски. Вершки довго зберігати у ваннах не можна, оскільки буде збільшуватися титрована кислотність, а отже збільшуватися кількість патогенної мікрофлори та погіршуватися органолептичні показники вершків.

Після нормалізації ВЖВ переходять у маслоутворювач (п. 3-9) за допомогою насоса (п. 3-8). На виході з маслоутворювача масло має в'язку, але легко рухливу консистенцію. Тому фасування відбувається спочатку в ящики. Для затвердіння моноліту та стабілізації структури масло витримують при температурі не вище 5°C протягом не більше як 24 годин у термостатній камері [20]. Перед фасуванням масла у брикети на фасувальному апараті (п. 3-11) його піддають отопленню при температурі не вище 16°C. Після фасування брикети масла транспортують у морозильну камеру, де їх зберігають при температурі -18-0°C.

Знежирене молоко, яке утворилося в результаті першого сепарування, йде на виготовлення сиру кисломолочного нежирного та йогурту.

Знежирене молоко для виготовлення сиру кисломолочного нежирного пастеризують при температурі 72... 78 °C і потім охолоджують для заквашування (28... 32 °C). Потім молоко потрапляє у вертикальний сировиготовлювач (п. 4-1). У сировиготовлювачі (п. 4-1) здійснюється процес ферментації при температурі 28-32 °C, для цього вноситься закваска прямого внесення – мезофільні культури молочнокислих бактерій і ароматичні культури, газоутворюючі бактерії.

Сквашування відбувається від 6 до 12 годин до рН 4,65...4,7. Готовий згусток розрізають, отримане в результаті зерно сушать, поступово підвищуючи температуру до 36...40 °С, після чого молочна сироватко-зернова суміш подається за допомогою об'ємного насоса (поз. 4-3) на трубчастий охолоджувач (п. 4-4), де охолоджується до 27...30°С. Охолоджена суміш подається на відділювач для сироватки (п. 4-5), де відділяється 100% вільної вологи. Відділена сироватка насосом (п. 4-2) направляється на пластинчастий охолоджувач (п. 4-10), охолоджена сироватка резервується в ємностях (п. 4-11). Завдяки системі конвеєрів (п. 4-6) готовий продукт транспортується до барабанних охолоджувачів (п. 4-7), де послідовно охолоджується від 25°С до 10°С. Готовий і відділений від сироватки та охолоджений сир кисломолочний потрапляє у накопичувач транспортеру (п. 4-8), який подає його у пакувальну машину (п. 4-9) для фасування у пакети масою по 400 г. Зберігання сиру кисломолочного здійснюється при температурі 4 ± 2 °С та відносній вологості 80-85% у холодильній камері.

Решта знежиреного молока йде на виготовлення йогурту нежирного. Молоко подається до резервуара (п. 2-8), водночас сухе молоко завантажуються в модуль відновлення сухого молока (п. 2-7), і отримана молочна суміш потрапляє в резервуар з рамною мішалкою, де змішується із знежиреним молоком. Після цього суміш знову подається в модуль відновлення сухого молока, куди через лійку постійно надходять нові його порції. Процедура продовжують поки не розчинять усю відібрану масу сухого молока. Суміш витримують для набухання білків і потім перекачують із резервуара насосом (п. 2-2) та очищають, пропускаючи її через молочний фільтр. Нагрівають до температури гомогенізації (65-95°С) на ППОУ (п. 2-11) і подають на гомогенізацію, що здійснюється під тиском 15...20 МПа на гомогенізаторі (п. 2-13). Пастеризація суміші проходить при температурі 90-95°С із витриманням до 10 хв. Щоб створити нормальні умови мікроорганізмам закваски температуру суміші знижують до (42 ± 2) °С. У резервуарі (п. 2-8а) зразу після його наповнення заквашують суміш, вносячи певну кількість закваски, що буде залежати від виду, а також і активності. Сквашування відбувається 3-4 години, отриманий згусток має мати кислотність 70-80°Т. Отриманий йогурт

направляють на фасувальний автомат (п. 5-1) для розподілення у стакани по 400 г. Після чого продукт подають у холодильну камеру, охолоджують до 4-6 °С. Термін придатності йогурту при температурі 4±2°С становить до 14 діб.

При виготовленні напою «Біомаслянка» маслянку з ванни (п. 2-9) насосом (п. 2-2) подають на ППОУ, де вона пастеризується при температурі 85...90 °С на період 5...10 хвилин або при 90...93 °С і на період 2...3 хвилини. Після чого її охолоджують до температури заквашування – 28...32 °С на ППОУ (п. 2-11). У резервуарі (п. 2-14) маслянку заквашують за температури 28...32°С. Маслянку сквашують 8...16 годин до утворення достатньої густини згустку і досягнення кислотності 80...85 °Т. Після завершення сквашування згусток охолоджують та перемішують. Охолоджену до температури 3...8 °С маслянку направляють у фасувальний апарат (п. 5-1) для розливу у стакани по 400 г. Потім маслянку транспортують у холодильну камеру де її охолоджують до 4-6 °С.

3.2.4 Організація технохімічного і мікробіологічного контролю виробництва запроєктованого асортименту

У контролюванні за процесом виробництва масла можна умовно виділити дві складові – лабораторний та технологічний. Лабораторний контроль передбачає перевірку якості та безпечності сировини, що отримує підприємство, усіх компонентів, тари для пакування масла і, безумовно, готової продукції. Разом з тим, контролюють також і санітарний та гігієнічний стан на виробництві. Лабораторний контроль здійснюють, дотримуючись відповідних методик і методів досліджень фізичних, хімічних, органолептичних, а також мікробіологічних показників. Технологічний контроль здійснюють шляхом реєстрування параметрів технологічних процесів. При цьому відповідальна особа (а це може бути той працівник, що безпосередньо приймає участь у веденні технологічного процесу – майстер, інженер, апаратчик) фіксує у відповідному журналі контрольовані показники.

Хід виробничого процесу також може контролюватися в автоматичному режимі. У цьому випадку використовуються автоматичні реєстратори а також фіксуються комп'ютерні дані, тому немає необхідності вести записи у журналах.

Контролювання молочної продукції в процесі її виробництва проводять відповідно до вимог таких нормативних документів:

- нормативна документація на контрольовану продукцію, у даному випадку масло з наповнювачами;
- технологічна інструкція, рецептура та ін;
- схема виробничого контролю.

Якщо в ході технологічного процесу було виявлено невідповідність сировини, матеріалів, напівфабрикатів працівники цеху, де виготовляється продукція, викликають представника служби контролю якості для того, щоб він підтвердив цей факт і склав акт.

Контролювання технологічного процесу при виробництві масла здійснюють за схемою, наведеною у табл. 4.1.

Таблиця 3.5 – Схема технологічного і хімічного контролювання процесу виробництва масла

Об'єкт контролю	Показник, що контролюється	Відбір проб	Метод дослідження, вимірювальні прилади	Періодичність контролю
1	2	3	4	5
Молоко незбиране	Органолептичні показники	Секція автомол-цистерни	Органолептичний	Кожна партія
	Температура, °C		Вимірювання температури термометром з точністю до 1°C, ДСТУ 6066:2008	Те ж саме
	Кислотність, °T		Титрування, ГОСТ 3624-92	Те ж саме
	Масова частка жиру, %		ДСТУ ISO 488:2007	Те ж саме
	Густина, кг/м ³		Ареометричний, ДСТУ 6082:2009	Те ж саме

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5
	Точка замерзання, °C		ДСТУ 7671:2014	Те ж саме
	Група чистоти		Фільтрування молока і порівнювання фільтру з еталоном, ДСТУ 6083:2009	Те ж саме
	Бактеріальне обсіменіння		ДСТУ 7357:2013, редуцтазна проба	Раз в 10 днів
Молоко під час зберігання	Температура, °C	Із кожного резервуару	За ДСТУ 6066:2008	Кожних 3 год
	Кислотність, °T, pH		Титрування, pH-метр	Те ж
	Тривалість, год		Годинник	Щоденно
Молоко в процесі сепарування	М.ч.ж., %	Середній зразок об'єднаної проби	ДСТУ ISO 488:2007	Кожна партія
	Густина, кг/м ³	Те ж сааме	Ареометром ДСТУ 6082:2009	Те ж саме
	Кислотність, °T	Те ж саме	Титрометрично	Те ж саме
	Температура, °C	Те ж саме	За ДСТУ 6066:2008	Те ж саме
	Маса, кг	Вся партія	Об'ємний лічильник, м ³ /год, ДСТУ 6066:2008	Те ж саме
Вершки, отримані при сепаруванні	Температура, °C	Вся партія	За ДСТУ 6066:2008	Кожна партія
	Масова частка жиру, %	Середній зразок	Кислотний метод Гербера	Те ж саме
	Кислотність, °T	Те ж саме	Титрометрично	Те ж саме
	Маса, кг	Вся партія	За ДСТУ 6066:2008	Те ж саме
Знежирене молоко	Кислотність, °T	Середній зразок	Титрометрично	Кожна партія
	Густина, кг/м ³	Те ж саме	Ареометром ДСТУ 6082:2009	Те ж саме
Пастеризація вершків	Температура, °C	Проба після пастеризації	Термометр, термограф, діаграмна стрічка	Кожні 15-20 хв
	Проба на пастеризацію	Те ж саме	ДСТУ 7380:2013	Періодично
Дезодорація вершків	Температура, °C	У процесі дезодорації	Термограф	Періодично
	Тиск, МПа	Те ж	Манометр	Періодично

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5
Сепарування вершків	Температура, °C	У процесі сепарування	Термометр	Періодично
Нормалізація високожирних вершків	Масова частка вологи, %	Середній зразок	ДСТУ 8552:2015	Щоденно
	Маса високожирних вершків, кг	Вся партія	НТД	Щоденно
Маслянка	Масова частка жиру, %	У кожній партії	ДСТУ ISO 488:2007	Щоденно
Масло-утворення	Консистенція масла	Струмінь масла на виході з масло-утворювача	Проба на зріз, термостійкість за швидкістю твердіння	Періодично
Масло, що виходить з маслоутворювача	Масова частка вологи, %	Через кожні 4-10 ящиків (при наповненні ящиків)	ДСТУ 8552:2015	Щоденно
	Масова частка жиру, %	Те ж саме	ДСТУ ISO 8851-1/IDF 191-1:2007	Те ж саме
	Масова частка СЗМЗ, %	В об'єднаній пробі, яка взята при наповненні ящиків на початку, в середині і в кінці виробки	ГОСТ 3626	Не менше одного разу на місяць
	Кислотність плазми, °T	З кожного 10-го ящику	ГОСТ 3624	За потребою
	Термостійкість	В кожній партії	За зразками масла виробки минулого дня	Щоденно
	Колір, смак, запах	Те ж саме	Органолептично	Те ж саме
Пакування	Маса нетто, кг	Вибірково	Ваги	Те ж саме
Маркування	Якість маркування	Те ж саме	Візуальний	Те ж саме
Зберігання	Температура, °C	Один раз на добу	Термометр	Те ж саме
	Тривалість, діб	Те ж	Годинник	Те ж саме

З метою перевірки якості молока, що приходить на переробку, таропакувальних засобів, допоміжних матеріалів, а також готового товару періодичну забезпечують проведення контролювання мікробіологічних показників. На виробництві крім того ведеться нагляд щодо дотримання належного санітарного та гігієнічного стану. Правильна організація контролю мікробіологічних показників є обов'язковою при виробництві масла вершкового. Основне завдання цього контролю – це гарантування отримання молочної продукції відповідної якості. Мікробіологічний контроль здійснюють у виробничих лабораторіях, які повинні мати дозвіл працювати з біологічними патогенними об'єктами третьої або четвертої групи патогенності. Працівники цієї лабораторії контролюють санітарно-показові організми та технічно-шкідливу мікрофлору, яка може стати причиною мікробіологічного псування сировини та готової продукції.

Отже, мікробіологічний контроль при виготовленні вершкового масла з наповнювачами проводимо за схемою, що наведена в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Схема організації мікробіологічного контролю процесу виробництва масла

Об'єкт контролю	Показник, що контролюється	Місце відбору проб	Періодичність контролю	Розведення
1	2	3	4	5
Молоко сире	Редуктазна проба, інгібуючі речовини	Середня проба від кожного постачальника	Один раз на декаду	–
Вершки сирі	Редуктазна проба		Те ж саме	–
Просепароване молоко	КМАФАнМ	Ємність для нормалізації	Не менше одного разу на місяць	4-5-6
	Каліформні бактерії			3 2 по 5
Вершки пастеризовані	КМАФАнМ	Із пастеризатора	Не рідше одного разу на місяць	I-III
	Бродильна проба	Те ж саме	Один раз в 10 днів	10 см ³
ВЖВ з-під сепаратора	КМАФАнМ	Після сепаратора	Не рідше одного разу на місяць	I-IV
	Бродильна проба	Те ж саме	Те ж саме	0; I
ВЖВ після нормалізації	БГКП	Кожна ванна нормалізаційна	Не рідше одного разу на місяць	0; I
	Кількість редукуючи бактерій	Те ж саме	Один раз в 10 днів	I; II
Маслоутворення	КМАФАнМ	На виході	Не менше одного разу на місяць	1-2-3 10 мл
	Бродильна проба Перевірка термограми	З усіх працюючих установок	Один раз на декаду	
Маслянка	КМАФАнМ	Пляшку в цеху розливу	Один раз на місяць	1-2-3
	Бродильна проба		Один раз на місяць	3 0 до 7
Масло, що виходить з маслоутворювача	КМАФАнМ	На виході	Не менше одного разу на місяць	1-2-3
	Бродильна проба Перевірка термограми	З усіх працюючих установок	Один раз на декаду	10 мл

3.3 Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1 Вибір технологічного обладнання

Приймальне відділення

Процес підбору обладнання для цього відділення почнемо з вибору насосу відцентрового для відкачування молока з автомолокисерн, оскільки тут він є ведучим. Знаходимо його розрахункову потужність:

$$P_{\text{роб.}} = \frac{M}{T_{\text{пр}}}, \quad (3.5)$$

де: M – це маса молока, що буде надходити на переробку, кг;

$T_{\text{пр}}$ – запланований проміжок часу приймання молка на підприємстві, год (для маслоробних підприємств це відбувається безперервно впродовж доби протягом 10...12 год).

$$P_{\text{роб.}} = \frac{68000}{10} = 6800 \text{ кг / год.}$$

Перекачування з потужністю, яка максимально наближена до розрахункової, може бути забезпечено установкою для приймання молока марки УПМ-1 з продуктивністю 5000 — 10000 л/год. Ця установка також визначає об'єм та проводить додатково очищення від різних механічних домішок. Її доукомплектуємо пластинчастим охолоджувачем відповідної потужності.

Визначаємо реальний час роботи установки:

$$T_{\text{ф}} = \frac{M}{P_{\text{пасп.}}}, \quad (3.6)$$

де: $P_{\text{пасп.}}$ – продуктивність згідно паспорту, кг/год (л/год).

$$T_{\text{ф}} = \frac{68000}{10000} = 6,8 \text{ год} = 6 \text{ год } 48 \text{ хв.}$$

Встановлюємо дві установки, щоб забезпечити прийомку молока як гатункового, так і негатункового.

Далі необхідно встановити резервуари для зберігання охолодженого та очищеного молока, які мають необхідний об'єм. Тому будем встановлювати два вертикальних резервуара: В2–ОХР–50 на 50 м³ та В2–ОХР–25 на 25 м³.

Апаратно-виробниче відділення

Для теплової обробки молока необхідно встановити ППОУ. Беручи до уваги ($T_{\text{ефек.}}$), визначимо продуктивність роботи установки за формулою:

$$P_{\text{роб.}} = \frac{M}{T_{\text{ефек.}}}, \quad (3.7)$$

де: $T_{\text{ефек.}}$ – ефектвний час роботи установки, год (5...5,5 год).

$$P_{\text{роб.}} = \frac{38000}{5} = 7600 \text{ кг/год.}$$

За розрахованою продуктивністю обираю установку ПОУМ-4, що має продуктивність 10000 л/год.

Решта обладнання, що працює разом із ППОУ, має бути такої ж потужності. Для сепарування молока беремо сепаратор-вершковідділювач MAXCREAM 10T, його продуктивність складає 10000 л/год.

Тривалість роботи обладнання для отримання вершків з м.ч.ж. 35% становить:

$$T_{\phi} = \frac{34000}{10000} = 3,4 \text{ год} = 3 \text{ год } 24 \text{ хв.}$$

Вершки охолоджуються пластинчастим охолоджувачем і направляються у маслоробне відділення.

Охолодження триває впродовж усього процесу сепарування, тому розрахункова потужність пластинчастого охолоджувача вершків буде становити:

$$P_{\text{роб.}} = \frac{3634,21}{3,4} = 1068,89 \text{ кг/год.}$$

Обираємо пластинчастий охолоджувач ОПМ-1 потужністю 3000 л/год.

Молоко знежирене після пастеризації та охолодження буде передаватися на подальшу переробку. При виробництві сиру кисломолочного воно поступає зразу у сировиготовлювачі, а при виробництві йогурту – у резервуар приготування нормалізованої суміші, що розміщений в апаратно-виробничому відділенні. Для цього оберемо вертикальний резервуар з теплообмінною системою Я1-ОСВ-6, що має місткість 10 м³, щоб можна було змішати рецептурні компоненти загальною масою 7476,08 кг.

Сухе молоко завантажують в модуль відновлення сухого молока П8-ОРД-10 з продуктивністю 10000 л/год. Визначаємо тривалість обробки суміші:

$$T_{\phi} = \frac{7476,08}{10000} = 0,75 \text{ год} = 45 \text{ хв.}$$

Фільтрацію приготовленої суміші здійснюють за допомогою молочного фільтру марки ФМ-03М-2 з продуктивністю 2000 л/год.

Приготовлену суміш потрібно піддати тепловій обробці. Для цього встановимо ППОУ для кисломолочних продуктів, потужність якої розрахуємо з врахуванням часу ефективної роботи:

$$P_p = \frac{7476,08}{5} = 1495,22 \text{ кг/год.}$$

Обираємо УЗМ-3,0 П продуктивністю 3000 л/год. Потужність дещо вища від розрахункової, але це дозволить нам швидше пропастеризувати приготовлену нормалізовану суміш для запобігання можливого розвитку мікроорганізмів.

Фактичний час теплової обробки становить для:

$$T_{\phi 1} = \frac{7476,08}{3000} = 2,49 \text{ год} = 2 \text{ год } 30 \text{ хв.}$$

Суміш повинна також пройти гомогенізацію, для цього відповідно до потужності ППОУ оберемо гомогенізатор SRH 3000-25/30 потужністю 3000 л/год.

Заквашування, а також сквашування нормалізованої суміші проводимо всередині резервуару Я1–ОСВ–6. Визначимо необхідну кількість цих резервуарів:

$$n = \frac{M}{V \cdot K},$$

де: М – це маса суміші нормалізованої, кг;

V – місткість резервуару, кг або л;

K- коефіцієнт, що враховує коефіцієнт використання обладнання (для йогурту K=0,85).

$$n = \frac{7476,08}{10000 \cdot 0,85} = 0,88 \approx 1 \text{ шт.}$$

Також в апаратно-виробничому відділенні будемо виробляти кисломолочний напій із маслянки, отриманої при виробництві масла. Резервувати її перед переробкою будемо у ванні для охолодження і зберігання молока ОВМ–2000.

Теплову обробку забезпечить та ж ППОУ, що і для йогурту.

$$T_{\phi 2} = \frac{1837,64}{3000} = 0,61 \text{ год} = 36 \text{ хв.}$$

Маслянку після охолодження подаємо на заквашування й сквашування в резервуар Я1–ОСВ–3.

Визначаємо необхідну кількість резервуарів:

$$n = \frac{1837,64}{2500 \cdot 0,5} = 0,88 \approx 1 \text{ шт.}$$

Маслоробне відділення

Отримані при сепаруванні незбираного молока вершки підлягають тепловій обробці перед їх подачею на ще одне сепарування з метою одержання ВЖВ різної жирності.

Розрахуємо потужність трубчастого пастеризатора:

$$P_p = \frac{3634,21}{5} = 726,84 \text{ кг/год.}$$

Обираємо трубчастий пастеризатор ПТ-1 потужністю 1000 л/год.

$$T_{\phi} = \frac{3634,21}{1000} = 3,63 \text{ год} = 3 \text{ год } 38 \text{ хв.}$$

За необхідності вершки будуть піддаватися дезодорації, для чого передбачимо у маслоцеху дезодоратор, потужність якого відповідає потужності теплообмінної установки – УДЗ-1.

Гарячі вершки направляються на сепаратор ВЖВ. Розрахункова продуктивність сепаратора ВЖВ:

$$P_p = \frac{794,15 + 964,91}{2,5} = 703,62 \text{ кг/год}$$

Обираємо сепаратор Г9 - ОС2К зі змінною потужністю 700-2500 кг/год.

Для масла екстра потужність сепаратора становить 700-900 кг/год, для бутербродного – 2200-2500 кг/год.

Фактичний час роботи сепаратора ВЖВ:

- екстра:

$$T_{\phi 1} = \frac{794,15}{900} = 0,88 \text{ год} = 53 \text{ хв};$$

- бутербродне:

$$T_{\phi 2} = \frac{964,91}{2200} = 0,45 \text{ год} = 26 \text{ хв.}$$

Отримані ВЖВ для кожного виду масла подаємо в окрему ванну для здійснення нормалізації. Для цього встановлюємо дві нормалізаційні ванни ВН-10 робочою місткістю 1000 л.

Нормалізовані високожирні вершки для проведення процесу перетворення їх у масло направляємо на маслоутворювач марки ТВФ-1.3/1.6, продуктивністю 1700-2000 кг/год: для масла екстра – 2000 кг/год, для бутербродного – 1700 кг/год.

Тривалість операції:

- екстра

$$T_{\phi 1} = \frac{794,15}{2000} = 0,40 \text{ год} = 24 \text{ хв};$$

- бутербродне

$$T_{\phi 2} = \frac{964,91}{1700} = 0,57 \text{ год} = 34 \text{ хв.}$$

Для фасування масла у ящики по 20 кг обираємо фасувальний апарат марки М6-ОРГ, продуктивністю 64 ящ./год.

Для фасування масла у брикети по 200 г (алюмінієва каширована фольга чи пергамент), обираємо фасувальний апарат марки Fasa АРМ потужністю 70-80 бр./хв:

- екстра

$$T_{\text{фас.1}} = \frac{794,15}{70 \cdot 60 \cdot 0,2} = 0,95 \text{ год} = 57 \text{ хв};$$

- бутербродне

$$T_{\text{фас.2}} = \frac{964,91}{70 \cdot 60 \cdot 0,2} = 1,15 \text{ год} = 1 \text{ год } 9 \text{ хв.}$$

Відділення сиру кисломолочного

Для виробництва сиру кисломолочного нежирного обираємо лінію DONI Rotofreeze потужністю 10 000 кг/год.

Із апаратно-виробничого відділення молоко знежирене перекачують у сировиготовлювачі DONI DoubleOVat SC місткістю 15000 л.

Визначаємо необхідну їх кількість:

$$n = \frac{23000}{15000 \cdot 0,75} \approx 2 \text{ шт.}$$

Визначимо фактичний час роботи лінії :

$$T_{\phi} = \frac{20000}{5000} = 4,7 \text{ год} = 4 \text{ год } 42 \text{ хв}$$

Лінія DONI Rotofreeze для виробництва сиру кисломолочного нежирного складається з наступного обладнання:

- сировиготовлювачі марки DONI DoubleOVat SC;
- трубчастий охолоджувач DONI ThermTCH;
- модуль для відокремлення сироватки DONI Drainmatic;
- охолоджувач барабанний DONI Rotofreeze.

Охолоджений сир зразу буде фасуватися у пакети по 400 г. Для цього обираємо пакувальний автомат ГАММА-А9 Стабіло продуктивністю 60 уп./хв.

$$T_{\phi} = \frac{3241,26}{60 \cdot 60 \cdot 0,4} = 2,25 \text{ год} = 2 \text{ год } 15 \text{ хв.}$$

Отже лінія по обробці сирного згустку також має працювати протягом цього часу, оскільки сир зразу фасується.

З'ясуємо, яку треба задати потужність лінії для забезпечення синхронної роботи.

$$P_p = \frac{3241,26}{2,25} = 1440,56 \text{ кг/год.}$$

Модуль відділення сироватки має максимальну продуктивність до 1500 кг/год (за сиром кисломолочним), що нам саме й підходить.

Для забезпечення ефективного охолодження за обраної продуктивності модуля відділення сироватки встановлюємо послідовно три барабанні охолоджувачі, кожен з яких має потужність 500 кг/год.

Відділену сироватку охолоджуємо на пластинчастому охолоджувачі. Всього за зміну отримуємо 18750 кг сироватки за 2,25 год.

Розрахуємо потужність охолоджувача:

$$P_p = \frac{18750}{2,25} = 8333,33 \text{ кг/год.}$$

Встановимо охолоджувач ОПМ-3 потужністю 10000 л/год.

При виборі резервуарів для сироватки враховуємо те, що потрібно забезпечити зберігання 100 % її добової кількості, тобто 37500кг. Встановимо два резервуари Wedholms, сумарною місткістю 40000 л.

Фасувальне відділення

Фасування йогурту і «Біомаслянки» будемо проводити на автоматі фасування у стаканчики продуктивністю 90 уп./хв.

Розрахований фасувальний час становитиме:

- для йогурту:

$$T_{\phi 1} = \frac{7476,08}{90 \cdot 60 \cdot 0,4} = 3,46 \text{ год} = 3 \text{ год } 28 \text{ хв.}$$

- для «Біомаслянки»:

$$T_{\phi 2} = \frac{1837,64}{90 \cdot 60 \cdot 0,4} = 0,85 \text{ год} = 51 \text{ хв.}$$

Таблиця 3.7 – Загальна таблиця вибору технологічного обладнання [10]

Назва установки	Тип, марка	Продуктивність	К-ть	Габаритні розміри, мм			Площа, яку займає обл., м ²	Загальна площа, м ²
				довжина	ширина	висота		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приймальне відділення								
Установка для приймання і обліку молока	УПМ-1	5000-10000 л/год	2	1100	750	1500	0,83	1,66
Пластинчастий охолоджувач молока	ООУ-10	10000 л/год	2	1600	700	1400	1,12	2,24
Резервуар для зберігання молока*	B2-OXP-25	25 м ³	1	4800	3250	4610	15,60	15,60*
	B2-OXP-50	50 м ³	1	4965	3450	9250	17,13	17,13*
Всього								3,90
Апаратно-виробниче відділення								
ППОУ	ПОУМ-4	10000 л/год	1	2900	1200	1790	3,48	3,48
Сепаратор-вершко-відділювач	MAXCREAM 10T	10000 л/год	1	1500	1830	1940	2,75	2,75
Пластинчастий охолоджувач	ОПМ-1	3000 л/год	1	700	400	1400	0,28	0,28
Модуль відновлення сухого молока	П8-ОРД-10	10000 л/год	1	1100	350	450	0,39	0,39
Резервуар (для йогурту)	Я1-ОСВ-6	10000 л	2	2900	2535	3380	7,35	14,70
Фільтр-молочний	ФМ-03М-2	2000 л/год	1	1360	300	700	0,41	0,41
ППОУ для кисломолочних напоїв	УЗМ-3,0П	3000 л/год	1	1000	1700	1700	1,70	1,70
Гомогенізатор	SRH 3000-25/30	3000 л/год	1	1500	1200	1300	1,80	1,80

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ванна охолодження і резервування молока (для маслянки)	ОВМ-2000	2000 л	1	3130	1870	530	5,85	5,85
Резервуар	Я1-ОСВ-3	2500 л	1	1735	1535	2750	2,66	2,66
Всього								34,02
Маслоробне відділення								
Вертикальний резервуар (для вершків)	Я1-ОСВ-4	4000 л	1	2100	1735	3869	3,64	3,64
Трубчастий пастеризатор	ПТ-1	1000 л/год	1	1180	610	1200	0,72	0,72
Дезодоратор	УДЗ-1	1000 л/год	1	750	700	2000	0,53	0,53
Сепаратор для ВЖВ	Г9 - ОС2К	700-2500 л/год (за ВЖВ)	1	1100	950	1420	1,05	1,05
Нормалізаційні ванни	ВН-10	1000 л	2	1500	1590	1520	2,39	4,78
Маслоутворювач	ТВФ-1.3/1.6	1700-2000 кг/год	1	1900	1350	1300	2,57	2,57
Фасувальний апарат масла в ящики	М6-ОРГ	64 ящ./год	1	2200	1350	1300	2,97	2,97
Автомат для фасування масла у брикети	Fasa APM	70-80 бр./год	1	2900	2490	1540	7,22	7,22
Всього								23,48
Відділення сиру кисломолочного								
Вертикальний сировиготовлювач	DONI Double O Vat SC	15000 л	2	4120	3020	2670	12,44	24,88
Трубчастий теплообмінник	DONI Therm TCH	15 м³/год	1	3600	900	2900	3,24	3,24
Модуль відділення сироватки	DONI Drainmatic	800-1500 кг/год	1	6100	1800	320 0	10,98	10,98

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Барабанний охолоджувач	DONI Rotofreeze	500 кг/год	3	2060	970	1700	2,00	6,00
Пакувальний автомат (у пакети)	ГАММА-А9 Стабіло	60 уп. /хв	1	1070	1630	1710	1,74	1,74
Пластинчастий охолоджувач	ОПМ-3	10000 л/год	1	1100	400	1400	0,44	0,44
Резервуар *	Wedholms	20000	2	3000	3000	4490	9,00	18,00*
Всього								47,28
Фасувальне відділення								
Автомат фасування в стаканчики	CMF-3L	90 уп./год	2	2980	1460	2900	4,35	8,7
Всього								8,7

* Примітка. Резервуари виносяться за межі цеху.

3.3.2 Визначення площ допоміжних і виробничих приміщень

Загальна потужність підприємства складає 68 тон молока незбираного на добу. Молоко на переробку для виробництва масла надходить безперервно впродовж 10-12 год. Підприємство працює у двозмінному режимі.

Визначення площі відділення приймально-миючого

Для обчислення площі даного відділення потрібно обчислити кількість автоцистерн ($n_{\text{автоцис.}}$), які прибувають на підприємство за 1 год:

$$n_{\text{автоцис.}} = \frac{m_{\text{год}}}{m_{\text{ц}}}, \quad (3.8)$$

де: $m_{\text{год}}$ – інтенсивність приймання молока, кг/год;

$m_{\text{ц}}$ – місткість 1 автоцистерни, кг.

$$n_{\text{автоцис.}} = \frac{10000}{10000} = 1 \text{ шт.}$$

Визначаємо тривалість приймання молока:

$$t_{\text{загал.}} = n_{\text{автоцис.}} \cdot (t_{\text{пр}} + t_{\text{д}} + t_{\text{м}}), \quad (3.9)$$

де: $t_{\text{пр}}$ – тривалість приймання 1 машини;

$t_{\text{д}}$ – допоміжний час для 1 машини;

$t_{\text{м}}$ – тривалість миття машини.

$$t_{\text{загал.}} = 1 \cdot (25 + 5 + 14) = 44 \text{ хв}$$

Обчислюємо необхідне число постів для забезпечення годинного приймання молока, а також миття автоцистерн:

$$\Pi = \frac{t_{\text{загал.}}}{60} \quad (3.10)$$

$$\Pi = \frac{44}{60} = 0,73 \approx 1 \text{ пост}$$

Обчислюємо загальну площу відділення приймально-миючого:

$$F_1 = F_{\text{пост}} \cdot \Pi, \quad (3.11)$$

де: $F_{\text{пост}}$ – загальна площа одного поста, м^2 ($F_1 = 72 \text{ м}^2$).

$$F_1 = 72 \cdot 1 = 72 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{72}{36} = 2$$

Визначення площі приймального відділення

Розрахункова площа цього відділення визначимо за допомогою формули:

$$F = K \cdot \sum F_{\text{роб}}, \quad (3.12)$$

де: $\sum F_{\text{роб}}$ – загальна площа для розміщення технологічного обладнання, м^2 ;

K – коефіцієнт запасу площі.

Оскільки площа обладнання даного відділу є близькою до 1 м^2 , то обираємо K рівним семи.

$$F_2 = 7 \cdot 3,9 = 27,3 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{27,3}{36} = 0,76 \approx 1$$

Розрахунок апаратно-виробничого відділення

Для даного цеху коефіцієнт К обираємо рівним чотирьом, отже площа буде становити:

$$F_3 = 4 \cdot 34,02 = 136,08 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{136,08}{36} = 3,78 \approx 4$$

Розрахунок площі маслоробного відділення

Для маслоробного відділення коефіцієнт К обираємо рівним п'яти, тому площа даного відділення становитиме:

$$F_4 = 5 \cdot 23,48 = 117,40 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{117,40}{36} = 3,26 \approx 4$$

Розрахунок площі відділення сиру кисломолочного

Для відділення сиру кисломолочного обираємо К рівним чотирьом:

$$F_5 = 5 \cdot 47,28 = 189,12 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{189,12}{36} = 5,25$$

Визначення площі фасувального відділення

Для фасувального відділення вибираємо К рівним п'яти:

$$F_6 = 4 \cdot 8,7 = 43,50 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{43,50}{36} = 1,21 \approx 1,5$$

Обчислення камер зберігання

Площу камер зберігання ($F_{\text{збер.}}, \text{м}^2$) визначають враховуючи масу готового продукту ($M_{\text{гот. пр.}}, \text{кг}$), норми вкладання продукції на 1 м^2 ($q, \text{кг/м}^2$), коефіцієнту запасу площі (K) та часу зберігання ($T_{\text{збер.}}, \text{дів}$):

$$F_{\text{збер.}} = \frac{M_{\text{гот.пр.}} \cdot T_{\text{збер.}}}{q \cdot K} \quad (3.13)$$

Обчислення площі термостатної камери

$$F_{\text{терм.}} = \frac{(794,15 + 964,91) \cdot 2 \cdot 1}{2520 \cdot 0,6} = 2,33 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{2,33}{36} = 0,06 \approx 0,5$$

Обчислення площі морозильної камери зберігання масла

$$F_{\text{мороз.}} = \frac{(794,15 + 964,91) \cdot 2 \cdot 3}{2520 \cdot 0,6} = 2,33 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{6,99}{36} = 0,19 \approx 0,5$$

Обчислення площі холодильної камери

$$F_{\text{холод.}} = \frac{7371,4 \cdot 2 \cdot 0,5}{610 \cdot 0,7} + \frac{1816,21 \cdot 2 \cdot 0,5}{610 \cdot 0,7} + \frac{3225,14 \cdot 2 \cdot 0,5}{800 \cdot 0,7} = 27,27 \text{ м}^2$$

$$N_{\text{будів.кв}} = \frac{27,27}{36} = 0,76 \approx 1$$

Таблиця 3.8 – Зведені результати розрахунку площі

Найменування приміщень	Площі		
	розрахована	компонувальна	
	м ²	будів. кв.	м ²
1. Приймально-миюче відділення	72	2	72
2. Приймальне відділення	27,30	1	36
3. Апаратно-виробниче відділення	136,08	4	144
4. Маслоробне відділення	117,40	4	144
5. Відділення сиру кисломолочного	236,40	5,25	189
6. Фасувальне відділення	43,5	1,5	54
7. Термостатна камера	2,33	0,25	9,36
8. Морозильна камера	6,99	0,25	9,36
9. Холодильна камера	27,27	1	36

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

Проведення інструктажів з охорони праці

Згідно Закону України «Про охорону праці» працівники під час прийняття на роботу та протягом роботи мають проходити інструктаж з питань охорони праці. Тих, хто не пройшов інструктаж, не допускають до роботи. Працівники під час прийняття на роботу та періодично повинні проходити на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Порядок проведення інструктажів з питань охорони праці на підприємстві визначає глава 6 Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15.

Інструктажі залежно від характеру та часу проведення поділяються на види: вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий [3].

Вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу; з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство; з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання; з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство. Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем, який в установленому Типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівниками, які є новоприйнятими на підприємство чи були переведені з одного структурного підрозділу підприємства до іншого. Також

первинний інструктаж проводиться з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів до початку трудового або професійного навчання, а також перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо. Первинний інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу. Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на шість місяців, а на роботах з підвищеною небезпекою не рідше одного разу на три місяці.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них; при зміні технологічного процесу, або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці; при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо; при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів — для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт — понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при ліквідації аварії або стихійного лиха чи при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження. Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від виду робіт, що виконуватимуться.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник структурного підрозділу, майстер) або фізична особа, яка використовує найману працю. Ці інструктажі завершуються

перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці, особою, яка проводила інструктаж. При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань. При незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці

Створення оптимальних комфортних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, вирішити яку можна наступними заходами та засобами [2]:

- Удосконалення технологічних процесів та устаткування.
- Впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення.
- Раціональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення тепловипромінюючого обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих ділянках.
- Автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі фактори.
- Раціональна вентиляція, опалення та кондиціювання повітря. Вони є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення використовується у боротьбі з перегріванням робітників в гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надтогабаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом в цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих дільниць. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштуванням повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах.

Раціоналізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку – охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови.

Для робітників, що працюють на відкритому повітрі зимою, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну. Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт.

На виробництві застосовують також захисні екрани для відгородження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом захисту щодо дії тепла екрани бувають відбиваючі, поглинаючі, відвідні та комбіновані.

Важливе значення для уникнення перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах застосовуються спеціальні костюми з підвищеною теплосвітловіддачею. Для захисту голови від випромінювання застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; для захисту очей – окуляри, темні або з прозорим шаром металу, маски з відкидним екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів – плащів та гумових чобіт.

Вимоги виробничої санітарії обов'язково враховують при проектуванні виробничих приміщень, процесів та технологічного обладнання. При цьому зазначається, що в процесі виробництва приладу повинні бути відсутніми або мінімальними (нижче допустимих значень):

- виділення у повітря приміщень, атмосферу та стічні води шкідливих або з неприємним запахом речовин, а також виділення теплоти і вологості в робочих приміщеннях;
- шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні хвилі, статична електрика та іонізуючі випромінювання.

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, в забрудненому середовищі робітникам та службовцям безплатно видаються спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту. Перелік робіт та професій, що дають право на одержання ЗІЗ, складається на основі галузевих норм адміністрацією підприємства та погоджується із місцевими органами Державної служби України з питань праці. Порядок видачі, зберігання та використання спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту визначається НПАОП 0.00-4.01-08 "Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту".

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Хімічна небезпека

Хімічне забруднення – розповсюдження небезпечних хімічних речовин у навколишньому середовищі в концентраціях чи кількостях, що протягом певного часу створюють загрозу життю та здоров'ю людей і/або негативно впливають на навколишнє природне середовище [21].

Аварії (катастрофи) на підприємствах, транспорті можуть супроводжуватися викидом (виливом) в атмосферу і на прилеглу територію сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), таких як хлор, аміак, синильна кислота, фосген, сірчаний ангідрид та інші.

Фактори небезпеки викиду (розливу) хімічно небезпечних речовин: забруднення навколишнього середовища, небезпека для всього живого, що опинилося на забрудненій місцевості (загибель людей, тварин, знищення посівів та ін.), крім того, внаслідок можливого хімічного вибуху виникнення сильних руйнувань на значній території.

Дії у випадку виникнення хімічної небезпеки:

1. Уникайте паніки. З одержанням повідомлення (по радіо або іншим засобам оповіщення) про викид (розлив) в атмосферу СДОР та про небезпеку хімічного зараження, виконайте передбачені заходи.

2. Надягніть засоби індивідуального захисту органів дихання та найпростіші засоби захисту шкіри.

3. По можливості негайно залиште зону хімічного забруднення.

4. Якщо засобів індивідуального захисту немає і вийти із району аварії неможливо, залишайтеся у приміщенні і негайно та надійно герметизуйте приміщення. Зменште можливість проникнення СДОР (парів, аерозолів) у приміщення: щільно закрийте вікна та двері, димоходи, вентиляційні люки, щілини в рамках вікон та дверей заклейте, вимкніть джерела газо-, електропостачання та загасіть вогонь у печах. Чекайте повідомлень органів влади з питань надзвичайних ситуацій через засоби зв'язку.

5. Знайте, що вражаюча дія конкретної СДОР на людину залежить від її концентрації у повітрі та тривалості, тому якщо немає можливості покинути небезпечну зону, не панікуйте і продовжуйте вживати заходи безпеки.

6. Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти, запас питної води у герметичну валізу та підготуйтеся до евакуації.

7. Попередьте сусідів про евакуацію. Надайте допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

8. Залишаючи приміщення вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть засоби захисту.

9. Виходьте із зони хімічного зараження в бік, перпендикулярний напрямку вітру та обходьте тунелі, яри, лощини - в низинах може бути висока концентрація СДОР.

10. При підозрі на ураження СДОР уникайте будь-яких фізичних навантажень, необхідно пити велику кількість рідини (чай, молоко, сік, вода) та звернутися до медичного закладу.

11. Вийшовши із зони зараження, зніміть верхній одяг, ретельно вимийте очі, ніс та рот, по можливості прийміть душ.

12. З прибуттям на нове місце перебування, дізнайтеся у місцевих органів державної влади та місцевого самоврядування адреси організацій, що відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.

Надання першої допомоги при ураженні СДОР.

В першу чергу негайно захистіть органи дихання від подальшої дії СДОР. Надягніть на потерпілого протигаз або ватно-марлеву пов'язку, попередньо змочивши її водою або 2% розчином питної соди у випадку отруєння хлором, а у разі отруєння аміаком - водою або 5% розчином лимонної кислоти. Винесіть потерпілого із зони зараження та забезпечте йому спокій і тепло.

Радіаційна небезпека

Радіоактивне забруднення – забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами, вміст яких перевищує рівень, встановлений згідно зі стандартами, нормами і правилами радіаційної безпеки [21].

Факторами небезпеки радіації є: забруднення навколишнього середовища, небезпека для всього живого, що опинилося на забрудненій місцевості (загибель людей, тварин, знищення посівів та ін.), крім того, внаслідок можливого атомного вибуху виникнення сильних руйнувань на значній території.

Дії у випадку виникнення радіаційної небезпеки:

1. З одержанням повідомлення про радіаційну небезпеку негайно укрийтеся в будинку. Стіни дерев'яного будинку послаблюють іонізуюче випромінювання в 2

рази, цегляного - у 10 разів; заглиблені укриття (підвали): з покриттям із дерева у 7 разів, з покриттям із цегли або бетону – у 40-100 разів.

2. Уникайте паніки. Слухайте повідомлення органів влади з питань надзвичайних ситуацій.

3. Уменшіть можливість проникнення радіаційних речовин в приміщення.

4. Проведіть йодну профілактику. Йодистий калій вживати після їжі разом з чаєм, соком або водою 1 раз на день протягом 7 діб: дітям до двох років - по 0,040 г на один прийом; дітям від двох років та дорослим - по 0,125 г на один прийом. Водно-спиртовий розчин йоду приймати після їжі 3 рази на день протягом 7 діб: дітям до двох років - по 1-2 краплі 5% настоянки на 100мл молока або годувальної суміші; дітям від двох років та дорослим – по 3-5 крапель на стакан молока або води. Наносити на поверхню кінцівок рук настоянку йоду у вигляді сітки 1 раз на день протягом 7 діб.

5. Уточніть місце початку евакуації. Попередьте сусідів, допоможіть дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

6. Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти, запас питної води, найпростіші засоби санітарної обробки та інші необхідні вам речі у герметичну валізу.

7. По можливості негайно залишіть зону радіоактивного забруднення.

8. Перед виходом з будинку вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть протигаз (респіратор, ватно-марлеву пов'язку), верхній одяг, гумові чоботи.

9. З прибуттям на нове місце перебування, проведіть дезактивацію засобів захисту, одягу, взуття та санітарну обробку шкіри на спеціально обладнаному пункті або ж самостійно (зняти верхній одяг, ставши спиною проти вітру, витрясти його; повісити одяг на перекладину, віником або щіткою змести з нього радіоактивний пил та вимити водою; обробити відкриті ділянки шкіри водою. Для обробки шкіри можна використовувати марлю чи просто рушники.

10. Дізнайтеся у місцевих органів державної влади адреси організацій, що відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.

Повінь, паводок

Фактори небезпеки повеней та паводків: руйнування будинків та будівель, мостів; розмив залізничних та автомобільних шляхів; аварії на інженерних мережах; знищення посівів; жертви серед населення та загибель тварин.

Внаслідок повені, паводку починається просідання будинків та землі, виникають зсуви та обвали.

Дії у випадку загрози виникнення повені, паводка:

1. Уважно слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та інструкції про порядок дій, не користуйтеся без потреби телефоном, щоб він був вільним для зв'язку з вами.

2. Зберігайте спокій, попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.

3. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування місце збору мешканців для евакуації та готуйтеся до неї.

4. Підготуйте документи, одяг, найбільш необхідні речі, запас продуктів харчування на декілька днів, медикаменти. Складіть все у валізу. Документи зберігайте у водонепроникному пакеті.

5. Від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ.

6. Перенесіть більш цінні речі та продовольство на верхні поверхи або підніміть на верхні полиці.

7. Переженіть худобу на підвищену місцевість.

Пожежа

Пожежа – неконтрольований процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для істот та навколишнього природного середовища [18].

Якщо виникла пожежа - рахунок часу йде на секунди. Не панікуйте та остерігайтеся: високої температури, задимленості та загазованості, обвалу

конструкцій будинків і споруд, вибухів технологічного обладнання і приладів, падіння обгорілих дерев і провалів. Знайте, де знаходяться засоби пожежогасіння, та вмійте ними користуватися.

Заходи щодо рятування потерпілих з будинків, які горять, та під час гасіння пожежі:

1. Перед тим, як увійти в приміщення, що горить, накрийтеся мокрою ковдрою, будь-яким одягом чи щільною тканиною.
2. Відкривайте обережно двері в задимлене приміщення, щоб уникнути посилення пожежі від великого притоку свіжого повітря.
3. В сильно задимленому приміщенні рухайтесь поповзом або пригинаючись.
4. Для захисту від чадного газу необхідно дихати через зволожену тканину.
5. У першу чергу рятуйте дітей, інвалідів та старих людей.
6. Пам'ятайте, що маленькі діти від страху часто ховаються під ліжку, в шафу та забиваються у куток.
7. Виходити із осередку пожежі необхідно в той бік, звідки віє вітер.
8. Побачивши людину, на якій горить одяг, зваліть її на землю та швидко накиньте будь-яку ковдру чи покривало (бажано зволожену) і щільно притисніть до тіла, при необхідності, викличте медичну допомогу.
9. Якщо загорівся ваш одяг, падайте на землю і перевертайтеся, щоб збити полум'я, ні в якому разі не біжіть - це ще більше роздуває вогонь.
10. Під час гасіння пожежі використовуйте вогнегасники, пожежні гідранти, воду, пісок, землю, кошму та інші засоби гасіння вогню.
11. Бензин, гас, органічні масла та розчинники, що загорілися, гасить тільки за допомогою пристосованих видів вогнегасників, засипайте піском або ґрунтом, а якщо осередок пожежі невеликий, накрийте його азбестовим чи брезентовим покривалом, зволоженою тканиною чи одягом.
12. Якщо горить електричне обладнання або проводка, вимкніть рубильник або електричні пробки, а потім починайте гасити вогонь.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу чотирьох методів виділення білків казеїнового комплексу молока було вибрано два із них (трьохстадійне кислотне осадження, термодинамічна несумісність з кислими полісахаридами) для отримання нативного загального казеїну, який може бути попередником для отримання фракції к-CN. В результаті хроматографічного та електрофоретичного аналізу для отримання к-казеїну обрано метод трьохстадійного кислотного осадження.
2. Препаративна гель фільтрація на декстриновому гелі G-150 за відсутності денатуруючих та редукуючих агентів дозволяє отримати високоочищений препарат к-казеїну. Такий к-казеїн може бути використаний для дослідження його біологічної дії, а також як попередник біологічно активних пептидів.
3. При виконанні проектної частини роботи виконано продуктивні розрахунки з перероблення 34т молока з організацією виробництва масла вершкового, запропоновано із отриманої вторинної сировини виготовляти сир кисломолочний та кисломолочні напої. Описано технологію виготовлення асортиментного ряду продуктів. Виконано відповідні розрахунки щодо підбору обладнання та виробничих площ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Власенко І. Г., Семко Т. В., Іваніщева О. А. Технологія кисломолочного напою з вторинної молочної сировини. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Д. Моторного*. 2023. Вип. 12, том 2. С. 215–228.
2. Войналович О.В., Марчишина Є.І. *Охорона праці в галузі (харчові технології). Підручник*. К: ЦУЛ, 2018. 582 с.
3. Голінько В.І. *Основи охорони праці. Підручник*. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Д: НГУ, 2014. 217 с.
4. Грек О. В., Скорченко Т. А. *Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: Підруч.* К.: НУХТ, 2012. 362 с.
5. Грек О.В., Красуля О.О. *Молокопереробка. Інновації: підруч.* К.: НУХТ, 2017. 390 с.
6. Грек О. В., Онопрійчук О. О. *Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини: Підруч.* К.: НУХТ, 2020. 323 с.
7. ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». [Чинний від 2019-10-01] Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. – 11. с.
8. ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови». [Чинний від 2004-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 11. с.
9. ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове. Технічні умови». [Чинний від 2005-04-28]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. – 12. с.
10. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. *Технологічне обладнання молочних виробництв*. Київ : Фірма «ІНК ОС», Центр навчальної літератури, 2007. 344 с.
11. Нельсон Д. Л., Кокс М. М. *Основи біохімії за Ленінджером: Навч. посібник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу С. Комісаренко*. Львів : БаК, 2015. 1280 с.
12. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» усіх

форм здобуття освіти / Крупа О.П., Кухтин М.Д. – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 73 с.

13. Практикум з технології молока та молочних продуктів : навчальний посібник / О.В. Грек, Н.М. Ющенко, Т.Г. Осьмак та ін. К.: НУХТ, 2015. 431 с.
14. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. *Технологія оздоровчих харчових продуктів: підручник*. Київ : НУХТ, 2015. 402 с.
15. Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. *Сучасні технології молочних продуктів: Підручник*. К.; ЦП «Компринт», 2018. 218 с.
16. Скарбовійчук О. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А., Федоров В. Г. *Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: довідник*. Київ. НУХТ. 2012. С. 311.
17. Столяр О. Б. *Біологічна хімія : навч. посібн.* Тернопіль : Посібники і підручники, 2014. 368 с.
18. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 156 с.
19. Технологічні розрахунки у молочній промисловості / Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. та ін.: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2013. 343 с.
20. Технологія молочних продуктів: Підруч. / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.. – К.: НУХТ, 2013. – 502 с.
21. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулня, 2022. – 150 с.
22. Цісарик О. Й., Білик, О. Я., Мусій Л. Я., Сливка І. М. *Хімія і фізика молока: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]*. Львів, 2019. 200 с.
23. Чагаровський О. П., Ткаченко Н. А., Лисогор Т. А. Хімія молочної сировини: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Одеса : «Сімекс-прінт», 2013. – 268 с.
24. Юкало В. Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока : монографія / Юкало В. Г. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 372с.

25. Юкало В.Г. Гель-фільтрація білків казеїнового комплексу. *Медична хімія*. 2001. Т.3, № 2. С. 35–38.
26. Юкало В. Г. Електрофорез загального казеїну в анодній системі поліакриламідного гелю. *Ветеринарна біотехнологія*. 2007. №11. С. 246–251.
27. Юкало В. Г. *Лабораторний практикум з хімії і фізики молока і молочних продуктів*. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 176 с.
28. Alexander L.J., Stewart A.F., Mackinlay A.G. Isolation and characterization of the bovine κ -casein gene. *Eur. J. Biochem.* 1988. Vol. 178, № 2. P. 395–401.
29. Coolbear, K. P., Elgar, D. F., Coolbear, T., & Ayers, J. S. (1996). Comparative study of methods for the isolation and purification of bovine κ -casein and its hydrolysis by chymosin. *Journal of Dairy Research*. 1996. Vol. 63, № 1. P. 61–71.
30. Goulding D. A., Fox P. F., O'Mahony J. A. Milk protein: An overview. *Milk protein. From expression to food* / Eds. M. Boland, H. Singh. 3rd edn. London, United Kingdom : Academic Press, 2020. P. 21–98.
31. Creamer L.K., Plowman J.E., Liddell K. Micelle stability: κ -casein structure and function. *J. Dairy Sci.* 1998. Vol. 81, № 11. P. 3004–3012.
32. Crowley S. V., O'Mahony J. A., Fox P. F. The proteins of milk. *Achieving Sustainable Production of Milk. Volume 1: Milk composition, genetics and breeding* / Ed. N. Van Belzen. Philadelphia, USA : Burleigh Dodds Science Publishing Limited, 2017. 360 p.
33. Kumosinski T.F., Brown E.M., Farrell H.M. Three-dimensional molecular modelling of bovine caseins: κ - casein. *J. Dairy Sci.* 1991. Vol. 74, № 9. P. 2879–2887.
34. Kumosinski T.F., Brown E.M., Farrell H.M. Three-dimensional molecular modelling of bovine caseins: a refined, energy-minimized κ -casein structure // *J. Dairy Sci.* – 1993. – Vol. 76, № 9. – P. 2507-2520.
35. Ecroyd H., Thorn D. C., Liu Y., Carver J. A. The dissociated form of κ -casein is the precursor to its amyloid fibril formation. *Biochemical Journal*. 2010. Vol. 429, Iss. 2. P. 251–260.

36. Farrell H.M, Kumosinski T.F., Cooke P.H. Particle sizes of purified κ - casein: Metal effect and correspondence with predicted three – dimensional structures. *J. Prot. Chem.* 1996. Vol. 15, № 3. P. 435–445.
37. Farrell H. M., Wickham E. D., Groves M. L. Environmental influences on purified κ -casein: disulfide interactions. *Journal of Dairy Science.* 1998. Vol. 81, №.11. P. 2974–2984.
38. Farrell H. M., Cooke H. Y., Wickham E. D., Piotrowski E. G., Hoagland P. D. Environmental influences on bovine kappa-casein: Reduction and conversion to fibrillar (amyloid) structures. *Journal of Protein Chemistry.* 2003. Vol. 22, №. 3. P. 259–273.
39. Farrell H. M., Jimenez-Flores R., Bleck G. T., Brown E. M., Butler J. E., Creamer L. K., Hicks C. L., Hollar C. M., Ng-Kwai-Hang K. F., Swaisgood H. E. Nomenclature of the proteins of cows' milk sixth revision. *Journal of Dairy Science.* 2004. Vol. 87, № 6. P. 1641–1674.
40. Fox P. F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P. L. H., O'Mahony J. A. Dairy Chemistry and Biochemistry (Second Edition). New York : Springer, 2015. 585 p.
41. Holland J. W., Deeth H. C., Alewood P. F. Proteomic analysis of κ -casein microheterogeneity. *Proteomics.* 2004. Vol. 4, Iss. 3. P. 743–752.
42. Huppertz T. Chemistry of the caseins. *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects* / Eds. P. L. H. McSweeney, P. F. Fox. 4th edn. New York : Springer Science+Business Media, 2013. P. 130–160.
43. Huppertz T., Fox P. F., Kelly A. L. The caseins: structure, stability, and functionality. *Proteins in Food Processing* / Ed. R. Y. Yada. 2nd ed. Cambridge, United Kingdom : Woodhead Publishing, 2018. P. 49–92.
44. McSweeney P. L. H., Fox P. F. (eds). *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects*, 4th edn. New York : Springer Science+Business Media, 2013. 548 p.
45. McSweeney P. L. H., O'Mahony J. A. (eds.) *Advanced Dairy Chemistry – Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*, 4th edn. New York: Springer, 2016. P. 498.

46. Moughan P. J. Milk protein: A rich source of bioactives for developing functional foods. *Milk protein. From expression to food* / Eds. M. Boland, H. Singh. 3rd edn. London, United Kingdom : Academic Press, 2020. P.633–649.
47. Nongonierma A. B., O’Keeffe M. B., FitzGerald R. J. *Milk Protein Hydrolysates and Bioactive Peptides. Advanced Dairy Chemistry – Volume 1B: Proteins: Applied Aspects* / Eds. P. L. H. McSweeney, J. A. O’Mahony. 4th edn. New York : Springer, 2016. P. 417–482.
48. O’Mahony J. A., Fox P. F. Milk Proteins: Introduction and Historical Aspects. *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects* / Eds. P. L. H. McSweeney, P. F. Fox. 4th edn. New York : Springer Science+Business Media, 2013. P. 43–85.
49. Probiotic dairy products. 2nd ed., (eds. Adnan Y. Tamime, Linda V. Thomas) / Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2017. – 432 p.
50. Saito T., Itoh T. Variations and distributions of O-glycosidically linked sugar chains in bovine κ -casein. *Journal of Dairy Science*. 1992. Vol. 75. Iss. 7. P. 1768–1774.
51. Schiffer S., Scheidler E., Kiefer T., Kulozik U. Effect of Temperature, Added Calcium and pH on the Equilibrium of Caseins between Micellar State and Milk Serum. *Foods*. 2021. Vol. 10, № 4. 822.
52. Sharma N., Sharma R., Rajpud Y. S., Mann B., Singh R., Gandhi K. Separation methods for milk proteins on polyacrylamide gel electrophoresis: Critical analysis and options for better resolution. *International Dairy Journal*. 2021. Vol. 114. 104920.
53. Thorn D. C., Meehan S., Sunde M., Rekas A., Gras S. L. MacPhee C. E., Dobson C. M., Wilson M. R., Carver J. A. Amyloid fibril formation by bovine milk κ -casein and its inhibition by the molecular chaperones α _S- and β -casein. *Biochemistry*. 2005. Vol. 44, № 51. P. 17027–17036.
54. Walstra P., Jenness R. Dairy Chemistry and Physics. New York : John Wiley & Sons, 1984. 467 p.
55. Walstra, P.; Wouters, J.T.M.; Geurts, T.J. *Dairy Science and Technology*, 2nd ed.; Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA, 2006. – 808 p.

56. Yukalo V. G., Storozh L. A., Datsyshyn K. Ye., Krupa O. M. Electrophoretic systems for the preparative fractionation of proteins recursors of bioactive peptides from cow milk. *Food science and technology*. 2018. Vol. 12, № 2. P. 26–32.
57. Yukalo V., Datsyshyn K., Storozh L. Electrophoretic system for expressanalysis of whey protein fractions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. 2/11 (98). P. 37–44.

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ
(Україна)
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
(Україна)
ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ ІМ. Ю.І. КУНДЄВА
(Україна)
ВАРМІНСЬКО-МАЗУРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Польща)
СЛОВАЦЬКИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Словаччина)
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
(Україна)
ПОЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ ЗДОРОВ'Я
(Польща)

VII Міжнародна науково-технічна конференція **Стан і перспективи харчової науки та** **промисловості**

Тези доповідей

28 – 29 вересня 2023 р.

Тернопіль

УДК 637.127.576

В.Г. Юкало, докт. біол. наук, проф.; С.І. Сторож

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ κ -КАЗЕЇНУ І ПРОДУКТІВ ЙОГО ПРОТЕОЛІЗУ

V. Yukalo, Dr., Prof.; S. Storozh

BIOLOGICAL ACTIVITY OF κ -CASEIN AND ITS PROTEOLYSIS PRODUCTS

До складу білків казеїнового комплексу відносяться чотири основні фракції, які є продуктами окремих генів. Це α_{S1} -казеїн (~40%), α_{S2} -казеїн (~10%), β -казеїн (~35%) і κ -казеїн (~15%) [1]. Фракції між собою відрізняються розчинністю, чутливістю до іонів кальцію, а також за фізико-хімічними властивостями. Не зважаючи на відносно малий вміст серед інших казеїнів, важливу роль відіграє κ -казеїн. Виявилось, що саме ця фракція стабілізує міцели казеїну в молоці і забезпечує їх стабільність до осадження в присутності високих концентрацій іонів кальцію. Механізм коагуляції білків молока при додаванні молокозгортальних ферментів тісно пов'язаний з κ -казеїном [2]. Він є єдиним глікопротеїном серед казеїнів. Причому, відмінність у кількості олігосахаридних груп у складі κ -казеїну зумовлює присутність у молоці численних міnorних фракцій даного білку. Відщеплення гідрофільної частини його молекули (глікомакропептиду або ГМП) молокозгортальними ферментами призводить до дестабілізації казеїнових міцел і утворення згустку. Цей процес лежить в основі виробництва різних видів сирів, а також сичужного казеїну.

Окрім цінних фізико-хімічних властивостей, κ -казеїну притаманна біологічна активність. Переважно вона проявляється на рівні продуктів його протеолізу [3]. Насамперед, це стосується глікомакропептиду (f 106-169), який у великих кількостях попадає в сироватку при виробництві твердих сирів і сичужного казеїну. Глікомакропептиду притаманна імуномодуляторна, бактерицидна дії, а також здатність регулювати процеси виділення травних соків у шлунково-кишковому тракті (ШКТ). Окрім цього у продуктах більш глибокого протеолізу κ -казеїну за дії протеолітичних ферментів ШКТ, протеолітичних систем молочнокислих бактерій і молокозгортальних препаратів виявлено низку біологічно активних пептидів, які проявляють антитромботичну, антигіпертензивну, бактерицидну, опіюїдну і мінералізв'язувальну дію [4].

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок про доцільність розроблення шляхів виділення κ -казеїну і ГМП для застосування у виробництві функціональних продуктів.

Література

1. Fox P. F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P. L. H., O'Mahony J. A. Dairy Chemistry and Biochemistry (Second Edition). New York : Springer, 2015. 585 p.
2. Юкало В. Г. Лабораторний практикум з хімії та фізики молока і молочних продуктів : навчальний посібник. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 176 с.
3. Юкало А. В., Сторож Л. А., Юкало В. Г. Білки казеїнового комплексу молока корови (*Bos Taurus*) як попередники біологічно активних пептидів. Біотехнологія. 2012. Т. 5, № 4. С. 21-33.
4. Юкало В. Г. Біологічна активність протеїнів і пептидів молока : монографія. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 372с.