

Інженерії машин, споруд і технологій

Харчової біотехнології і хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Вплив природного консерванту нізину на термін
зберігання кисломолочного сиру з проєктуванням цеху його
виробництва**

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

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Петришин Б.І.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Вічко О.І.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Кухтин М.Д.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Кухтин М. Д.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Кравець О.І.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Тема роботи **Вплив природного консерванту нізину на термін зберігання кисломолочного сиру з проєктуванням цеху його виробництва**
-
- Керівник роботи **Вічко Олена Іванівана, к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
-
- Затверджені наказом ректора від «08 » 10 2024 року № 4/7-975
-
2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2024 року
-
3. Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані
-
4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
-
- провести аналіз використання нізину у технології консервування молочних продуктів;
-
- визначити мінімально бактерицидну концентрацію промислового нізину щодо різних мікроорганізмів кисломолочного сиру;
-
- розробити дослідні зразки кисломолочного сиру з консервантом нізином та визначити їх технологічні показники;
-
- охарактеризувати вплив зберігання кисломолочного сиру з нізином на його мікробіологічні й біохімічні показники;
-
- розробити проєкт та описати технологію сиру кисломолочного, напою із сироватки та сметани «натуральної».
-
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
рисунки, таблиці, схеми, діаграми, креслення
-
6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	29.01.24 р. – 24.05.24 р.	
2.	Складання схеми досліджень	17.06.24 р. – 28.06.24 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	01.07.24 р. – 31.07.24 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.08.24 р. – 30.08.24 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	02.09.24 р. – 20.09.24 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	23.09.24 р. – 11.10.24 р.	
7.	Закінчення написання розділів	14.10.24 р – 22.11.24 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	02.12.24 р	

Студент

(підпис)

Петришин Б.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вічко О.І.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	5
	Вступ	6
1	НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	10
1.1.	Аналітичний огляд літературних джерел	10
1.1.1	Критерії, які обмежують використання нізину у технології консервування молочних продуктів	10
1.1.2	Застосування стратегій для підвищення протимікробного ефекту нізину в харчових продуктах	13
1.1.2.1	Інкапсуляція нізину	13
1.1.2.2	Використання протимікробної упаковки з нізином для збільшення терміну молочних продуктів	14
1.1.2.3	Використання біоінженерії для покращення структури нізину	17
	Підсумки з огляду	19
1.2.	Матеріали і методи досліджень	21
1.2.1.	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	21
1.2.2.	1.2.2. Методи досліджень	22
1.3.	Результати досліджень та їх обговорення	23
1.3.1	Перспективні шляхи підвищення безпечності харчових продуктів та терміну їх зберігання	23
1.3.2	Дослідження мінімально бактерицидної концентрації промислового нізину щодо різних мікроорганізмів кисломолочного сиру	24
1.3.3	Розробка дослідних зразків кисломолочного сиру з консервантом нізином та дослідження їх технологічних показників	26
1.3.4	Дослідження впливу зберігання кисломолочного сиру з нізином на його мікробіологічні й біохімічні показники	31

2	ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	35
2.1.	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	36
2.1.3.	Сировинно-продуктовий розрахунок	38
2.1.4.	Зведена таблиця розрахунку продуктів	45
3	ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	47
3.1.	Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів	47
3.2.	Опис загальних технологічних операцій виробництва молочних продуктів	49
3.3.	Опис технології виробництва молочних продуктів запроєктованого асортименту	53
4.	ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОХІМІЧНОГО І МІКРОБІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ЗАПРОЄКТОВАНОГО АСОРТИМЕНТУ	58
5.	ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	64
6.	РОЗРАХУНОК ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І ДОПОМІЖНИХ ПРИМІЩЕНЬ	73
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	81
4.1	Охорона праці	81
4.1.1.	Техніка безпеки для недопущення травматизму на піжприємствах харчової промисловості	81
4.1.2.	Особливості охорони праці неповнолітніх	82
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	84
4.2.1	Забезпечення стійкості роботи молокопереробного	84

	підприємства в умовах хімічного зараження	
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	90
	Список літератури	91
	Додатки	99

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 105 с., 10 рис., 18 табл., 67 джерел.

КИСЛОМОЛОЧНИЙ СИР, КОНСЕРВАНТ, НІЗИН, МІКРОФЛОРА
КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ. ТЕРМІН ЗБЕРІГАННЯ СИРУ.

Об'єкт дослідження: кисломолочний сир, консервант нізин, мікробіологічні й фізико-хімічні показники, термін зберігання сиру, проєктування цеху кисломолочного сиру.

Мета роботи – визначити вплив природного консерванту нізину на технологічні показники й термін зберігання кисломолочного сиру з проєктуванням цеху його виробництва.

Методи досліджень: патентно-пошукові (аналіз літературних джерел про критерії, які обмежують використання нізину у технології консервування молочних продуктів); мікробіологічні (визначення МБК консерванту нізину відносно мікрофлори кисломолочного сиру, вплив нізину на технічно-шкідливі й санітарно-показові мікроорганізми); фізико-хімічні (вологість, титрована кислотність кисломолочного сиру), статистичні.

Встановлено, що природний консервант нізин широко використовується в харчовій промисловості, як безпечний, проте на його ефективність впливають деякі фактори, такі як рН середовища (добре активний в кислому та слабо активний за нейтрального), вміст жиру. Виявлено, що нізин добре проявляв консервуючий ефект на технічно-шкідливу й грампозитивну патогенну мікрофлору за концентрації 0,005 – 0,01 %. Проте, він погано діяв на коліформні бактерії, які є санітарно-показові гігієни технологічного процесу. У дослідних зразках сиру з нізином під час його зберігання зростання мікробіоти відбувалося, в середньому в 5,5 рази повільніше, ніж у контрольному сирі без нізину. Додавання консерванту нізину у технологію кисломолочного сиру дозволяє покращити мікробіологічні показники, знизити динаміку утворення молочної кислоти та збільшити термін реалізації цього продукту.

Вступ

Актуальність теми. У сучасних суспільствах зростаючий споживчий попит на натуральні продукти без добавок спонукав харчову промисловість до дослідження нових та альтернативних технологій консервування харчових продуктів з метою покращення якості та безпечності продуктів.

Стратегії боротьби з псуванням і патогенними мікроорганізмами в даний час орієнтовані на технології перешкод, такі як комбінування різних антимікробних препаратів для пригнічення розвитку мікроорганізмів і підвищення безпечності харчових продуктів [1]. Крім того, ефективні протимікробні суміші можна оптимізувати дозволяючи виробникам харчових продуктів визначати застосування з меншими витратами, мінімальним органолептичним ефектом або тим і іншим, зберігаючи при цьому бажаний рівень безпечності харчового продукту [2, 3]. Дослідження показують, що застосування комбінацій нізину з іншими протимікробними препаратами в молоці та сирі є ефективними для збільшення терміну придатності й тим самим зменшення ризику розвитку небажаних мікроорганізмів [1].

Бактеріоцин нізин, відкритий в Англії в 1928 році, виробляється деякими штамми *Lactococcus lactis subsp. lactis*. За структурою це поліпептид з 34 амінокислот, катіонна молекула завдяки комбінації трьох залишків лізину та одного або кількох залишків гістидину [1, 3]. Вважається, що нізин зв'язується з рецепторами зовнішньої мембрани шляхом кон'югації з іншими компонентами клітини (тобто фосфоліпідами) або шляхом агрегації з іншими білками (тобто глікопротеїнами). Таке зв'язування створює іонні канали в цитоплазматичній мембрані, роблячи клітину проникною [1, 5, 7]. Нізин зазвичай захищений харчовими інгредієнтами, до яких його додають, і не втрачає своєї активності під час таких процесів, як пастеризація чи стерилізація [10].

Оскільки часто повідомлялося, що молочні продукти заражені та пов'язані зі спалахами харчових інфекцій та токсикозів [12, 13, 18, 25, 28],

були розроблені нові стратегії збереження для контролю росту різних патогенів, включаючи *L. monocytogenes*. Зокрема безпосереднє пряме застосування бактеріоцинів у вигляді очищеної сполуки або інокуляцію штамми-продуцентів бактеріоцинів в умовах, які сприяють виробленню бактеріоцину *in situ* [1, 3, 28, 30]. Нізин, що виробляється *Lactococcus lactis*, на даний момент є єдиним бактеріоцином, схваленим як консервант для використання в якості безпосереднього харчового інгредієнта для людини [2, 31, 34].

Таким чином використання молочнокислих бактерій й продукованих ними бактеріоцинів у технології виробництва молочних продуктів для збільшення терміну придатності, зниження вибракування та підвищення їх безпечності на даний час є досить актуальними й необхідними.

Мета і завдання досліджень.

Метою роботи було визначити вплив природного консерванту нізину на технологічні показники й термін зберігання кисломолочного сиру з проєктуванням цеху його виробництва.

Для виконання мети було поставлені наступні завдання:

- провести аналіз використання нізину у технології консервування молочних продуктів;
- визначити мінімально бактерицидну концентрацію промислового нізину щодо різних мікроорганізмів кисломолочного сиру;
- розробити дослідні зразки кисломолочного сиру з консервантом нізином та визначити їх технологічні показники;
- охарактеризувати вплив зберігання кисломолочного сиру з нізином на його мікробіологічні й біохімічні показники
- розробити проєкт та описати технологію сиру кисломолочного, напою із сироватки та сметани «натуральної».

Об'єкт дослідження: кисломолочний сир, консервант нізин, мікробіологічні й фізико-хімічні показник, термін зберігання сиру, проєктування цеху кисломолочного сиру.

Предмет дослідження: мінімальна бактерицидна концентрація консерванту нізину щодо мікрофлори кисломолочного сиру, зміни мікрофлори й фізико-хімічних показників за консервування сиру нізином, розрахунки за проектування цеху кисломолочного сиру.

Методи досліджень: патентно-пошукові (аналіз літературних джерел про

критерії, які обмежують використання нізину у технології консервування молочних продуктів); мікробіологічні (визначення МБК консерванту нізину відносно мікрофлори кисломолочного сиру, вплив нізину на технічно-шкідливі й санітарно-показові мікроорганізми); фізико-хімічні (вологість, титрована кислотність кисломолочного сиру), статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Виявлено, що нізін добре проявляв консервуючий ефект на технічно-шкідливу й грампозитивну патогенну мікрофлору за концентрації 0,005 – 0,01 %. Проте, він погано діяв на коліформні бактерії, які є санітарно-показові гігієни технологічного процесу. Удосконалено технологію кисломолочного сиру з консервантом нізином для тривалого терміну його зберігання. Додавання консерванту нізину у технологію виробництва кисломолочного сиру дозволяє покращити мікробіологічні показники, знизити динаміку утворення молочної кислоти, що стримує виникнення органолептичних вад та дозволяє збільшити термін реалізації цього продукту.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновано технологію кисломолочного сиру застосовувати оптимальну концентрацію нізину у кількості 0,0075 %. .

Особистий внесок здобувача. Магістрант самостійно вивчав літературні дані відносно стратегій застосування консерванту нізину у технології молочних продуктів, сформував мету кваліфікаційного дослідження, визначив завдання, склав план досліджень, провів дослід, описав їх, зробив розрахунки за проектом, оформив кваліфікаційну роботу.

Апробація результатів.

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи було опубліковано одні тези конференції (Додаток А)

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, розділів дослідної та розрахунково-графічної частини, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літератури та додатків. Магістерська робота має 105 сторінки та містить 18 таблиць, 10 рисунків. Перелік літератури складається з 67 джерел.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1. Критерії, які обмежують використання нізину у технології консервування молочних продуктів

Нині вже добре встановлено, що нізин менш ефективний у деяких молочних продуктах щодо пригнічення патогенної мікробіоти [1, 2]. Зокрема, відомо, що молочні продукти з нейтральним рН, виготовлені з незбираного молока вважаються поганими кандидатами для застосування нізину в якості антибактеріальної речовини [4]. Наприклад, додавання 250 мкг/г нізину до сиру Queso Fresco – латиноамериканського свіжого сиру, який має нейтральний рН і виготовляється з незбираного молока, забезпечує контроль над ростом *L. monocytogenes* протягом лише кількох днів [5, 6]. Було запропоновано кілька факторів, які пояснюють обмеження нізину в певних молочних продуктах, включаючи такі: 1) недостатню стабільність нізину при нейтральному рН; 2) здатність нізину розподілятися на жирові кульки; 3) зв'язування катіонного нізину з аніонним казеїном; 4) наявність двовалентних катіонів, що блокують доступ до фосфоліпідів клітинної мембрани; 5) можливість розвитку стійкості до нізину.

Нізин сильно залежить від рН і має максимальну розчинність і стабільність при рН 3 од [7], можливо, через його структуру, яка залежить від рН. При рН 3 вторинна структура нізину містить випадкове згортання, тоді як при рН 6 і вище перевага надається β -поворотам, що свідчить про те, що індуковані рН зміни структури можуть бути пов'язані з розчинністю та стабільністю нізину [8, 9, 10]. Неферментовані молочні продукти, такі як молоко та свіжі сири, характеризуються майже нейтральним рН, що сприяє росту патогенних бактерій і мікроорганізмів, що можуть викликати

псування. Однак очікується, що знижена розчинність і стабільність нізину в цих продуктах зменшать ефективність нізину.

Нізін є гідрофобним пептидом, і концентрація та цілісність жирових кульок у харчовій матриці можуть впливати на розподіл нізину і, таким чином, на активність нізину. Було показано, що нізін є більш ефективним щодо інгібування *L. monocytogenes* у знежиреному молоці порівняно з цільним молоком. Дослідники [11, 12] спостерігали, що нізін був більш ефективним у зниженні кількості клітин *L. monocytogenes* у негомогенізованому незбираному молоці порівняно з гомогенізованим цільним молоком, що свідчить про те, що збільшення площі поверхні жирових кульок, викликане гомогенізацією, збільшує адсорбцію нізину жировими кульками, що призводить до зниження ефективності нізину. Інші дослідження показали, що залишкова активність нізину в молоці була знижена більш ніж на 88 % у молоці з 12,5 % жирності [11], і подібний ефект спостерігався, коли нізін додавали до суміші вода-лососева олія, де лише від 30 до 40 % початкової кількості доданого нізину було відновлено у водній фазі [12, 13]. Тому вважається, що ще потрібна додаткова робота, щоб визначити, як вміст жиру в інших молочних продуктах, таких як свіжі сири, впливає на активність нізину.

Було припущено, що нізін може взаємодіяти з білками присутніми в харчових продуктах. При нейтральному рН нізін є катіонним пептидом, тоді як казеїни та інші молочні білки є аніонними, що свідчить про можливу іонну взаємодію між нізином й молочними білками [15]. Аналіз поглинання нізину білками в гомогенатах курки та лосося визначив, що до 90% доданого нізину поглиналося білками, а коли рН гомогенатів регулювали від 6,2 до 2,5 (нейтралізуючи негативні заряди м'язових білків), поглинання нізину було знижено до 40 %, що свідчить про те, що іонні взаємодії важливі для адсорбції нізину білками [13]. Той факт, що нізін може взаємодіяти з молочними білками, може бути бажаним у сироварінні, забезпечуючи високе утримання нізину в сирній матриці та мінімізуючи втрати сирної сироватки.

Однак поглинання нізину казеїнами також може зменшити кількість доступного нізину для прояву антимікробної активності.

Наявність у молочних продуктах двовалентних катіонів, таких як кальцій і магній, також може впливати на активність нізину [16]. Дослідники виявили, що кальцій і магній значно зменшують втрату калію чутливими до нізину клітинами стрептококів при додаванні нізину. Було припущено, що іонна взаємодія між позитивними зарядами нізину та негативно зарядженими фосфоліпідами клітин необхідна для ініціювання утворення тимчасових пор [17]. Однак двовалентні катіони можуть взаємодіяти з головними групами фосфоліпідів клітин, що може пригнічувати вбудовування нізину [19]. Неясно, чи впливають концентрації нізину та наявність кальцію та магнію в різних молочних продуктах на антимікробну активність нізину. Однак ці катіони можуть бути фактором, що сприяє обмеженій ефективності нізину в молочних продуктах.

Природна мінливість толерантності до нізину в межах виду бактерій та набуття резистентності мікроорганізмами до нізину внаслідок повторного застосування нізину також можуть обмежувати використання нізину. Наприклад, нізин у концентраціях від 0,125 до 37,5 мг/л у рідкому або твердому середовищі може пригнічувати *L. monocytogenes* залежно від штаму [20, 21, 22, 23]. Хоча деякі автори визначили резистентність *L. monocytogenes* до нізину або високу толерантність для штамів, здатних рости при 12,5 [20] або 37,5 [22] мг/л (Законодавство США передбачає граничний ліміт нізину, який пригнічує мікробіоту у молочних продуктах як 250 мг/кг). Стійкість до нізину є складним фенотипом, і природна висока толерантність до нізину в деяких штаммах *L. monocytogenes* може бути пов'язана з мутаціями в системі глутаматдекарбоксилази [22]. З іншого боку, попередня дія нізину може стати причиною вибору резистентних до нізину мутантів, і прикладами мікроорганізмів, які здатні набувати стійкості до нізину є *L. monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Clostridium botulinum*, *Streptococcus thermophiles*, *Staphylococcus aureus* і *S. bovis* [19]. Схоже, що розвиток резистентності

бактерій до нізину обмежується дослідженнями в лабораторних середовищах. Наприклад, штами *L. monocytogenes*, виділені з Queso Fresco, і були оброблені нізином, мали таку саму чутливість до нізину, що й вихідні штами [24]. Подібним чином адаптовані до нізину клітини *S. aureus* поступово втрачали стійкий фенотип за відсутності нізину [26]. Поява бактерій, що розвивають резистентність до нізину в харчових продуктах може бути частково обмежена через втрату стабільності та антимікробної активності нізину в молочних продуктах, як обговорювалося вище. ФАО/ВООЗ погоджується, що резистентність бактерій до нізину в харчових продуктах не викликає занепокоєння [27].

1.1.2. Застосування стратегій для підвищення протимікробного ефекту нізину в харчових продуктах

1.1.2.1 Інкапсуляція нізину

У той час як юридична дозволена межа для нізину в молочних продуктах у США становить 250 мг/кг, мінімально інгібуюча концентрація нізину для *L. monocytogenes* становить приблизно 12,5 мг/л [4, 28]. Декілька досліджень інкапсулювали нізин з метою розширення його антимікробної активності шляхом забезпечення контрольованого та тривалого вивільнення нізину в харчову матрицю, таким чином підтримуючи мінімальну концентрацію антимікробної речовини під час зберігання продукту. На жаль, більшість досліджень показали дуже обмежену ефективність використання цієї стратегії інкапсуляції в молоці та свіжому сирі [29, 30, 31, 32]. Імовірно, швидкість вивільнення нізину не підтримує необхідну антилістеріальну концентрацію в харчовій матриці. Проте у дослідженнях [5] виявили підвищену ефективність мікрокапсул казеїну, які були наповнені нізином щодо *L. monocytogenes* у сирі Queso Fresco, що призвело до зниження кількості патогенів на 2 log КУО/г, порівнюючи з сирами без нізину.

Водночас вважається, що нині існує потенціал для ще більшого вдосконалення технології інкапсуляції нізину.

Інша стратегія полягала в спільному інкапсулюванні нізину з іншими антимікробними речовинами для потенційного прояву синергетичних ефектів [31, 32, 33, 34]. Однак, принаймні в трьох дослідженнях, які наведено відкрито, жодної користі від кокапсуляції в молоці не було продемонстровано. Як правило, спільний інкапсульований нізин та інші протимікробні препарати мають таку ж ефективність, як і додавання цих протимікробних препаратів без інкапсуляції.

У деяких випадках інкапсуляція нізину з використанням інших матеріалів GRAS, зокрема хітозану, пектину, альгілату/пектину, серед іншого, продемонструвала потенціал розширення антимікробної активності нізину під час тестування *in vitro* [35]. Однак їх необхідно оцінити в харчовій матриці, щоб продемонструвати, що система інкапсуляції може фактично збільшити антимікробну активність нізину. Крім того, мінімальне антимікробне посилення нізину після інкапсуляції, яке спостерігається в більшості досліджень при тестуванні на молоці та сирі, описане у вищезазначених дослідженнях, свідчить про те, що оптимізація системи інкапсуляції потрібна для досягнення відповідної швидкості вивільнення нізину. Крім того, у більшості досліджень інкапсуляції нізину відсутні органолептичні оцінки капсул, доданих у харчовий продукт.

Таким чином, невідомо, чи ці капсули негативно впливають на характерне смакове відчуття та після смак молочних продуктів.

1.1.2.2. Використання протимікробної упаковки з нізином для збільшення терміну молочних продуктів

Розробка антимікробної упаковки шляхом включення нізину в пакувальний матеріал є однією з можливих стратегій підвищення безпечності молочних продуктів й терміну їх зберігання. Такий підхід може зменшити взаємодію антимікробних препаратів з харчовими компонентами (переважно

білками та жирами), розведення в сипучих продуктах, нейтралізацію та швидку дифузію в харчовій масі [36, 37, 38, 39, 40]. Антимікробна упаковка є перспективним видом активної упаковки, яка забезпечує кращу стабільність і контрольоване вивільнення антимікробних агентів для підвищення якості та безпечності харчових продуктів [41, 38, 42, 43, 44].

Нізин є високоактивною поверхнево-активною молекулою, яка може зв'язуватися з різними сполуками, що робить його придатним для адсорбції на твердих поверхнях і знищення бактеріальних клітин, які згодом контактують з поверхнею [3]. Таким чином, поверхні, активовані нізином мають потенціал для застосування в якості антимікробної упаковки [3, 45, 46, 47]. Однак на сьогоднішній день лише кілька антимікробних систем пакування були застосовані в реальних харчових матрицях/молочних харчових продуктах.

Декілька антимікробних пакувальних систем, які використовують нізин, змогли зменшити або виключити *L. innocua*, *S. aureus*, *Bacillus cereus* і *Micrococcus luteus* в упакованих сирах або молочних продуктах [49, 50]. Ефективність антимікробної упаковки залежить від кількох факторів, таких як спосіб введення антимікробних речовин у полімер, в який упакований харчовий/молочний продукт.

Попередні дослідження показали переваги та недоліки різних типів методів, що використовуються для встановлення антимікробної упаковки [48]. Одним із найбільш перспективних методів є додавання інкапсульованого нізину до упаковки для підвищення його стабільності та біоактивності в харчовому середовищі та забезпечення його контрольованого виділення в молочний продукт. Повідомлялося, про успішне пригнічення *L. monocytogenes* на сирі Чеддер, яке не впливало на його органолептичні властивості [40]. Інший інноваційний підхід, щоб уникнути поступового виснаження антимікробних речовин з упаковки, полягає в тому, щоб включити в плівку живі мікроорганізми, здатні виробляти бактеріоцини. Наприклад, плівки, які були леговані живим *Enterococcus*, мали значно вищу

антимікробну активність, ніж плівки з нізином або ентероцимном 416K1. Позитивні результати свідчать про те, що було б цікаво оцінити антимікробний ефект включення в упаковку сиру живих мікроорганізмів, що виробляють нізин, а не очищеного пептиду нізину. Однак цей новий підхід вимагає додаткових досліджень.

Протимікробна упаковка вивільняє антимікробну речовину з харчової поверхні, щоб зменшити забруднення сирів, однак вона може вплинути на процес старіння поверхнево дозрілих сирів. Дослідники [51] повідомили, що плівки з казеїн ату натрію та нізину зменшили кількість *L. innosua* на 90 % у поверхнево інокульованому сири Mini red Babybel. Навпаки, антимікробна ефективність нізину зменшувалася зі збільшенням відстані між поверхнею, що контактує з активними плівками. Так само [52] розробили плівки, що містять як натаміцин, так і нізин, які пригнічували культуру мікроорганізмів на поверхні сиру Olomoucké tvaruzky, що впливало на процес його дозрівання. Характеристики харчової матриці та температура зберігання також можуть впливати на вивільнення антимікробних речовин із плівок, оскільки, наприклад, вивільнення нізину з поліетиленової плівки низької щільності було вищим за низького рН і високої температури [53].

Антимікробна активність активних плівок визначається активністю доданих антимікробних речовин. Щоб розширити обмежений спектр активності нізину, деякі автори розробили упаковку, що містить комбінацію нізину та натаміцину для інгібування психротрофних бактерій, *L. innosua*, дріжджів та плісняви в сирах [52]. Крім того, плівки, розроблені [54] не змогли інгібувати ріст *Staphylococcus* spp. через відсутність дифузії нізину від плівок до сиру.

Отже, щоб розвивати сферу антимікробної упаковки, майбутні дослідження повинні бути направлені на такі дії; 1) більше зосереджуватися на повножирних молочних продуктах із майже нейтральним рН, які піддаються більшому ризику зараження патогенами; 2) розробити

інноваційні методи, які зберігають активність антимікробних засобів та покращити їх вивільнення в матрицю продукту; 3) охарактеризувати взаємодію між активною упаковкою та харчовою матрицею; 4) вивчати кінетику вивільнення антимікробних речовин із плівки для контрольованого продовження терміну зберігання продуктів; 5) оцінювати потенціал введення різних антимікробних препаратів з нізином в пакувальний матеріал; 6) оцінювати стабільність розроблених антимікробних систем під час зберігання; 7) оцінювати вплив додавання антимікробних препаратів на механічні, фізико-хімічні та бар'єрні властивості активних плівок, щоб не скомпрометувати основні захисні функції харчової упаковки; 8) звертати увагу на законодавчі вимоги щодо антимікробної упаковки, особливо коли використовуються наноінкапсульовані антимікробні засоби.

1.1.2.3. Використання біоінженерії для покращення структури нізину

Нізін А, що продукується *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* є генно-кодованим рибосомально синтезованим пептидом, який підходить для стратегій біоінженерії. Модифікації амінокислот у первинній структурі нізину А змінюють фізико-хімічні та антимікробні властивості нізину А, як це спостерігається в різних природних варіантах (Z, F, Q, H, U та U2) [55]. Наприклад, нізін Z продемонстрував кращу розчинність при нейтральному рН і відрізняється від нізину А лише одноразовою заміною гістидину на аспарагін у положенні 27 (H27N) [56].

Навмисне введення мутацій у послідовність гена нізину націлене на одиничні залишки, такі як шарнірна область (залишки 20–22), було зосереджено головним чином на ідентифікації похідних нізину з підвищеною антимікробною активністю. Такою, яка б покращила ефективність і ширший антимікробний спектр [55], тому декілька досліджень повідомляли про похідні нізину з підвищеною антимікробною активністю в твердих або рідких середовищах проти *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *B. cereus*, *Enterococcus* spp. і *Streptococcus* spp. [55, 57]. У деяких випадках похідні

нізину [55] і злиті мутанти нізину з антиграмнегативними пептидами [58] проявляли антимікробну активність проти грамнегативних патогенів, таких як *C. sakazakii*, *E. coli*, *E. coli O157:H7*, *Salmonella*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* та *Enterobacter aerogenes*.

Обмежена кількість досліджень показала застосування похідних нізину в харчових матрицях, зокрема в молочних продуктах, зокрема [59] повідомили, що шарнірний варіант нізину, SVA (заміна амінокислот NMK на SVA в положеннях 20-22), був здатний краще зменшувати клітини *L. monocytogenes* до невизначених рівнів у комерційному шоколадному молоці за температури 4 °C, ніж нізину А. Дослідження, проведене за 37 °C у комерційному шоколадному молоці, показало, що нізін V (M21V) був більш ефективним, ніж нізін А, щодо зниження кількості *L. monocytogenes*. Крім того, антилістеріальна синергія (антимікробна активність вища порівняно з окремими обробками) з коричневим альдегідом була сильнішою з нізином V, ніж з нізином [55]. До того ж нізін V і нізін S29A не виявляли підвищеної антимікробної активності порівняно з нізином А проти *C. sakazakii* під час тестування у відновленій порошкоподібній молочній суміші для немовлят, незважаючи на те, що ці варіанти були більш потужними проти *C. sakazakii* у середовищі [60].

Як зазначалося раніше, біоінженерія нізину зосереджена головним чином на ідентифікації варіантів нізину з посиленою антимікробною активністю або розширеним антимікробним спектром, без перевірки відповідних біохімічних властивостей, таких як покращена розчинність при нейтральному рН і нижча абсорбція молочним жиром, які є бажаними характеристиками для нізину під час застосування в неферментованих і цільножирних молочних продуктах. Крім того, антимікробну оцінку похідних нізину в основному проводили в лабораторних середовищах, які не можна екстраполювати на харчові матриці [60].

Отже, наразі невідомо, які модифікації нізину були б найбільш корисними для застосування в молочних продуктах. Наявність бібліотек

варіантів нізину [55, 58] відкриває можливість скринінгу цих мутантів на покращені біохімічні характеристики, які покращать ефективність нізину в проблемних харчових матрицях, таких як молочні продукти з низьким вмістом кислоти та цільної жирності.

Підсумки з огляду

Отже, підводячи підсумок огляду щодо обмеження, так і основні тенденції та досягнення у використанні нізину для консервування молочних продуктів бачимо наступне. У кількох дослідженнях нізин був ефективним у молочних продуктах з використанням антимікробної упаковки, біоінженерії, інкапсуляції та комбінованих антимікробних засобів. Активна антимікробна упаковка, що містить нізин, може стати ефективною перешкодою для контролю забруднення сиру під час переробки або подальшої обробки, але її дія обмежена поверхнею сиру. Скринінгові дослідження для виявлення біоінженерних варіантів нізину з підвищеною розчинністю та стабільністю в різноманітних харчових матрицях, включаючи молочні продукти з низьким вмістом кислоти та цільним жиром, необхідні для розширення їх потенційного використання харчовою промисловістю. Необхідно оптимізувати методи інкапсуляції нізину та включати органолептичну оцінку капсул, які додавали до продуктів. Виявлено, що включення інкапсульованого нізину в антимікробну упаковку є багатообіцяючим рішенням. Інші перешкоди та природні протимікробні речовини можна було б додатково дослідити та додати до харчової матриці або харчової упаковки для досягнення більшої стабільності та мікробіологічної безпечності без впливу на поживні та органолептичні властивості продукту. Загалом необхідні подальші дослідження застосування нізину в молочних продуктах, щоб зрозуміти його ефективність у складних харчових середовищах. Крім того, необхідно оцінити законодавчі вимоги та виклики, які пов'язані з цими передовими технологіями.

1.2. Матеріали і методи досліджень

1.2.1. Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження

Метою роботи було визначити вплив природного консерванту нізину на технологічні показники й термін зберігання кисломолочного сиру з проектуванням цеху його виробництва.

Об'єкт дослідження: кисломолочний сир, консервант нізин, мікробіологічні й фізико-хімічні показник, термін зберігання сиру, проектування цеху кисломолочного сиру.

Предмет дослідження: мінімальна бактерицидна концентрація консерванту нізину щодо мікрофлори кисломолочного сиру, зміни мікрофлори й фізико-хімічних показників за консервування сиру нізином, розрахунки за проектування цеху кисломолочного сиру.

Методи досліджень: патентно-пошукові (аналіз літературних джерел про критерії, які обмежують використання нізину у технології консервування молочних продуктів); мікробіологічні (визначення МБК консерванту нізину відносно мікрофлори кисломолочного сиру, вплив нізину на технічно-шкідливі й санітарно-показові мікроорганізми); фізико-хімічні (вологість, титрована кислотність кисломолочного сиру), статистичні.

Дослідна частина магістерської роботи була побудована з трьох основних блоків, які сукупно вирішували поставлену мету з обґрунтування оптимальної дози консерванту нізину для кисломолочного сиру з наступним проектуванням цеху кисломолочного сиру.

У першій теоретичній частині було проведено огляд наукових публікацій щодо використання нізину у технології консервування молочних продуктів.

У другій частині визначено мінімальну бактерицидну концентрацію розчинів нізину щодо мікрофлори кисломолочного сиру та технічно-шкідливих й санітарно показових мікроорганізмів. Також досліджено

мікрофлору кисломолочного свіжого сиру з нізином та порівняли з мікробіологією сиру без нізину.



Рисунок 1.1. – Схема проведення досліджень

У третій частині досліджень наводяться результати зміни за зберігання в умовах холодильника мікробіоти кисломолочного сиру з різною концентрацією нізину. Визначено вплив нізину на молочнокислу мікрофлору, коліформи, дріжджі, патогенні бактерії. До того ж оцінено зміни фізико-хімічних показників за зберігання кисломолочного сиру з різною концентрацією нізину. На основі даних досліджень підібрано оптимальну концентрацію нізину, яка ефективно затримує розвиток мікрофлори та збільшує термін реалізації цього продукту.

1.2.2. Методи досліджень

У кваліфікаційній роботі використано загальноживані методи для проведення експериментів. Зокрема мінімально-бактерицидну концентрацію нізину щодо мікрофлори з кисломолочного сиру визначали згідно [43]. Кількість молочнокислих бактерій у дослідних зразках сиру з нізином визначали за стандартною методикою з використанням наступних живильних середовищ: агар з гідролізованим молоком або промислове середовище MRS, з подальшою інкубацією посівів за 30 ± 1 °C [47, 63].

Групу коліформних бактерій та дріжджової мікрофлори визначали в середовищі Кеслер та на середовищі Сабуро, відповідно згідно стандартних методів [14, 63]. Стафілококи на сольовому агарі (5% натрію хлориду) з кров'ю ВРХ (5%), інкубація протягом 24-48 год – за 37 °C.

Фізико-хімічні показники сиру кисломолочного сиру з нізином було проведено за стандартними методами [64].

Весь цифровий матеріал отриманих результатів досліджень піддався статистичній обробці за допомогою програми Statistic 10, де $P \leq 0,05$ вважався статистично вірогідним.

1.3. Результати досліджень та їх обговорення

1.3.1. Перспективні шляхи підвищення безпечності харчових продуктів та терміну їх зберігання

Використання мікроорганізмів та/або їхніх природних метаболітів для пригнічення росту патогенних бактерій і бактерій, що псують харчові продукти нині вважається, як багатообіцяючий інструмент і також сприймається споживачем, як консервація харчів для зменшення ризику від мікроорганізмів [1]. Зокрема, молочнокислі бактерії набули значного значення в харчовій промисловості та охороні здоров'я, оскільки вони широко використовуються у ферментованих харчових продуктах, мають довгу історію безпечного використання та зазвичай отримали загально визнаний статус GRAS (безпечні) [37, 49]. Консервуюча здатність молочнокислих бактерій в харчових продуктах пояснюється в основному виробництвом антимікробних речовин, включаючи органічну кислоту, перекис водню та бактеріоцини [1, 2, 3, 23]. Останні є рибосомально синтезованими біологічно активними пептидами або білками з антагоністичною активністю щодо специфічних мікроорганізмів [1, 2, 3]. Багато штамів молочнокислих бактерій, що продукують бактеріоцин, довели свою ефективність проти псування та патогенних мікроорганізмів у харчових продуктах [19, 21, 22].

Виробництво бактеріоцину безпосередньо в харчовому продукті за допомогою потенційних допоміжних речовин або заквасок у процесах ферментації вимагає наступних умов: бактеріоциногенного штаму, який добре пристосований до конкретного харчового середовища, у якому він буде використовуватися; здатність рости під час обробки та/або зберігання харчових продуктів; виробляти бактеріоцини у достатній кількості, щоб пригнічувати патогенні бактерії, та ті, що псують харчові продукти. Однак існує значна група харчових продуктів у яких молочнокислі бактерії не є

специфічною мікрофлорою і в даних продуктах ці бактерії є технічно-шкідливими. Тому в харчовій промисловості більшої актуальності набуває використання виділених і стандартизованих бактеріоцинів, які можна додавати у харчову матрицю без можливого псування продукту. Одним із таких природних бактеріоцинів, які уже тривало використовуються у харчовій промисловості є нізин. Враховуючи його безпечність та молочне походження нами було запропоновано провести дослідження з розроблення технології консервування кисломолочного сиру за допомогою нізину, який синтезують штами молочнокислих лактококів.

1.3.2. Дослідження мінімально бактерицидної концентрації промислового нізину щодо різних мікроорганізмів кисломолочного сиру

Під час вибору оптимальної дози консерванта для затримання розвитку мікрофлори харчового продукту необхідно орієнтуватися на мікробіологічний склад сировини й готового продукту. До того ж у першу чергу необхідно провести дослідження з визначення мінімально бактерицидної концентрації (МБК) консерванта відносно основних представників мікрофлори продукту, які регламентуються стандартом. Адже саме від МБК відштовхуються при встановленні оптимального режиму консерванта. Тому приступаючи до досліджень з підбору ефективної концентрації нізину для консервування кисломолочного сиру ми на першому етапі визначили МБК нізину відносно умовно-патогенних (санітарно-показових) бактерій за якими проводиться контроль згідно стандарту та мікроорганізмів, які в більшості випадків спричиняють його псування або органолептичні зміни. Результати досліджень МБК нізину відносно цих бактерій наведено в табл.. 1.1.

З даних таблиці відмічаємо, що з поміж вибраних у дослід умовно-патогенних й патогенних бактерій найменша МБК була відносно лістерій – 0,005 % при експозиції протягом 1 години. Концентрація нізину, яка

зупиняла розвиток золотистого стафілококу за цієї експозиції була на 0,005 % більша, ніж та, яка діяла на лістерії.

Таблиця 1.1 – Мінімальна бактерицидна концентрація розчинів нізину відносно умовно-патогенних та технічно-шкідливих мікроорганізмів, %, n=6

Мікроорганізми взяті у дослід	Час експозиції тест-культури в розчині нізину, год	
	1 год	24 год
<i>Умовно-патогенні, які регламентуються стандартом на к/м сир</i>		
<i>S. aureus</i> (золотистий стафілокок)	0,010 %	0,0075 %
<i>E. coli</i> (коліформні)	1,85 %	1,85 %
<i>Listeria monocitogenes</i> (лістерія)	0,005 %	0,0025
<i>Технічно-шкідливі, які спричиняють псування к/м сиру</i>		
Стрептококи	0,0075 %	0,0050 %
Термостійка молочнокисла паличка	0,0075 %	0,0050 %
Дріжджі	0,010 %	0,0075 %

Коліформні бактерії, зокрема кишкова паличка інгібувалася дуже високою концентрацією нізину, якщо порівняти з стафілококом і лістерією. Оскільки МБК становила 1,85 %, тобто в 185 разів вища концентрація, порівнюючи з іншими бактеріями. Такі результати узгоджуються з дослідженнями [1, 2], які наводять дані, що нізин дуже слабо проявляє бактерицидний ефект на грамнегативну коліформну мікрофлору, проте є високоактивним відносно грампозитивних бактерій.

Збільшення експозиції у нізині з однієї години до 24 годин (тривала дія) вибраних у дослід бактерій забезпечувало зниження МБК у грам

позитивних бактерій (стафілококів й лістерій) на 0,005 %, проте не зменшувало у колиформних.

Під час оцінки МБК відносно технічно шкідливих мікроорганізмів, які спричиняють вади псування (в основному органолептичні), встановлено, що незаквасочні молочнокислі бактерії добре інгібувалися за концентрації 0,0075 % протягом одногодинної експозиції та на 0,0025 % нижчій концентрації протягом добової експозиції. Дріжджі також добре інгібувалися нізином, оскільки МБК його становила 0,010 % протягом 1 год експозиції й за 0,0075 % протягом 24 год дії.

Отже, дослідження показують, що нізин добре проявляв консервуючий ефект на технічно-шкідливу й грампозитивну патогенну мікрофлору за концентрації 0,005 – 0,01 %. Проте, він погано діяв на колиформні бактерії, які є санітарно-показові гігієни технологічного процесу.

1.3.3. Розробка дослідних зразків кисломолочного сиру з консервантом нізином та дослідження їх технологічних показників

Враховуючи такі отримані результати нами було запропоновано збільшити термін зберігання кисломолочного сиру шляхом консервування його природним бактеріоцином – нізином, який продукує молочнокислий лактокок. У таблиці 1.2 наведено дослідні зразки сиру, у технологію якого було додано нізин у різних концентраціях.

Таблиця 1.2 – Дослідні зразки кисломолочного сиру з різною концентрацією нізину

№п/п	Дослідні зразки к/м сиру з нізином	Концентрація нізину, %
1	№1	0,0025
2	№2	0,0050
3	№3	0,0075
4	Контроль	—

З табл. 1.2. видно, що було створено три дослідні зразки: перший – містив концентрацію нізину, яка була на 0,0025 % менша МБК; другий зразок містив концентрацію нізину (0,005 %), яка була бактерицидною для більшості технічно-шкідливих мікроорганізмів протягом 24 годинної експозиції; третій – яка проявляла бактерицидний ефект на золотистий стафілокок й дріжджі протягом 24 год (0,0075 %).

На рисунку 1.1 наведена блок схема виробництва кисломолочно сиру з трьома концентраціями нізину.

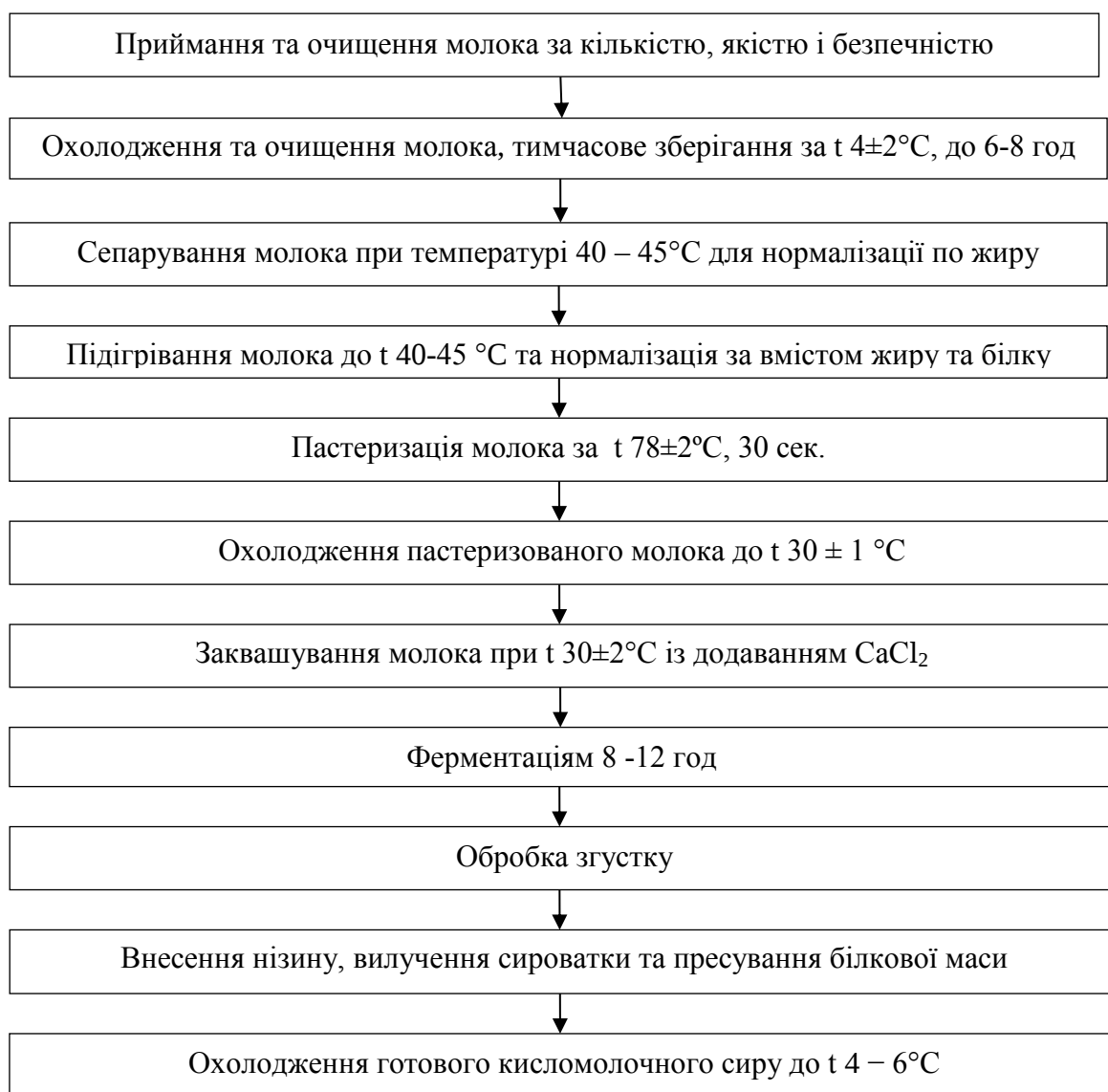


Рис. 1.1. Схема технологічного процесу виробництва кисломолочного сиру з нізином.

З рисунку 1.1. відмічаємо, що блок-схема включала типові технологічні режими виробництва цього виду продукту, проте обробку розчином нізину різної концентрації здійснювали після операції «обробка згустку» і вилічення сироватки. Тобто перед операцією пресування білкової маси, на нашу думку застосування нізину на цьому технологічному режимі дозволить значно зменшити його витрати, оскільки водна частина сировини – віддаляється від продукту.

Виготовлений кисломолочний сир з трьома концентраціями нізину нами був досліджений за мікробіологічними й фізико-хімічними показниками (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Мікрофлора свіжоприготовленого к/м сиру відповідно до вимог ДСТУ, n=6

Показники	Дослідні зразки к/м сиру з нізином			Контроль	Норми ДСТУ 4554
	№1	№2	№3		
Кількість м/к бактерій, КУО/г	$7,4 \pm 0,2 \times 10^6$	$5,6 \pm 0,2 \times 10^6$	$3,1 \pm 0,1 \times 10^6$	$8,2 \pm 0,2 \times 10^6$	Не менше 1×10^6
БГКП (колі форми), не дозволено	1	1	1	1	в 0,001 з терміном зберігання до 72 год; в 0,01 г – більше 72 год
<i>S. aureus</i> , не дозволено	>1	>1	>1	>1	в 0,01 г
Кількість дріжджів, КУО/г	$6,4 \pm 0,3$	$5,5 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,1$	$8,8 \pm 0,3$	Не більше 100
Патогенні	Не	Не	Не	Не	

м/о, не дозволено	виявлено	виявлено	виявлено	виявлено	В 25 г
Термостійка молочнокисла паличка	$9,1 \pm 0,3 \times 10^2$	$7,9 \pm 0,3 \times 10^2$	$7,5 \pm 0,3 \times 10^2$	$2,3 \pm 0,1 \times 10^3$	Не нормується

Мікробіологічні показники свіжого кисломолочного сиру з нізином (табл. 1.3) вказують на його відповідність нормативам представлених в стандарті на цей вид продукту (ДСТУ 4554:2006 [61]). Проте встановлено деякі відмінності, які ми пов'язуємо з бактерицидною дією нізину. Зокрема за кількістю молочнокислих бактерій у дослідних зразках сиру №2 й №3 з кількістю нізину 0,0050 % та 0,0075 %, відповідно, спостерігається в 1,5 та 2,6 рази відповідно менший вміст лактобактерій, при порівнянні з кисломолочним сиром без нізину. Тобто у даних зразках відмічається прояв деякої бактерицидної дії на молочнокислу мікрофлору, хоча вона й була у межах дозволених ДСТУ 4554:2006 [61]. Аналогічні тенденції щодо зменшення контамінації зразків сиру з нізином дріжджами та термостійкою молочнокислою мікробіотою. Тобто у цих зразках свіжоприготовленого сиру з нізином початкове обсіменіння мікроорганізмами було менше, ніж у сирі без нізину. Така динаміка характеризує цей сир як більш придатний до зберігання без порушення його стандартних показників якості та безпечності. Також виявлено, що додана концентрація нізину до кисломолочного сиру не впливала на початкове обсіменіння коліформними бактеріями.

Отже, мікробіологічна оцінка свіжого кисломолочного сиру з нізином виявила суттєвий інгібуючий вплив на технічно-шкідливу й молочнокислу мікробіоту за обробки його концентрацією 0,005 – 0,0075 %. Це покращує мікробіологічні показники сиру та підвищує стійкість його до зберігання.

Також було дано фізико-хімічну характеристику свіжим зразкам кисломолочного сиру з нізином. На рис. 1.2 наведено результати можливого впливу нізину на величину вологості у зразках сиру.

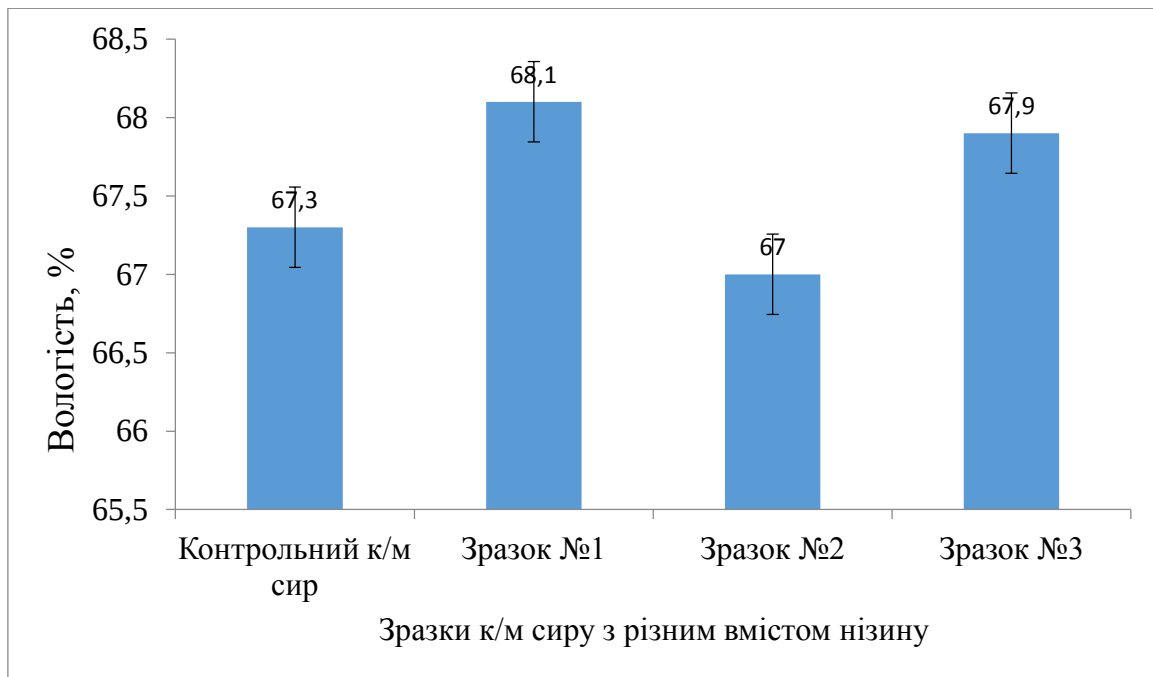


Рисунок 1.2. – Величина вологості у свіжому к/м сиру з різною концентрацією нізину

З рис. 1.2 спостерігаємо, що наявність різної концентрації нізину у складі кисломолочного сиру не має вірогідного впливу на значення вологості, оскільки показники в дослідних зразках не відрізнялися від контрольного. До того ж відзначаємо, що як в дослідних зразках сиру з нізином, так і в контрольному без нього величина вологості була в межах дозволеного стандартом нормативу від 65 до 80 % (ДСТУ 4554:2006) [61]. Тому з даних дослідження підсумовується, що обробка кисломолочного сиру розчинами нізину в концентрації від 0,0025 до 0,0075 % не має впливу на значення вологості в ньому.

Консерванти додають до сировини чи готових виробів для пригнічення розвитку мікрофлори та зупинення біохімічних процесів пов'язаних з участю мікроорганізмів. Титрована кислотність це показник, який залежить від життєдіяльності гліколітичної мікрофлори, тому визначення його у продукті з консервантом опосередковано вказує на активність цієї групи молочної мікробіоти. Дослідження показника титрованої кислотності у свіжих зразках кисломолочного сиру з нізином наведено на рисунку 1.3.

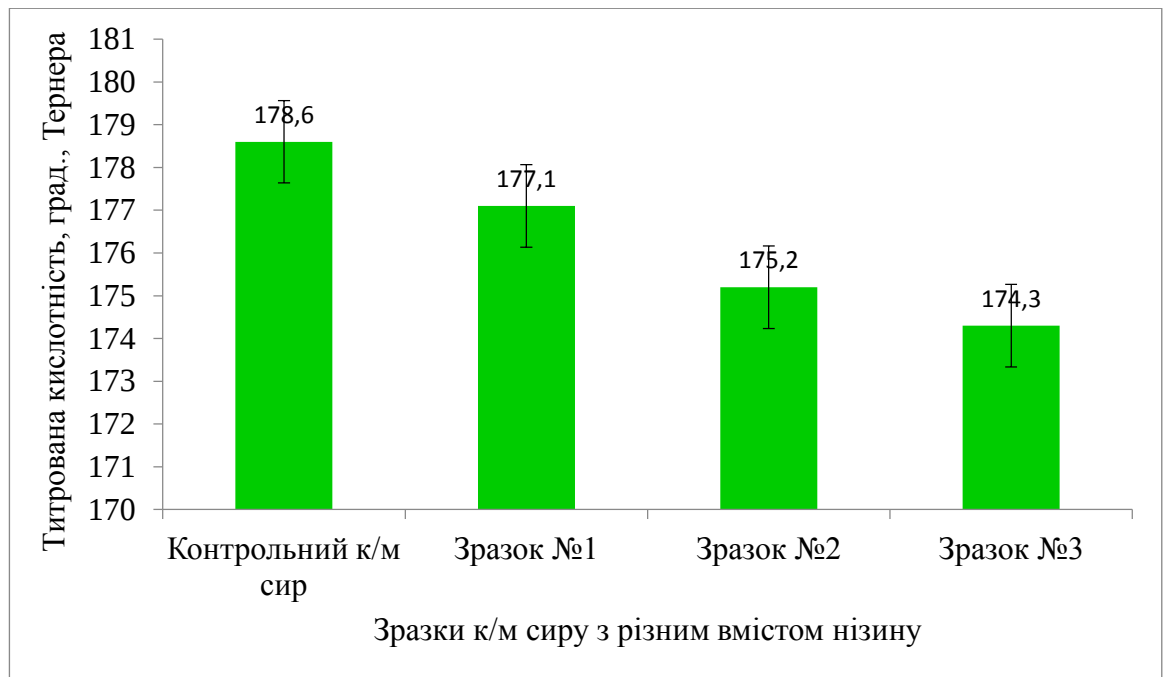


Рисунок 1.3. – Величина титрованої кислотності у свіжому к/м сиру з різною концентрацією нізину

Виявлено (рис. 1.3), що обробка розчинами нізину кисломолочного сиру перед пресуванням дещо вплинула на значення показника титрована кислотність. Зокрема у свіжих зразках №2 та №3 з концентрацією нізину 0,0050 та 0,0075 % величина титрованої кислотності була на 3,4 та 4,3 нижча, ніж у сирі в контролі бкз обробки розчинами нізину. Це пояснюємо здатністю нізину швидше зупинити ферментаційні процеси за участю заквасочної мікрофлори під час технологічного процесу. На відміну від контрольного зразка, де тільки охолодження готового продукту зупиняє розвиток ферментативних процесів у сирі.

Таким чином, у свіжому сирі після обробки нізином величина титрованої кислотності була нижча, порівнюючи з контрольним зразком, що робить його стійкішим до умов зберігання й попередження формування вад.

1.3.4. Дослідження впливу зберігання кисломолочного сиру з нізином на його мікробіологічні й біохімічні показники

Дослідні зразки кисломолочного сиру з консервантом нізін зберігали за температури визначеної стандартом [61] $+4\pm 1$ °C протягом 13 діб й визначали динаміку мікробіологічних показників (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4. – Вплив нізину на динаміку мікробіоти кисломолочного сиру за його зберігання при $t + 4 \pm 1$ °C протягом 13 діб, $M\pm m$, $n=12$

Мікроорганізми	Термін зберігання, діб	К/м сир (контроль)	К/м сир з різною концентрацією нізину, %		
			№1 (0,0025)	№2 (0,0050)	№3 (0,0075)
Молочнокислі бактерії, КУО/г	1	$8,2\pm 0,2 \times 10^6$	$7,4\pm 0,2 \times 10^6$	$5,6\pm 0,2 \times 10^6$	$3,1\pm 0,1 \times 10^6$
	8	$9,7\pm 0,3 \times 10^6$	$7,8\pm 0,2 \times 10^6$	$5,9\pm 0,2 \times 10^6$	$3,4\pm 0,1 \times 10^6$
	13	$5,4\pm 0,1 \times 10^7$	$8,6\pm 0,2 \times 10^6$	$6,5\pm 0,2 \times 10^6$	$3,8\pm 0,1 \times 10^6$
БГКП (коліформи)	1	1	1	1	1
	8	0,1	1	1	1
	13	0,1	0,1	1	1
Кількість дріжджів, КУО/г	1	$8,8\pm 0,3$	$6,4\pm 0,3$	$5,5\pm 0,2$	$4,1\pm 0,1$
	8	$36,1\pm 1,4$	$16,3\pm 0,5$	$9,3\pm 0,4$	$6,5\pm 0,2$
	13	$108,9\pm 5,8$	$61,4\pm 4,3$	$15,6\pm 0,5$	$9,1\pm 0,3$
Термостійка молочнокисла паличка	1	$2,3\pm 0,1 \times 10^3$	$9,1\pm 0,3 \times 10^2$	$7,9\pm 0,3 \times 10^2$	$7,5\pm 0,3 \times 10^2$
	8	$6,4\pm 0,2 \times 10^3$	$1,8\pm 0,1 \times 10^3$	$8,5\pm 0,3 \times 10^2$	$7,9\pm 0,3 \times 10^2$
	13	$5,8\pm 0,2 \times 10^4$	$4,4\pm 0,1 \times 10^3$	$1,2\pm 0,1 \times 10^3$	$8,7\pm 0,3 \times 10^2$
<i>Staphylococcus</i>	1	Не виявлено			

<i>aureus</i>	8	Не виявлено
	13	Не виявлено
<i>Sallmonella</i> <i>spp.</i>	1	Не виявлено
	8	Не виявлено
	13	Не виявлено

Виявлено (табл. 1.4), що молочнокисла мікрофлора у кисломолочному сирі без нізину за 13 діб холодильного зберігання зросла в середньому на 0,8 порядку з $8,2 \pm 0,2 \times 10^6$ до $5,4 \pm 0,1 \times 10^7$ КУО/г. У дослідних зразках сиру з нізином зростання молочнокислої мікробіоти відбувалося повільніше й до того ж спостерігалася закономірність більшого процесу гальмування у зразках з концентрацією нізину 0,0075 %, порівнюючи з зразками 0,005 %. Так, у зразку №2 та №3 кількість молочнокислих бактерій за 13 діб зросла не суттєво всього в середньому 1,18 раза і становила $6,5 \pm 0,2 \times 10^6$ та $3,8 \pm 0,1 \times 10^6$ КУО/г, відповідно.

Хоча нізин слабо впливає на БГКП (МБК 1,8 %) було встановлено, що у зразках з нізином (№2 та №3) титр БГКП не змінювався протягом всього терміну зберігання. Ймовірно пояснюється це тим, що навіть низькі концентрації нізину частково інгібували цю групу бактерій кисломолочного сиру.

Чітко інгібуючий вплив консерванта нізину у кисломолочному сирі проглядається на дріжджі, які у зразках №2 та №3 протягом 13 добового витримування збільшилися всього в 2,8 та 2,2 раза, відповідно й не перевищували стандартну межу у 100 КУО/г. Водночас у зразках сиру без нізину кількість дріжджів за 13 діб зросла в 12,4 раза і становила $108,9 \pm 5,8$ КУО/г, тобто дещо більша кількість дозвеного нормативу [61].

Отже, з досліджень прослідковується добрий консервуючий вплив нізину на мікрофлору кисломолочного сиру у концентраціях 0,005 – 0,0075 %, що дає можливість збільшити термін його продажу та зменшити втрати від вибракування.

Визначення у цих зразках кисломолочного сиру з нізином динаміку титрованої кислотності наведено на рис.1.4.

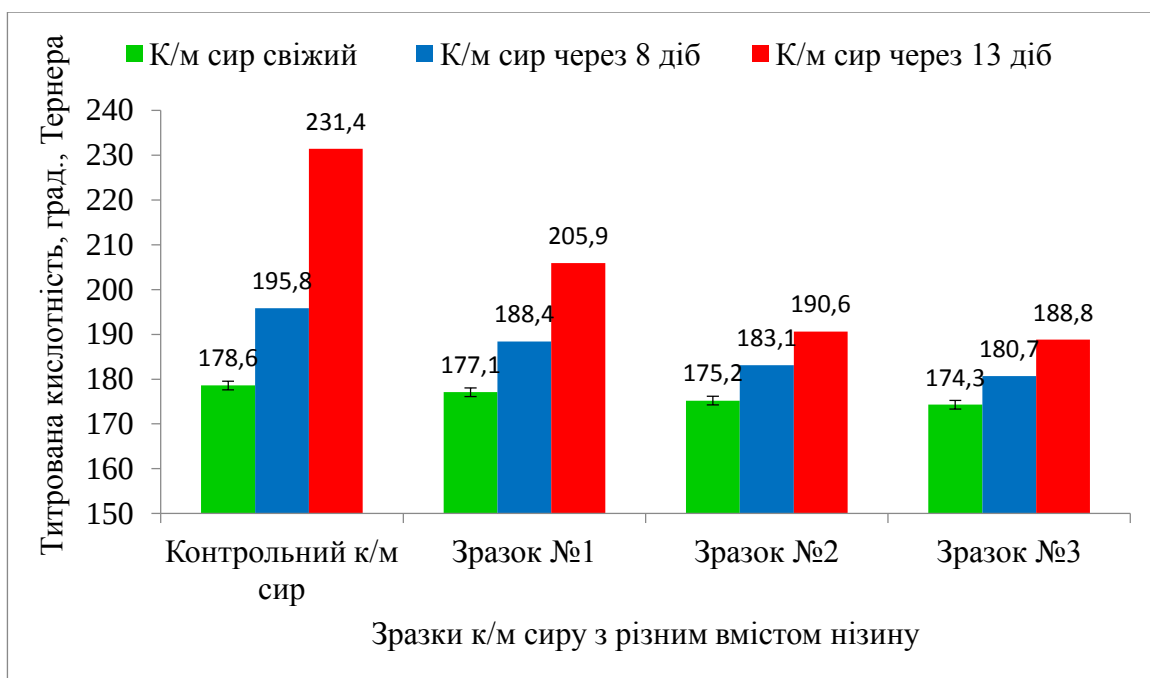


Рисунок 1.4. – Величина титрованої кислотності у к/м сиру з різною концентрацією нізину за його зберігання при $t + 4 \pm 1$ °C протягом 14 діб, $M \pm m$, $n=12$

Встановлено (рис. 1.4), що хоча усі зразки сиру з нізином й без нього за показником титрована кислотність відповідали вимогам ДСТУ 4554:2006 від 170 до 250 °Т [61]. Водночас відзначаємо найменшу величину кислотності через 13 діб зберігання у зразків №2 та №3 – 190,6 – 188,8 °Т, яка в середньому на 40 °Т менша, ніж у контрольному сирі без нізину. Це є свідченням затримування розвитку молочнокислої мікрофлори у зразках з консервантом.

Отже, підсумовуючи дослідження констатуємо, що застосування у технологію кисломолочного сиру консерванту нізину дозволяє знизити інтенсивність мікробіологічних змін за його холодильного зберігання, знизити динаміку утворення молочної кислоти, органолептичних вад у сирі та дозволяє збільшити термін реалізації цього продукту. Тому враховуючи наші дослідження ми вважаємо за оптимальну концентрацію нізину у кисломолочному сирі 0,0075 %.

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Молоко є необхідним продуктом для щоденного раціону, адже є джерелом кальцію та фосфору, які знаходяться в продукті в легкозасвоюваній формі. Особливо незамінні молоко та молочні продукти для дитячого організму.

Кисломолочні продукти володіють кращою засвоюваністю, в порівнянні із звичайним молоком. Вони дуже корисні при захворюваннях шлунково-кишкового тракту. Кисломолочний сир – особливо цінний продукт, адже вирізняється високою засвоюваністю та високим вмістом білку. Цей продукт можна вживати, як самостійний продукт, або готувати на його основі інші страви. Вміст білку в продукті може сягати 15 %. Основний білок кисломолочного сиру – казеїн. Білки цього продукту мають в своєму складі усі незамінні амінокислоти. А жир, який концентрується із білковою фракцією надзвичайно добре засвоюється. Показник засвоюваності сягає 95 %.

Кисломолочний сир багатий на мінерали і мікроелементи. Найбільше тут міститься кальцію і фосфору. Також кисломолочний сир має в складі ряд вітамінів В₁, В₂, РР, С. Кисломолочний сир є дуже корисним продуктом. Завдяки своїм поживним властивостям та приємним органолептичним показникам продукт користується попитом в різних вікових груп населення.

Кисломолочний сир одержують шляхом ферментації молока та одержанням сирного згустку. Під час технологічної обробки з останнього відокремлюють сироватку. Під час процесу ферментації білки молока коагулюють. Для виготовлення кисломолочного сиру вирізняють 3 методи коагуляції: кислотний, кисло-сичужний, термокислотний. Їх відмінність полягає у параметрах впливу на білок молока. На якість виробленого продукту впливає якість заквашувального препарату.

Використання заквасок прямого внесення знижує ризик потрапляння в

молоко небажаних мікроорганізмів, одночасно покращується вихід готового продукту. Щоб покращити процес організації виробництва необхідно впроваджувати автоматизовані лінії на підприємстві. Це дозволяє подовжити терміни зберігання готового продукту, порівняно із звичайним устаткуванням.

Проблема переробки сироватки полягає в тому, що вона є дуже небезпечною для навколишнього середовища, адже має високу кислотність, тому її заборонено скидати в зливи стічних вод. Одночасно з цим це є надзвичайно цінна сировина, що вміщує сироваткові білки, вітаміни, мінерали, молочний цукор. Сироватку переробляють на корм для тварин, використовують у фармацевтичній галузі, застосовують в харчовій промисловості.

2.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

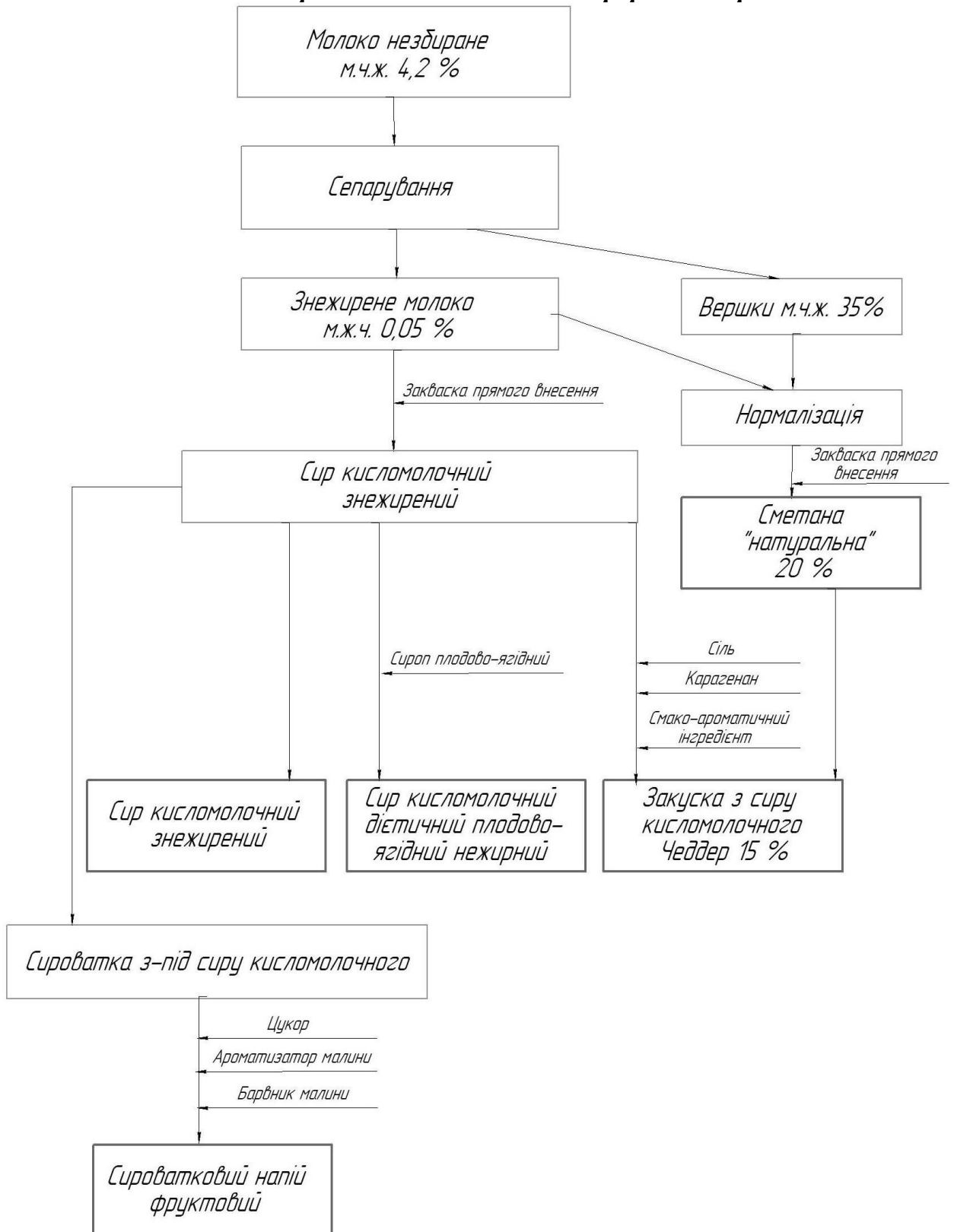
2.1.1. Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Таблиця 2.1 – Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Продукт	Жир, %	Маса вигото- вленого продукту, кг	Пакування	Метод виробни- цтва	Чинні документи
Сир кисломолочний знежирений	-	2064,6	Брикет по 200 г	Роздільний	ДСТУ 4554:2006
Сир кисломолочний дієтичний плодово-ягідний нежирний	-	1232,57	Стаканчики з полістиролу 250 г		
Закуска з сиру кисломолочного «Чеддер»	15	4666,55	Стаканчики з полістиролу 100 г		
Сметана «натуральна»	20	3701,69	Стаканчики з полістиролу 250 г	Резервуарний	Патент UA 59239

Сироватковий напій фруктовий	-	10 792,13	Тетра – Пак по 250 мл	Змішування	ДСТУ 8549:2015
---------------------------------	---	-----------	--------------------------	------------	-------------------

2.1.2. Схема напрямків технологічної переробки сировини



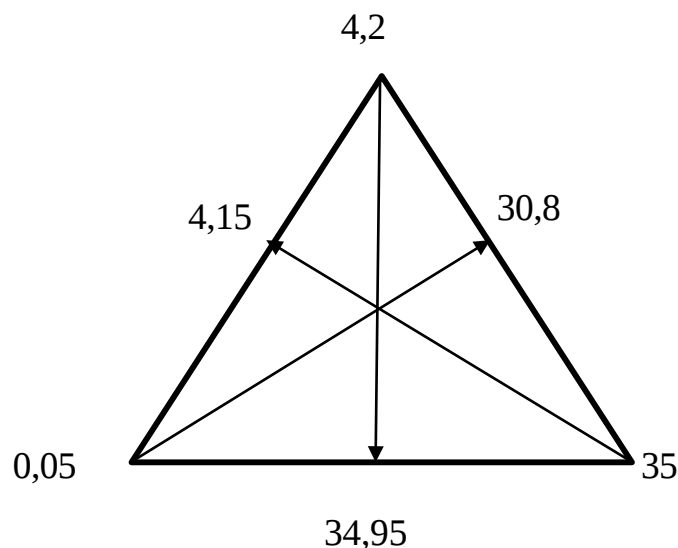
2.1.3. Сировинно-продуктовий розрахунок

Здійснюємо необхідні обчислення, щоб спроектувати цех з виробництва сиру кисломолочного. Заплановано виробляти асортимент:

сир кисломолочний знежирений;
сир кисломолочний дієтичний плодово-ягідний нежирний; закуска із сиру кисломолочного Чеддер;
сметана «натуральна»; сироватковий напій фруктовий.

Обираємо, що виробництво кисломолочного сиру проводиться роздільним методом. Він передбачає сепарування сировини на знежирене молоко і вершки, з подальшим сквашуванням першого. Установлюємо, що жир вершків на виході з сепаратора обрано 35 %, виходячи із виробничої необхідності, оскільки для виробництва продукту сметана «натуральна» використовуються вершки саме такої жирності.

Обчислюємо масу знежиреного молока, яку можемо отримати при сепаруванні 35 т сировини. Для розрахунків використовуємо метод трикутника.



$$\frac{M_{\text{з. м.}}}{35 - 4,2} = \frac{M_{\text{незб. м.}}}{35 - 0,05} = \frac{M_{\text{в.}}}{4,2 - 0,05}$$

$$M_{\text{з. м.}} = \frac{35\,000 \times 30,8}{34,95} = 30\,844,06 \text{ кг}$$

$$M_{\text{в.}} = 35\,000 - 30\,844,06 = 4155,94 \text{ кг}$$

Із врахуванням втрат на сепарування:

$$M'_{\text{з. м.}} = 30\,844,06 \times \frac{100 - 0,4}{100} = 30\,720,68 \text{ кг}$$

$$M'_{\text{в.}} = 4155,94 \times \frac{100 - 0,07}{100} = 4153,03 \text{ кг}$$

Розрахунок сметани «натуральної»

Для її виробництва направимо 4153,03 кг вершків із жирністю 35 %.

Приймаємо, що жирність у готовому продукті складе 20 %.

Відповідно рецептури, що подана в патенті, для нормалізації використовують 57 % вершків, м.ч.ж. 35 %. Розраховуємо, яка маса готової нормалізованої суміші перед заквашуванням. Складемо пропорцію:

$$57 \% - 4153,03 \text{ кг}$$

$$100 \% - M_{\text{сум.}}$$

Отримаємо:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{4153,03 \times 100}{57} = 7286,02 \text{ кг}$$

Знежирене молоко, яке потрібне для нормалізації:

$$M_{\text{з. м.}} = 7286,02 - 4153,03 = 3132,99 \text{ кг}$$

Після сквашування маса сметани буде такою, як до сквашування, оскільки використовується закваска прямого внесення.

Розрахунки сиру кисломолочного

знежиреного Визначаємо частку білку в сировині:

$$B_{\text{незб. м.}} = 0,5 \times 4,2 + 1,3 = 3,4 \%$$

Білок у знежиреному молоці займає:

$$B_{з. м.} = \frac{3,4 \times (100,0 - 0,05)}{100,0 - 4,2} = 3,55 \%$$

Визначимо масу нежирного молока, що залишилось після виробництва сметани:

$$M_{з. м. зал.} = 30\,720,68 - 3\,132,99 = 27\,587,69 \text{ кг}$$

Проводимо розрахунки виробництва сиру кисломолочного, який будемо одержувати із 27 587,69 кг знежиреного молока. Нормативні витрати останнього для виробництва продукту складають 6636 кг/т.

Отримаємо співвідношення:

$$1000 \text{ кг} - 6636 \text{ кг/т}$$

$$M_{\text{сир км. з.}} = \frac{M_{\text{сир км. з.}} - 27\,587,69 \text{ кг}}{1000 \times 27\,587,69} = 4157,28 \text{ кг}$$

Сироватка, що утворилась при виробництві:

$$M_{\text{сироват.}} = 27\,587,69 \times 0,75 = 20\,690,78 \text{ кг}$$

Здійснимо розподіл між продуктами:

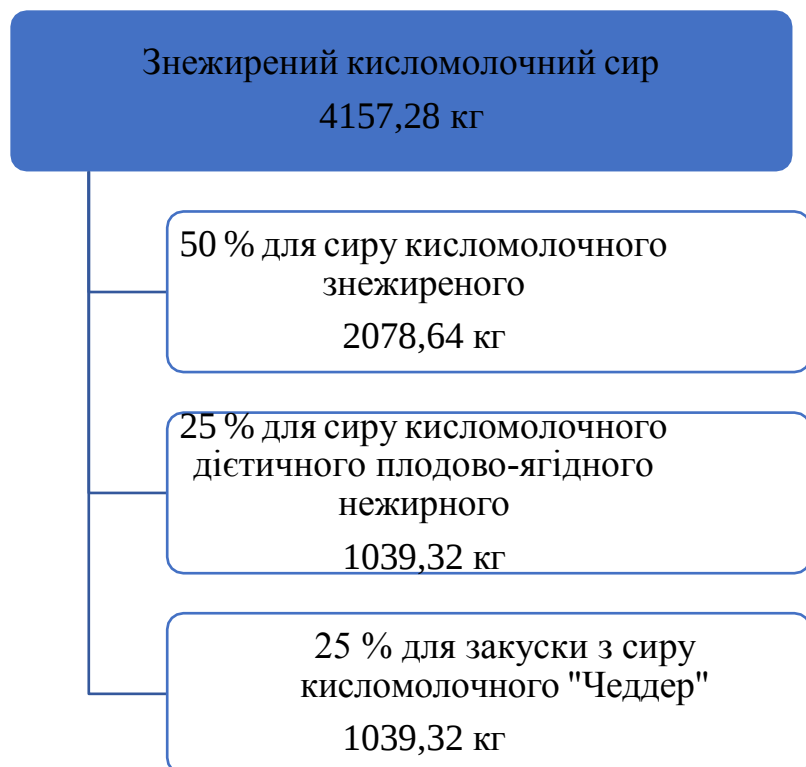


Рисунок 2.1 – Розподіл для асортименту

Сир кисломолочний знежирений

Отриману масу сиру в кількості 2078,64 кг одразу направимо на розфасування у брикети. Витрати при фасуванні складають 1006,8 кг/т.

Складаємо пропорцію:

$$1000 \text{ кг} - 1006,8 \text{ кг/т}$$

$$M_{\text{гот. сир км. з.}} - 2078,64 \text{ кг}$$

Звідси:

$$M_{\text{гот. сир км. з.}} = \frac{1000 \times 2078,64}{1006,8} = 2064,6 \text{ кг}$$

Сир кисломолочний дієтичний плодово-ягідний нежирний

Продукт готують за рецептурою. На виробництво направляємо 1039,32 кг сиру кисломолочного. Фасування у стаканчики з полістиролу (250 г) втрати становлять – 1005,5 кг/т.

Таблиця 2.2 – Рецептура сиру кисломолочного дієтичного плодово-ягідного нежирного

Інгредієнт	Маса, кг		
	на 1000	на 1005,5	на фактичну кількість
Нежирний сир кисломолочний, з масовою частиною СР 20 %	838,6	843,21	1039,32
Сироп плодово-ягідний	161,4	162,29	200,03
Разом	1000,0	1005,5	1239,35

Здійснимо перерахунок зваживши на нормативні втрати.

Кисломолочний сир:

$$M_{\text{км. с.}} = \frac{838,6 \times 1005,5}{1000} = 843,21 \text{ кг}$$

Сироп:

$$M_{\text{сиропу}} = \frac{161,4 \times 1005,5}{1000} = 162,29 \text{ кг}$$

Розрахуємо маси суміші та сиропу, якщо використаємо 1039,32 кг кисломолочного сиру.

Суміш:

$$M_{\text{суміші}} = \frac{1000 \times 1039,32}{838,6} = 1239,35 \text{ кг}$$

Маса сиропу:

$$M_{\text{сиропу}} = \frac{161,4 \times 1239,35}{1000} = 200,03 \text{ кг}$$

Після розфасування маса сиру кисломолочного дієтичного плодово-ягідного складе:

$$M_{\text{гот. сир км. дієт. пл.-яг.}} = \frac{1000 \times 1239,35}{1005,5} = 1232,57 \text{ кг}$$

Закуска з сиру кисломолочного Чеддер

Закуска виробляється згідно рецептурою.

Для її виробництва знадобиться 1039,32 кг сиру кисломолочного.

Норма витрат на фасування – 1019,3 кг.

Таблиця 2.3 – Рецептура закуски з сиру кисломолочного Чеддер

Інгредієнт	Маса, кг		
	на 1000	на 1019,3	на фактичну кількість
Сметана з м.ч.ж. 20 %	749,5	763,96	3565,08
Сир кисломолочний знежирений	218,5	222,72	1039,32
Карагенан	1,2	12,23	57,08
Сіль	5	5,1	23,78
Смако-ароматичний інгредієнт зі смаком Чеддеру	15	15,29	71,35
Усього	1000	1019,3	4756,61

Проведемо перерахунок для перерахування компонентів на 1019,3 кг:

$$M_{\text{смет. 20 \%}} = \frac{749,5 \times 1019,3}{1000} = 763,96 \text{ кг}$$

$$M_{\text{сир км. з.}} = \frac{218,5 \times 1019,3}{1000} = 222,72 \text{ кг}$$

$$M_{\text{караген.}} = \frac{12 \times 1019,3}{1000} = 12,23 \text{ кг}$$

$$M_{\text{сіль}} = \frac{5 \times 1019,3}{1000} = 5,1 \text{ кг}$$

$$M_{\text{см.-ар. інг.}} = \frac{15 \times 1019,3}{1000} = 15,29 \text{ кг}$$

Знаходимо маси рецептурних компонентів, якщо фактична маса сиру кисломолочного знежиреного – 1039,32 кг.

Маса суміші:

$$M_{\text{суміші}} = \frac{1000 \times 1039,32}{218,5} = 4756,61 \text{ кг}$$

Сметана:

$$M_{\text{смет. 20 \%}} = \frac{749,5 \times 4756,61}{1000} = 3565,08 \text{ кг}$$

Карагенан:

$$M_{\text{караген.}} = \frac{12 \times 4756,61}{1000} = 57,08 \text{ кг}$$

Сіль:

$$M_{\text{сіль}} = \frac{5 \times 4756,61}{1000} = 23,78 \text{ кг}$$

Смако-ароматичний інгредієнт:

$$M_{\text{см.-ар. інг.}} = \frac{15 \times 4756,61}{100} = 71,35 \text{ кг}$$

Визначимо масу закуски з сиру кисломолочного, зважаючи на норму витрат при фасуванні:

$$M_{\text{гот. закуски}} = \frac{1000 \times 4756,61}{1019,3} = 4666,55 \text{ кг}$$

Сироватковий напій фруктовий

В результаті виробництва сиру кисломолочного залишилась сироватка у кількості 20 690,78 кг, 50 % від цієї маси спрямуємо на виробництво сироваткового напою. Визначаємо цю кількість.

$$M_{\text{сиров.(50 \%)}} = 20\,690,78 \times 0,5 = 10\,345,39 \text{ кг}$$

Сироватковий напій виробляють згідно рецептури, поданої нижче.

Таблиця 2.4 – Рецептатура сироваткового напою фруктового

Компонент	Маса, кг		
	на 1000	на 1009,6	фактична маса
Сироватка з-під сиру кисломолочного	949,49	958,61	10 345,39
Цукор білий	50	50,48	544,79
Ароматизатор малини	0,5	0,5	5,44
Барвник малини	0,01	0,01	0,11
Разом	1000	1009,6	10 895,73

Здійснимо перерахунок на масу 1009,6 кг.

Маса сироватки:

$$M_{\text{сиров.}} = \frac{949,49 \times 1009,6}{1000} = 958,61 \text{ кг}$$

Цукор:

$$M_{\text{цук.}} = \frac{50 \times 1009,6}{1000} = 50,48 \text{ кг}$$

Ароматизатор:

$$M_{\text{аром.}} = \frac{0,5 \times 1009,6}{1000} = 0,5 \text{ кг}$$

Барвник:

$$M_{\text{барвн.}} = \frac{0,01 \times 1009,6}{1000} = 0,01 \text{ кг}$$

Проведемо перерахунок маси суміші та інгредієнтів, якщо на виробництво направимо 10 345,39 кг.

Маса суміші для виробництва продукту складе:

$$M_{\text{сум.}} = \frac{1000 \times 10\,345,39}{949,49} = 10\,895,73 \text{ кг}$$

Маса цукру:

$$M_{\text{цук.}} = \frac{50 \times 10\,895,73}{1000} = 544,79 \text{ кг}$$

Маса ароматизатора:

$$M_{\text{аром.}} = \frac{0,5 \times 10\,895,73}{1000} = 5,44 \text{ кг}$$

Маса барвника:

$$M_{\text{барвн.}} = \frac{0,01 \times 10\,895,73}{1000} = 0,11 \text{ кг}$$

Обчислюємо масу готового продукту після розливу:

$$M_{\text{гот. сир. нап.}} = \frac{1000 \times 10\,895,73}{1009,6} = 10\,792,13 \text{ кг}$$

Сметана «натуральна»

Обчислюємо масу сметани «натуральної», яка залишилась після виробництва закуски з сиру кисломолочного Чеддер:

$$M_{\text{смет. зал.}} = 7286,02 - 3565,08 = 3720,94 \text{ кг}$$

Саме таку кількість направимо на виробництво і фасування. Норма витрат при цьому – 1005,2 кг/т.

$$M_{\text{гот. смет.}} = \frac{1000 \times 3720,94}{1005,2} = 3701,69 \text{ кг}$$

2.1.4. Зведена таблиця розрахунку продуктів

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукт		Сир кисломолочний знежирений	Сир кисломолочний дієтичний плодово-ягідний нежирний	Закуска з сиру кисломолочного Чеддер	Сметана «натуральна»	Сироватковий напій фруктовий	Всього
Готовий продукт		2064,6	1232,57	4666,55	3701,69	10 792,13	22 457,54
Незбиране молоко 4,2%		35 000				-	35 000
Витрачено, кг	Сир кисломолочний знежирений	2078,64	1039,32	1039,32	-	-	
	Вершки 35 %	-	-	-	3720,94	-	3720,94
	Сироп плодово-ягідний	-	200,03	-	-	-	200,03
	Сметана 20 %	-	-	3565,08	-	-	3565,08
	Карагенан	-	-	57,08	-	-	57,08
	Сіль	-	-	23,78			23,78
	Смако-ароматичний інгредієнт зі смаком Чеддеру	-	-	71,35	-	-	71,35

	Сироватка з-під сиру кисломолочного	-	-	-	-	10 345,39	10 345,39
	Цукор	-	-	-	-	544,75	544,75
	Ароматизатор малини	-	-	-	-	5,44	5,44
	Барвник малини	-	-	-	-	0,11	0,11
Отримано, кг	Вершки 35 %	7286,02			-		7286,02
	Сироватка з-під сиру кисломолочного	20 690,78			-		20 690,78

З ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

3.1. Вимоги до сировини, використовуваної для виробництва молочних продуктів

Кисломолочний сир виготовляють із незбираного молока, а це означає, що воно являється основною сировиною для виробництва продуктів запроєктованого переліку товарів, які необхідно виробити. Для стандартизації процесу приймання сировини і оцінки її якості розроблений стандарт ДСТУ 3662:2018. Відповідно до зазначених в ньому пунктах сировина повинна одержуватись від здорових корів, які утримуються в належних умовах та спостерігаються під наглядом ветеринарів. Цей стандарт було введено на заміну старому, згідно зобов'язань про асоціацію з ЄС. Для фізико-хімічних і мікробіологічних показників молоко поділяють на 3 гатунки: екстра, вищий, перший.

Сировину відбирають із густиною 1027 кг/м^3 . Вміст сухих речовин повинен складати не менше 11,5 %, а кислотність 16 – 19 °Т. Число соматичних клітин не повинне перевищувати 500 ти клітин в 1 см^3 .

Молоко перевозиться спеціальною тарою: цистернами, контейнерами, резервуарами, чи в інших ємностях, які виготовлені із безпечних матеріалів, які дозволені для контакту із продуктами харчування. Ємності, в яких перевозять молоко не можна використовувати для перевезення інших харчових продуктів. Місткості повинні проходити етап ретельного очищення із застосуванням миючих і дезінфікуючих засобів. Після наповнення молоком ємності опломбовують для уникнення відкривання їх сторонніми особами. При перевезенні строго контролюється температура продукту, вона не повинна перевищувати $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Молоко, яке значно забруднене механічними домішками або бактеріально забруднене не повинне перероблятися на харчові продукти.

Органолептика, що характерна свіжовидоєному молоку:

- біле чи злегка жовтувате забарвлення у незбираного молока, знежиреному молоку характерний синюватий відтінок;
- смак і запах властиві свіжому молоку. У продукті не повинно міститись сторонніх присмаків чи ароматів. Сторонні органолептичні показники можуть бути наслідком неправильного зберігання, незадовільних кормів, що споживались твариною, захворювань у тварин;
- консистенція молока повинна бути однорідною. В ньому не мають спостерігатись пластівці чи осад.

Зменшити рівень бактеріального забруднення можна такими способами:

Проведення заходів, що покращують умови утримання ВРХ: підтримування чистоти, підготовка вимені перед доїнням, добре очищення обладнання для видоювання, чистота рук працівників на фермах.

Проведення доїння якісним обладнанням, що виключає контакт продукту із повітрям і навколишнім середовищем.

Ветеринарний нагляд – коли ветеринар може визначити захворювання маститу і недопустити змішування такого молока із звичайним.

Подовження бактерицидної фази молока, використовуючи фільтрування і подальше охолодження на спеціальному обладнанні.

У молоці не повинно бути механічних домішок. Не дозволено проводити змішування молока, одержаного від хворих і здорових корів разом. Також заборонено фальсифікувати молоко, бо фальсифікуючі речовини змінюють якісні характеристики продукту і роблять його непридатним для подальшої переробки.

Сироватка використовується, як основна сировина для виробництва сироваткового напою фруктового. Її отримують при виробництві сиру та сиру кисломолочного. Сироватка ціниться за свою високу біологічну

цінність при низькій калорійності. У ній є багато вітамінів, мінеральних речовин, лактози, органічних кислот, азотистих речовин. У сироватці є всі незамінні амінокислоти. Сироватка представляє собою плазму, що містить воду, молочний цукор та мінеральні речовини. Виглядає вона, як рідина із зеленкуватим забарвленням. У сироватці може бути присутній осад сирного пилу. Для неї характерний смак та аромат сироватки. Густина продукту – 1023 кг/м^3 , кислотність 75°T . Сироватку слід якомога швидше після отримання відправити на переробку.

Вершки, що призначені для виробництва сметани відбирають за ДСТУ 8131:2015. Вершки представляють собою концентровану фракцію молока із збільшеним вмістом жиру. Це однорідний і густий продукт із кремовим забарвленням та приємним вершковим смаком і ароматом.

Сироп плодово-ягідний відбирають за ДСТУ 7126:2009. Сіль відбирають згідно ДСТУ 3583:1015.

Цукор відбирають відповідно ДСТУ 4623:2023.

3.2. Опис загальних технологічних операцій виробництва молочних продуктів

Сир кисломолочний одержують шляхом сквашування незбираного молока. Вирізняють 3 способи, при дії яких білки молока коагулюють: кисло-сичужний, кислотний, термокислотний. У даному проєкті будемо розглядати виробництво кисломолочного сиру, сметани та сироваткового напою.

Технологічний процес виробництва розпочинається із процесу приймання сировини. Її перевозять із фермерських господарств до приймально-миючого відділення підприємства спеціальним транспортом. Лаборанти приймальної лабораторії оглядають

автомолцистерну на наявність пошкоджень, а також перевіряють цілісність пломб, що гарантують відсутність несанкціонованого доступу до продукту всередині. Далі з молока відбирають проби для проведення досліджень якісних показників молока. Перевіряють органолептику, фізико-хімічні показники, мікробіологію. Визначені показники повинні відповідати нормам, зазначеним у ДСТУ 3662:2018. Дослідження проводять при 20 °С. Сировина має постачатись із благонадійних підприємств.

Прийняте молоко спершу очищають за допомогою фільтрів, щоб звільнити сировину від механічних домішок, слизу, частинок шерсті. Очищувати молоко слід для того, аби при процесі технологічної переробки не утруднювались ці процеси, також при цьому покращується якість виробленої продукції. Використання тканинних фільтрів є досить трудомістким процесом, адже вони постійно забиваються брудом, їх часто необхідно змінювати, а ще вони потребують прання. До того ж ефективність процесу не є задовільною. Кращими фільтрами вважають керамічні. Найефективніше застосовувати сепаратори-молокоочисники, що при дії відцентрової сили виштовхують із молока механічні забруднення, оскільки їх питома маса є більшою, ніж в плазми молока.

Якщо необхідно отримати мікробіологічно якісне молоко, то можна використовувати бактофуги, які відділяють з молока спорові бактерії, при цьому не порушуючи якісний склад молока.

Після очищення молоко слід охолодити до 4 – 6 °С, для того, щоб знизити рівень активності мікроорганізмів. При цьому продовжується дія бактерицидної фази. Охолодження здійснюють на установках пластинчастого типу в резервуарах чи танках. Молоко не повинне зберігатись довше 6 годин перед переробкою, бо далі розвивається психотропна мікрофлора, яка продукує ферменти, що розщеплюють білки та жири. Також відбуваються зміни якісного складу молока і знижується термостійкість.

Нормалізація проводиться для регулювання значення показника жиру чи сухих речовин до потрібних у відповідності з рецептурою та технологією. Зазвичай нормалізація відбувається наступним чином: до незбираного молока додають необхідну кількість вершків чи нежирного молока. Також може відбуватись шляхом змішування знежиреного молока та вершків. Можна проводити нормалізацію за допомогою сепараторів, які працюють за рахунок відцентрової сили. Попередньо, перед подачею на сепаратор молоко нагрівають до 40 °C, щоб молочний жир прийняв рідкий стан, адже це полегшує процес розділення фракцій молока. На сепарування впливають наступні чинники: температура, кислотність, жирність молока. При підвищенні й кислотності у молоці коагулюють деякі білки з утворенням згустків, які утруднюють процес, забиваючи міжтарілковий простір сепаратора.

Для знищення небажаних мікроорганізмів молока проводиться пастеризація. Також під час процесу інактивуються небажані ферменти. Пастеризація здійснюється при температурах 65 – 99 °C. В залежності від температури обирається тривалість витримування при цій температурі. Чим вона вища, тим менший необхідний час для витримування. Пастеризація має вплив на консистенцію згустку в результаті ферментації. Якщо використовувати високі температурні режими, то одержується згусток із щільною структурою, але з нього погано відділяється сироватка. Оптимальним режимом теплового оброблення при виробництві сиру кисломолочного вважається 78 ± 2 °C та витримуванням 15 – 20 с. Такий режим гарантує видалення небажаних мікроорганізмів. При цьому отримуються оптимальні реологічні властивості згустку. Далі молоко на пластинчастій ПОУ охолоджується до 30 °C.

Така температура зумовлена присутністю мезофільних і термофільних бактерій у заквасці. Ферментація проводиться в сироробних ваннах, сировиготовлювачах чи резервуарах. Закриті

сировиготовлювачі є найкращим обладнанням для процесу отримання сирного зерна. Установки облаштовані всіма необхідними пристроями і датчиками для здійснення процесу.

Застосування кисло-сичужного методу полягає у сквашуванні нормалізованого молока закваскою на основі мезофільних стрептококів. Коли кислотність заквашеної суміші сягає 35 °Т, вносять 40 %-ий розчин CaCl_2 , а також сичужний фермент (1 г на 1000 кг). Після цього суміш залишають сквашуватись упродовж 6 – 8 годин, поки показник кислотності не сягне 100 °Т. Якість отриманого згустку перевіряють пробою на зріз. На зломі згустку має утворитись рівний та блискучий край. Сироватка, що відділяється від згустку повинна мати прозорий зеленкуватий колір. Важливо вчасно припинити процеси ферментації, адже пере-квашування може спричинити втрати білку, жиру. Згусток розрізають на кубики та вимішують 10 хвилин. Далі його нагрівають до 60 °С. Процес здійснюється для інтенсивнішого відділення сироватки. Перед сепаруванням згусток подають через фільтр. Далі на сепараторі для відділення сироватки продукт розподіляється на кисломолочний сир і сироватку. Перший є важчою фракцією, і опиняється на периферії барабану, далі через окремі виходи подається в бункер приймання. Сироватка рухається в центральному каналі сепаратора. Після отримання кисломолочний сир якомога швидше охолоджують до 8 °С, щоб припинити мікробіологічні процеси. Для цього використовують різні охолоджуючі установки.

За допомогою змішувача отримують продукт потрібної жирності, змішуючи знежирений кисломолочний сир із вершками. також тут проводиться змішування з іншими компонентами, що передбачені в рецептурі.

Готовий продукт перевіряють за необхідними показниками, вказаними в ДСТУ та направляють на фасування. Кисломолочний сир та сиркові вироби пакують в різного типу пакування.

Готові вироби зберігають при температурі не вище 6 °С. Термін придатності залежить від продукту та типу упаковки.

3.3 Опис технології виробництва молочних продуктів запроектованого асортименту

При купівлі молока-сировини лабораторія здійснює дослідження щодо відповідності продукту ДСТУ 3662:2018. Після підтвердження якості воно подається на технологічну лінію переробки молочних продуктів.

Спершу молоко надходить до приймального відділення, де на модулі для приймання (п. 1-1) відбувається визначення кількості надійденої сировини, відділення повітря, зниження температури до 6 °С та очищення. Від цієї установки молоко подають у резервуар ємністю 50 т (п. 1-2), де воно тимчасово зберігатиметься. Ємність призначена для розміщення на вулиці через великогабаритність.

Апаратне відділення є наступним виробничим відділенням. Сюди за допомогою насосу (п. 1-3) викачується молоко до зрівнювального бачка (п. 2-1) для накопичення перед подальшим процесом. Насос (п. 2-2) призначений для подавання молока до ППОУ (п. 2-4), де воно підгрівається до 40 °С. Звідси подається до сепаратора (п. 2-5). На виході одержимо:

знежирене

молоко;

вершки 35

%.

Останні подаються на пластинчастий охолодник, щоб знизити температуру та недопустити їх псування. Охолоджуються до 6 °С. Вершки тимчасово зберігатимуться у резервуарі (п. 2-7).

Знежирене молоко направляється назад до ППОУ (п. 2-4), де воно

нагрівається до 80 °С. У витримувачі (п. 2-3) проходить витримка при цій температурі протягом 20 с. Молоко повертається до ПОУ, де проходить охолодження до 32 °С, що є найкращою температурою розвитку штамів закваски, що складається із термофільних та мезофільних стрептококів.

У сировиготовлювачі (п. 4-1) від поз (п. 2-3) надходить знежирене молоко, у ємність додають закваску, CaCl_2 , сичужний фермент. Заквашена суміш добре вимішується та залишається сквашуватись, допоки кислотність не становитиме

100 °Т. Орієнтовно це займає 6 годин від моменту заквашування. Якість та готовність згустку випробовують пробою на зріз. Метод полягає у відрізанні шпателем шматочку згустку. Злом на згустку має мати рівний і блискучий край, а сироватка прозора та зеленкувата. У сировиготовлювачі відбувається розрізання згустку на кубики для відділення сироватки. Згусток перекачують в теплообмінну установку (п. 4-3), де він нагрівається до 60 °С та охолоджується до 30 °С. Процес покликаний швидше видалити сироватку. Згусток пропускають крізь фільтр (п. 4- 5) та подають в сепаратор для відокремлення сироватки (п. 4-6). Даний сепаратор працює за тим самим принципом, що і інші різновиди сепараторів. Під впливом відцентрової сили сир, в ролі важкої фракції, надходить до периферії установки, а сироватка рухається у центральному каналі. Кисломолочний сир, що отриманий за допомогою сепаратора визначається ніжністю і м'якістю консистенції. Температура під час проведення процесу складає 28 – 30 °С. Для припинення процесів молочнокислого бродіння, запобігання зростання кислотності вироблений сир відразу охолоджують до 6 – 10 °С (п. 4-7). Сир кисломолочний перетирається до однорідної консистенції за допомогою вальцівки (п. 4-9).

Сир кисломолочний знежирений пакують у брикети по 200 г (п. 4-11).

Сир кисломолочний дієтичний плодово-ягідний нежирний та

закуска із сиру кисломолочного Чеддер готуються на змішувачах (п. 4-10), шляхом змішування рецептурних компонентів. Далі продукти направляють до фасувальної машини (п. 3-8).

Сироватковий напій фруктовий

Для виробництва цього продукту використовується частина сироватки, що одержана. Від сепаратора сироватка перекачується у пластинчастий охолодник (п.5-1) для зниження температури продукту, аби зберегти її властивості. Сироватка буде тимчасово зберігатись у резервуарі (п. 5-2). Звідси насосом (п. 5- 3) вона викачується до сепаратора для відділення сироватки (п. 5-5). Тут видаляється сирний пил, що є небажаним в технології виробництва сироваткових напоїв, оскільки псує якісні та органолептичні показники готового виробу. Сирний пил накопичується в бункері (п. 5-4). Очищена сироватка подається на ППОУ (п. 5-8) для знищення патогенних мікроорганізмів. Процес проводять при 76 °С та із витримуванням 20 с у витримувачі (п. 5-7). В інших секціях ПОУ здійснюється зниження температури продукту до 8 °С. Далі вона подається в резервуар (п. 5-9). Попередньо цукор, ароматизатор та барвник відважують в необхідних кількостях та розчиняють із невеликою кількістю сироватки. Розчин змішують із основною масою продукту в резервуарах. Готовий напій фасують у пакети Тетра-пак по 250 мл на фасувальній машині (п. 5-10).

Сметана «натуральна»

В резервуарі (п. 3-1) проводиться змішування вершків та знежиреного молока для доведення потрібного значення масової частки жиру нормалізованої суміші. Насосом (п. 3-2) суміш перекачується в урівнювальний бак (п. 3-3) для подальшого поступлення через насос до ПОУ (п. 3-4), яка призначається для обробки вершкової сировини. Пастеризація відбувається при високих температурних режимах. В даному випадку пастеризація проводиться при 87 °С та із витримуванням 10 хв (п. 3-5). Гомогенізація (п. 3-6) проходить при температурі пастеризації. Після цього вершки знову поступають на пластинчасту ПОУ, щоб знизити температуру

до 31 °С та направляють в резервуари для сквашування (п. 3-7). Вносять бактеріальний препарат прямого внесення, перемішують та залишають суміш для сквашування до значення кислотності 70

°Т. Сквашування проводиться упродовж 10 годин. В кінці процесу сметану перемішують та охолоджують до 2 °С. Фасують сметану у стаканчики з полістиролу.

Нормативні показники продуктів запланованого асортименту

Вироблені продукти можуть бути випущені в реалізацію лише після того, як пройшли ретельну перевірку на відповідність параметрам, вказаним у ДСТУ та ТУ для кожного окремого продукту. Для асортименту, запропонованого завданням характерні органолептичні показники, зазначені у таблиці.

Таблиця 3.1 – Органолептика продуктів

Характеристика	Продукт		
	Сир кисломолочний знежирений	Сир кисломолочний дієтичний <u>фруктово-ягідний</u> нежирний	Закуска із сиру кисломолочного <u>Чеддер</u>
Консистенція	Однорідна та щільна маса у всьому об'ємі. Дозволяється присутність незначних крупинок, також можлива борошністість продукту		Однорідна, м'яка
Смак і аромат	Чистий, характерний кисломолочному сиру, кислуватий, приємний	Кисломолочний, із вираженим смаком ягід	Кисломолочний та вершковий із смаком та ароматом сиру «Чеддер»
Забарвлення	Біле, рівномірне у всьому об'ємі продукту	<u>Молочно-фіолетове</u> , із шматочками ягід	Молочно-жовте, однорідне
Зовнішній вид упаковки	Брикети по 200 г	Стаканчики з полістиролу 250 г	Стаканчики з полістиролу 100 г

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники продуктів із асортименту

Характеристика	Продукт		
	Сир кисломолочний знежирений	Сир кисломолочний дієтичний <u>фруктово-ягідний</u> нежирний	Закуска із сиру кисломолочного <u>Чеддер</u>
Жирність, %	—	—	15
Волога, %	75	75	—
Вміст цукру, %	—	5	—
Кислотність, %	230	230	—
Фосфатаза, %	Відсутня		

Сметана «натуральна» виготовляється згідно патенту UA 59239. Для продукту характерна пластична однорідна консистенція білого кольору із кремовим відтінком. також властиві наступні характеристики: жирність – 20 %; кислотність – 85 °T; пероксидаза – відсутня.

Сироватковий напій фруктовий має відповідати показникам, наведеним в ДСТУ 8549:2015. Йому властивий однорідний, дещо прозорий колір із малиновим відтінком, а також ароматом цієї ягоди. На смак напій солодкий через доданий цукор. Можливе видалення осаду. Смак та запах чистий, кисломолочний із доданим відтінками малини. Фізико-хімічні показники: густина – 1023 кг/м³; сахароза – 5 %; температура випуску з підприємства – 6 °C

4. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОХІМІЧНОГО І МІКРОБІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ЗАПРОЕКТОВАНОГО АСОРТИМЕНТУ

Контроль за процесами на виробництві має величезне значення, адже дотримання всіх правил ТХК і МБК покращує якість молочних продуктів, скорочує витрати при виробництві, знижує собівартість продуктів, запобігає випуску з підприємства нестандартної чи неякісної продукції.

Для масштабних підприємств функції ТХК і МБК виконуються у відділі технічного контролю (ВТК). Його керівник підлягає керівнику підприємства. Штат працівників ВТК залежить від масштабів та виробничих потужностей підприємства.

Продукція може надходити до реалізації лише після проведення відповідних досліджень ВТК та надання ними висновку про гарантовану якість виробленої продукції. Якщо ж поступила скарга від споживача про неякісність продукції, то в такому випадку відповідальність покладається на ВТК, а також майстрів та бригадирів дільниць, які виробляли цю продукцію.

Робота ВТК регламентується чинними інструкціями.

Мета ТХК і МБК полягає у встановленні уніфікованої системи контролю і випуску продуктів відповідно вимог ДСТУ та ТУ, рецептур і технологічних карт.

Нормативно-технічна документація, що обліковується у ВТК повинна вестись у затвердженому порядку. В роботі не повинні застосовуватись застарілі документи. А усі файли повинні зберігатись в папках із зазначенням існуючої нормативної документації та вказаними термінами дії. Лабораторні журнали повинні бути пронумеровані та прошнуровані, а також затверджені печаткою.

Усі записи повинні бути чіткими. Виправлення повинні фіксуватись працівником, який відповідальний за ведення журналу. Функції і задачі технохімконтролю полягають в перевірці:

якості сировини та допоміжної сировини, а також матеріалів;
технологічних операцій;
якості упаковальних
матеріалів; стану вимірювальних
приладів;
термінів та умов зберігання вироблених продуктів;
якості здійснення санітарно-гігієнічного оброблення обладнання та приміщень.

Мікробіологічний контроль оцінює санітарно-гігієнічний стан підприємства.

Лабораторія підприємства повинна бути світлою і просторою. Стіни фарбують у світлі кольори, а до висоти 1,5 м на стінах повинна бути укладена плитка. Висота приміщень повинна складати не менше 3,5 м. Площа залежить від потужностей підприємства.

Лабораторія не повинна розташовуватись суміжно із виробничими відділеннями, у яких встановлено обладнання, що викликає коливання стін. Також лабораторія повинна розміщуватись подалі від котелень, димових труб.

Для роботи у вечірній час та вночі повинно передбачатись якісне освітлення, що включає лампи на стелі та на робочих місцях. Робочі місця розташовуються уздовж стін так, аби світло падало зліва. Лабораторія повинна бути оснащена: вентиляцією; водопроводом; каналізацією; електрикою; газом.

Таблиця 4.1 – ТХК виробництва сиру кисломолочного.

Об'єкт	Контрольований показник	Періодичність	Відбір проб	Метод контролю, вимірювальні прилади
1	2	3	4	5
	Органолептичні показники	Щоденно	У кожній партії	Органолептичний
	Температура, °C	„	„	ДСТУ 6066:2008
	Масова частка жиру, %	„	„	Слотний метод Гербера, ДСТУ ISO 488:2007
	Кислотність, °T	„	„	Титриметричний

Приймання молока	Густина, кг/м ³	„	„	Ареометричний, ДСТУ 6082:2009
	Група чистоти	„	„	ДСТУ 6083:2009
	Точка замерзання, °C	„	„	ДСТУ ГОСТ 30562
	Термостійкість	„	„	Алкогольна проба, ДСТУ 5073:2008
	Масова частка білку, %	Не рідше 2 разів на місяць	„	-
	Бактеріальне обсіменіння	раз в 10 днів	В об'єднаній пробі від кожної партії	Зна проба, ДСТУ 7357:2013
	Присутність інгібуючих речовин	раз в 10 днів	Те саме	ДСТУ 7356:2013, ДСТУ 8378:2015, ДСТУ 8397:2015
Очищення молока	Температура підігріву, °C	Щоденно	У кожній партії	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
Нормалізація молока (в потоці)	Масова частка жиру, %	„	„	Слотний метод Гербера, ДСТУ ISO 488:2007
	Густина, кг/ м ³	„	„	Ареометричний, ДСТУ 6082:2009
Пастеризація суміші	Температура, °C	„	„	Датчик температури
	Тривалість витримання, с	„	„	Табло КВП установки, монітор комп'ютера
Охолодження суміші	Температура, °C	„	„	Датчик температури
Нормалізоване пастеризоване, охолоджене молоко	Температура, °C	„	„	ДСТУ 6066:2008
	Органолептичні показники	„	„	Органолептичний
	Група чистоти	„	„	ДСТУ 6083:2009
	Кислотність, °T	„	„	Титриметричний
	Масова частка жиру, %	„	„	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 488:2007
	Масова частка білку, %	„	„	-
	Густина, кг/м ³	„	„	Ареометричний, ДСТУ 6082:2009
	Точка замерзання, °C,	„	„	ДСТУ ГОСТ 30562
	Ефективність пастеризації	„	„	ДСТУ 7380
	Маса ферменту активністю 100 000	„	„	Ваги лабораторні

Приготування і зберігання розчину сичужного ферменту	од., г			
	Об'єм води або сироватки, м ³	”	”	Циліндр мірний
	Температура води, °С	”	”	Термометр рідинний
	Тривалість зберігання до використання, год.	”	”	Годинник
Приготування водного розчину хлориду кальцію	Маса сухого CaCl ₂	”	”	Ваги лабораторні
	Температура, °С	”	”	Термометр рідинний
	розчину, кг/ м ³	”	”	Ареометр загального призначення
Заквашування суміші	Маса закваски, кг	”	”	Ваги
	Маса сухого розчину CaCl ₂ , кг	”	”	Ваги
	Маса ферменту, г	”	”	Ваги лабораторні
	Тривалість перемішування після заквашування	”	”	Годинник
Сквашування суміші	Температура, °С	”	”	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
	Кислотність згустку, °Т, рН	”	”	Титрометричний, рН-метр, ДСТУ 8550:2015
	Кислотність сироватки, °Т	”	”	Титрометричний
	Тривалість сквашування, год	”	”	Годинник
	Якість згустку	”	”	Візуально
Розрізання згустку, відділення сироватки	Тривалість витримування згустку, хв.	”	”	Годинник
Підготовка охолоджувального середовища	Температура, °С	”	”	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
	Температура охолодження, °С	”	”	”
	Тривалість витримки, хв	”	”	Годинник
Охолодження сиру кисло-молочного	Температура, °С	”	”	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
Сироватка	Масова частка жиру, %	”	”	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 488:2007
	Кислотність, °Т	”	”	Титрометричний

	Густина, кг/ м ³	„	„	Ареометричний, ГОСТ 3625
Сир кисломолочний перед фасуванням	Масова частка жиру, %	„	„	Кислотний метод Гербера, ГОСТ 5867
	Масова частка вологи, %	„	„	ГОСТ 3626
	Кислотність, °Т	„	„	Титрометричний
	Органолептична оцінка	„	„	Органолептичний
Фасування сиру кисло- молочного	Маса, кг	„	„	Ваги
Сир кисломолочний (готовий продукт)	Органолептична оцінка	„	„	Органолептичний
	Масова частка жиру, %	„	„	Кислотний метод Гербера, ДСТУ ISO 488:2007
	Температура, °С	„	„	Логометр, термометр, ДСТУ 6066:2008
	Масова частка вологи, %	„	„	-
	Кислотність, °Т	„	„	Титрометричний
Зберігання	Температура, °С	„	„	ДСТУ 6066:2008
	Тривалість, год, дів	„	„	Годинник

Таблиця 4.2 – МБК виробництва сиру кисломолочного

Дослідний процес і матеріал	Досліджуваний об'єкт	Аналіз	Звідки беруть пробу	Періодичність аналізу, контролю	Розведення
Сировина, що поступає на завод	Молоко	Редуктазна, сучужно бродильна проби, проба на бродіння	Середня проба молока від кожного поставщика	1 раз в декаду	
Виробництво кисломолочного сиру	Пастеризоване молоко	Загальна кількість бактерій	Із пастеризатора	Кожної зміни	I, II, III, IV, V
		Бродильна проба	Те саме	Те саме	II, III, IV, V, VI
	Закваска	Загальна кількість бактерій	Із пастеризатора	Щотижня	I, II, III
		Активність закваски	Те саме	Те саме	I, II, III, IV, V
	Кисломолочний сир (готовий продукт)	Загальна кількість бактерій	Із одного ящика (вибірково)	Кожної зміни	II, III, IV, V

Санітарно-гігієнічний стан виробництва	Труби-пастеризованого молока	Бродильна проба	”	Не рідше одного разу в декаду	
		КУО	”	”	
	Обладнання, посуд, інвентар	Загальна кількість бактерій			
	Повітря	Загальна кількість бактерій	Із виробничих приміщень, складів		
		Кількість колоній дріжджів	Те саме	1 раз в місяць	
	Вода	Загальна кількість колоній	Із крану в цехах, із джерела водопостачання	1 раз в квартал	300 мл
		Бродильна проба	Те саме	Те саме	Те саме
	Руки працюючих	Бродильна проба	З рук працюючих	Не рідше одного разу в декаду	
		Йод-крохмальна проба			

5. ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Від якості обраного технологічного устаткування залежить стабільність функціонування підприємства. Вибираючи конкретний тип обладнання беруть до уваги наступні чинники:

змінна потужність підприємства; розрахунки кожного продукту;
спосіб виробництва конкретного продукту; ефективний час роботи обраного обладнання; графік організації виробничого процесу.

При підборі обладнання визначають потрібну кількість одиниць обладнання кожної установки відповідно ходу переробки сировини вибирають почергово. Спочатку обирають необхідні апарати для приймального відділення, де здійснюються процеси приймання, визначення кількості, охолодження та очищення.

Краще вибирати обладнання таким чином, щоб воно створювало єдину технологічну лінію, бажано одного і того ж виробника. Таку лінію можна контролювати автоматично, а також здійснювати якісне безрозбірне миття. Сучасне обладнання переважно має функцію безперервної дії, що потребує меншої кількості працівників та управляється за допомогою автоматики.

Обладнання повинне бути виготовлене із якісних матеріалів, а також мати легкорозбірну конструкцію, яку при потребі можна легше ремонтувати чи піддавати розбірній мийці. У відділенні установки підбирають із однаковою продуктивністю, або не меншою, ніж вона була у попереднього обладнання, щоб сировина поступала безперебійно. Спочатку визначають основне устаткування у відділенні, за допомогою розрахункової продуктивності. Далі визначають допоміжне обладнання.

Потрібно використовувати обладнання перевірених виробників для того, аби уникнути нещасних випадків на виробництві. Працівники і персонал повинні дотримуватись техніки безпеки під час експлуатації і обслуговування відповідно проведених інструктажів. На проєктованому підприємстві функціонуватиме кілька виробничих відділень, які

вироблятимуть різну продукцію.

Приймальне відділення

Відомо, що головною установкою у цьому відділенні виступає відцентровий насос, який проводить перекачування сировини із автомолцистерн до першого виробничого відділення. Час, що відведений на викачування молока не повинен складати більше, ніж 3 години. Вирахуємо розрахункову потужність, з якою має працювати насос:

$$P_{\text{р. нас.}} = \frac{35\,000}{3} = 11\,666 \text{ кг/год}$$

Виберемо модуль, що здійснює приймання сировини УПМ-15. Відповідно до обраної продуктивності визначаємо, яку тривалість часу буде працювати обрана установка:

$$T_{\text{факт. мод.}} = \frac{35\,000}{15\,000} = 2 \text{ год } 20 \text{ хв}$$

Вибране обладнання може виконувати декілька функцій одночасно в потоці, при цьому забезпечуючи високі показники якості сировини, за рахунок того, що процеси проходять у закритих трубопроводах. Отже, модуль забезпечує перекачування, оскільки в його конструкцію входить відцентровий насос, а також лічильник для точного визначення кількості поступленого молока. Модуль оснащений молокоочисником, що видаляє бруд і механічні домішки. Також в цій установці сировина охолоджується до 6 °С на пластинчастому охолоджувачі. Модуль керується закріпленим за ним фахівцем за допомогою пульта управління. Обладнання легко очищується за допомогою безрозбірної мийки.

Охолоджена до потрібної температури сировина направляється до резервуару В2-ОХР-50. Це обладнання із великими габаритними розмірами, тому його необхідно розташовувати на вулиці, близько до приймального відділення.

Ємності оснащені вимішувальними пристроями, що забезпечують перемішування продукту через проміжки часу, для уникнення

розшарування фаз сировини.

Апаратне відділення

Для цього відділення передбачено виконання наступних функцій: нагрівання сировини, пастеризація, сепарування і охолодження. Головною установкою тут виступає пластинчаста ПОУ, що виконує операції теплової обробки. Ефективна тривалість роботи цього обладнання складає 5 годин. Розрахункова потужність цього обладнання складає:

$$P_{р. \text{ поу.}} = \frac{35\,000}{5} = 7000 \text{ кг/год}$$

Для такого показника найближчим є за значенням установка А1-ОКЛ-10. Дане обладнання спеціально призначене для молокопереробних цехів. В обладнанні проводять підігрівання, пастеризацію і охолодження. Пластинчаста ПОУ представляє собою пакети пластин, з'єднаних між собою. Між пластинами подається молоко з однієї сторони та холодна чи гаряча вода з іншої. Спершу в установці необхідно нагріти незбиране молоко до температури 40 °С для проведення сепарування. Визначимо час, за який буде нагріватись 35 т молока:

$$T_{\text{факт. нагр.}} = \frac{35\,000}{10\,000} = 3 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

Для поділу сировини на знежирене молоко і вершки необхідно підібрати сепаратор із продуктивністю, як в зазначеній ПОУ. Підійде установка Ж5-ОС2Н- С. Час, за який просепаруємо задану кількість молока:

$$T_{\text{факт. сеп.}} = \frac{35\,000}{10\,000} = 3 \text{ год } 30 \text{ хв}$$

Сепаратор представляє собою конструкцію у вигляді пакету скріплених тарілок, що містяться в барабані. Установка розкручується так, що при дії відцентрових сил між тарілками проходить розподіл молока на вершки і знежирене молоко. Для зниження температури

вершків використаємо пластинчастий охолодник ОС-5000.

Тимчасове резервування вершків передбачимо в резервуарі Pasilak 5 т.

Відділення виробництва сметани

Для нормалізації суміші сметани знадобиться резервуар Я1-ОСВ-6. Для проведення теплового оброблення нормалізованої суміші вирахуємо розрахункову продуктивність ПОУ:

$$P_{\text{р. поу.}} = \frac{7286,02}{5} = 1457,2 \text{ кг/год}$$

Оберемо установку ОП1-У2. Дана установка є автоматизованою і призначається для швидкого підігріву вершків в тонкому шарі та закритому потоці. А також із послідуочим зниженням температури. Робота на даній установці забезпечує високі санітарно-гігієнічні норми виробництва. Не допускається вихід недопастеризованих вершків та запобігання їх перегріванню.

$$T_{\text{факт. поу.}} = \frac{7286,02}{2000} = 3 \text{ год } 38 \text{ хв}$$

Гомогенізацію вершкової суміші забезпечимо на установці SHZ-20. Установка має можливість регуляції потужності, тому буде працювати із значенням, як в ПОУ.

Для сквашування сметани необхідні резервуари Я1-ОСВ-6. При цьому розрахунки проводимо із коефіцієнтом 0,5.

Визначимо потрібну кількість резервуарів:

$$N_{\text{рез.}} = \frac{7286,02}{10\,000 \times 0,5} = 2 \text{ рез.}$$

В одному резервуарі сметана буде сквашуватись в першу зміну, а в іншому – в другу.

Фасування сметани в стаканчики проведемо на установці ПАСТ

ПАК. Визначимо тривалість фасування:

$$T_{\text{факт. фас. смет.}} = \frac{3720,94}{3 \times 4200 \times 0,25} = 1 \text{ год } 11 \text{ хв}$$

Відділення виробництва кисломолочного сиру

Вироблення продукту передбачено роздільним методом. Відповідно до його технології необхідно отримати знежирений кисломолочний сир. Для заквашування і ферментації молока потрібно сировиготовлювач. Обираємо обладнання закритого типу марки Donido. Місткість одного такого сировиготовлювача складає 15 т. Знаходимо потрібну кількість таких установок, враховуючи коефіцієнт при розрахунку.

$$N_{\text{сировиг.}} = \frac{27\,587,69}{15\,000 \times 0,75} = 3 \text{ сировиг.}$$

В цих установках проводять ферментацію і обробку сирного згустку. До них прикріплені різально-вимішувальні пристрої, які подрібнюють згусток на кубики зі стороною ребра 2 см. Сировиготовлювач оснащений автоматичним управлінням. Воно дозволяє проводити нагляд за виконанням операцій і забезпечує якісне санітарно-гігієнічне оброблення із дотриманням параметрів. Оскільки в асортименті є м'який дієтичний кисломолочний сир, то увесь сир кисломолочний будемо виробляти згідно його технології. Тому спочатку підберемо установку, за допомогою якої підігріємо згусток до 60 °С. Тому обираємо трубчастий теплообмінник фірми Donido. Визначаємо час, за який нагріється продукт:

$$T_{\text{факт. труб. тепл.}} = \frac{27\,587,69}{6000} = 4 \text{ год } 36 \text{ хв}$$

Сир кисломолочний м'який дієтичний отримаємо завдяки сепаратору Я9- ОДТ. Перед подачею на сепаратор згусток фільтрують. Тривалість відділення сироватки на сепараторі:

$$T_{\text{факт. сеп.}} = \frac{27\,587,69}{6000} = 4 \text{ год } 36 \text{ хв}$$

Отриманий сир кисломолочний слід якомога швидше охолодити, для цього застосуємо двоциліндровий охолоджувач 209-ОТД-1.

$$T_{\text{факт. охол.}} = \frac{4157,28}{2 \times 780} = 2 \text{ год } 40 \text{ хв}$$

Щоб отримати однорідну структуру продукту пропустимо кисломолочний сир через вальцівку Е8-ОПУ.

Тривалість розтирання сиру у вальцівці:

$$T_{\text{факт. розтир.}} = \frac{4157,28}{2000} = 2 \text{ год } 5 \text{ хв}$$

Для виробництва кисломолочного сиру дієтичного плодово-ягідного нежирного і закуски із сиру кисломолочного потрібно провести змішування рецептурних компонентів. Обчислюємо час роботи змішувача ОСТ-1.

Змішування сиру м'якого дієтичного плодово-ягідного:

$$T_{\text{факт. зміш. с. к. м. д. пл.-яг.}} = \frac{1239,35}{2 \times 780} = 48 \text{ хв}$$

Змішування компонентів для закуски із сиру кисломолочного:

$$T_{\text{факт. зміш. з. з с. к.}} = \frac{4756,61}{2 \times 780} = 3 \text{ год } 3 \text{ хв}$$

Сиркові маси і сам сир кисломолочний нежирний будемо перекачувати насосом П8-ОНД.

Фасуватимемо сир кисломолочний в брикети (200 г):

$$T_{\text{факт. фас. с. к. з.}} = \frac{2078,64}{4200 \times 0,2} = 2 \text{ год } 28 \text{ хв}$$

Для фасування сиру м'якого дієтичного та закуски будемо використовувати пакувальний автомат ПАСТ ПАК 2Р2. Визначаємо час фасування.

Сиру м'якого дієтичного:

$$T_{\text{факт. фас. с. к. м. д. пл.-яг.}} = \frac{1239,35}{3 \times 4200 \times 0,25} = 24 \text{ хв}$$

Закуски:

$$T_{\text{факт. фас. з. з с. к.}} = \frac{4756,61}{3 \times 4200 \times 0,25} = 3 \text{ год } 47 \text{ хв}$$

Відділення переробки сироватки

Одержану сироватку, яка залишилась після виробництва сиру кисломолочного направимо на охолодження до пластинчастого охолодника А1- ООЛ-10.

Час охолодження сироватки:

$$T_{\text{факт. ох. сиров.}} = \frac{20\,690,78}{10\,000} = 2 \text{ год } 4 \text{ хв}$$

Охолодити сироватку потрібно для того, щоб вона не псувалась через підвищення кислотності, спричиненого мікробіологічними процесами.

Для зберігання цієї кількості сироватки забезпечимо резервуар В2-ОХР-25.

Визначимо розрахункову продуктивність пластинчастої ПОУ, на якій будемо здійснювати процеси теплової обробки, якщо на виробництво напою направимо половину отриманої сироватки.

$$P_{\text{р. поу.}} = \frac{10\,345,39}{5} = 2069,078 \text{ кг/год}$$

Установимо пластинчасту ПОУ А1-ОКЛ-5. Знайдемо час пастеризації:

$$T_{\text{факт. поу.}} = \frac{10\,345,39}{5000} = 2 \text{ год } 4 \text{ хв}$$

Для очищення від сирного пилу використаємо сепаратор MSD 5000.

Вирахуємо фактичний час очищення сироватки:

$$T_{\text{факт. сеп. сиров.}} = \frac{10\,345,39}{5000} = 2 \text{ год } 4 \text{ хв}$$

Пастеризовану та охолоджену сироватку спрямовуємо в резервуари Я1- ОСВ-5 (2 шт.) Сюди до сироватки додамо рецептурні компоненти, після вимішування направимо на розлив до пакувального автомату Tetra Pak TR/G7.

$$T_{\text{факт. роз. сиров. нап.}} = \frac{10\,895,73}{6500 \times 0,25} = 6 \text{ год } 43 \text{ хв}$$

Таблиця 5.1 – Зведена таблиця обладнання

Найменування обладнання	Тип, марка	Прод., кг/год	Кіль- кість, од.	Габаритні розміри			S _{обл} , м ²	S _{заг} , м ²
				Довж	Шир	Вис.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приймальне відділення								
Модуль приймання молока	УПМ-15	10 000	1/1	2200	1200	1700	2,64	5,28
Резервуар	B2-ОХР-50	50 000	2	4965	3450	8960	17,13	34,26
Всього								5,28
Апаратне відділення								
Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка	A1-ОКЛ-10	10 000	1	3700	3600	2500	25	25
Сепаратор-вершковідділювач	Ж5-ОС2Н-С	10 000	2	1200	850	1780	1,02	2,04
Пластинчастий охолоджувач	ОС-5000	5000	1	2200	500	1300	1,1	1,1
Резервуар для вершків	MAR	5000	1	2025	2025	2830	4,1	4,1
Насос для в'язких продуктів	НРМ-5	5000	1	650	300	285	0,2	0,2
Всього								32,44
Відділення виробництва сиру кисломолочного								
Сировиготовлювач	Doni Double	15 000	6	4120	3020	2370	12,44	74,64
Трубчастий теплообмінник	Doni Therm TCH	5000-15000	1	3600	900	2900	3,24	3,24
Сепаратор для відокремлення сироватки	Я9-ОДТ	6000	1	1040	1275	1470	1,33	1,33
Двоциліндровий охолоджувач сирного зерна	209-ОТД-1	780	2	2060	970	1700	2	4
Вальцівка	E8-ОПУ	2000	1	1914	996	1095	1,91	1,91
Змішувач сиру	ОСТ-1	780	2	2190	1010	1540	2,2	4,4
Насос для перекачування сиру кисломолочного	П8-ОНД	800-1200	2	765	700	435	0,54	1,08
Фасувальний автомат (у брикети)	Fasa AR2T	70 уп/хв	1	2784	1392	1825	3,88	3,88
Всього								94,48
Відділення переробки сироватки								
Пластинчастий охолоджувач для сироватки	A1-ООЛ-10	10 000	1	1600	700	1400	10	10

Резервуар для зберігання сироватки	B2-OXP-25	25 000	2	4800	3250	4610	15,6	31,2
Сепаратор для освітлення сироватки	MSD	5000	1	1350	950	1690	1,28	1,28
Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка	A1-OKJ-5	5000	1	3150	1535	3230	15	15
Резервуари для приготування сироваткового напою	Я1-OCB-5	6300	2	2500	2135	3912	5,34	10,68
Пакувальний автомат	Tetra Pak TR/G7	6500	1	6500	1500	3425	9,75	9,75
Всього								46,71
Відділення виробництва сметани								
Резервуар для нормалізації вершків	Я1-OCB-6	10000	1	2900	2535	3380	7,35	7,35
Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка	ОП1-У2	2000	1	2200	700	1500	15	15
Гомогенізатор	SHZ	1000 – 4200	1	1115	1150	1250	1,28	1,28
Резервуар для заквашування	Я1-OCB-6	10000	2	2900	2535	3380	7,35	14,7
Фасувальна машина	ПАСТ ПAK 2П2	70 уп/хв	3	3000	1480	1980	4,44	13,32
Всього								51,65

6. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І ДОПОМІЖНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Ця частина роботи присвячена визначенню площ основних виробничих приміщень та допоміжних приміщень, які будуть розташовані в основному виробничому корпусі.

Площі на виробництві поділяють на 3 групи:

1 – робочі площі, де відбувається виробництво продукції. Сюди відносяться виробничі відділення, лабораторії, холодильні та термостатні відділення, відділення для соління і визрівання, СІР-мийки.

2 – підсобні приміщення та склади: бойлерна, трансформаторна, вентиляційні камери, ремонтні майстерні, камери зберігання готових виробів, експедиційні, склади тари, матеріалів, допоміжної сировини.

3 – допоміжні приміщення: побутові приміщення, адміністративні приміщення, їдальні і т. д.

Площу виробничих приміщень та інших допоміжних площ виражають в будівельних квадратах. Значення одного будівельного квадрату становить 36 м^2 ($6 \text{ м} \times 6 \text{ м}$). При компонуванні приміщень на підприємстві враховують принцип простоти плану. Також передбачають можливість встановлення комунікацій на технічному поверсі.

Розміщення усіх приміщень в головному корпусі повинно краще сприяти організації виробництва. Також слід враховувати протипожежні та санітарно- гігієнічні вимоги. При плануванні нового підприємства слід задаватись питанням розширення і реконструкції в майбутньому, забезпечувати максимальну економію капіталовкладень за рахунок зменшення витрат при будівництві.

В процесі компонування приміщень підприємства ведуть обґрунтування щодо поверховості, блочності виробничих приміщень, конфігурації будівлі, колонної сітки, габаритних розмірів основної будівлі, близького розташування приміщень з однаковими температурно-вологісними

режимами.

Конфігурація приміщень підприємства повинна мати просту форму, а корпуси, поєднують у вигляді правильних прямокутних форм. Всі приміщення головного виробничого корпусу повинні бути спроектовані так, щоб сприяти належному ходу сировини відповідно технологічних ліній.

Приймально-миюче відділення

Призначене для приймання автомолцистерн, що прибувають на підприємство. Ємність однієї автомолцистерни складає 6300 л. Продуктивність модульної установки, за допомогою якої здійснюється викачування сировини із транспортної тари, до приймального відділення. Визначимо число автомолцистерн, що можуть прибути за 1 годину:

$$N_{\text{авт.}} = \frac{15\,000}{6300} = 3 \text{ авт.}$$

Приймаємо наступні часові проміжки:

викачування молока із 1 автомолцистерни – 30 хв; миття автомолцистерни – 11 хв; допоміжний час – 5 хв.

Знаходимо загальну тривалість приймання 1 автомолцистерни:

$$T_{\text{пр. 1 авт.}} = 30 + 11 + 5 = 44 \text{ хв}$$

Час приймання 3-ох автомолцистерн:

$$T_{\text{пр. 3 авт.}} = 3 \times 44 = 132 \text{ хв}$$

Обчислимо кількість постів:

$$П = \frac{132}{60} = 2 \text{ п.}$$

Один пост займає площу 72 м², тоді для двох постів потрібно:

$$S_{\text{пр-м.}} = 72 \times 2 = 144 \text{ м}^2$$

Приймальне відділення

Призначення даного відділення полягає в очищенні, охолодженні та резервуванні сировини. Резервуари для зберігання молока будуть розміщені на вулиці, тому площу, яку вони займають не враховують при розрахунку.

$$S_{\text{пр.}} = 4 \times 5,28 = 21,1 \text{ м}^2$$

Апаратне відділення

Тут буде проходити сепарування сировини на знежирене молоко та вершки, а також пастеризація та охолодження нежирного молока та охолодження вершків.

$$S_{\text{ап.}} = 4 \times (2,04 + 1,1 + 4,1 + 0,2) + 25 = 54,76 \text{ м}^2$$

Відділення виробництва сиру кисломолочного

В даному відділенні буде проводитись сквашування знежиреного молока та утворення нежирного сиру кисломолочного. Також тут буде проводитись змішування компонентів сиру кисломолочного дієтичного плодово-ягідного та закуски із сиру кисломолочного. У відділенні фасуватиметься сир кисломолочний та вироби з нього.

$$S_{\text{с. к.}} = 4 \times (74,64 + 3,24 + 1,33 + 4 + 1,91 + 4,4 + 1,8 + 3,33) = 378 \text{ м}^2$$

Відділення переробки сироватки

Тут буде вироблятись сироватковий напій фруктовий, а також буде відбуватись його розлив у пакети тетра-пак.

$$S_{\text{сиров.}} = 4 \times (1,28 + 10,68 + 9,75) + 10 + 15 = 111,84 \text{ м}^2$$

Відділення виробництва сметани

У відділенні вироблятиметься та фасуватиметься сметана «натуральна».

$$S_{\text{смет.}} = 4 \times (7,35 + 1,28 + 14,7 + 13,32) + 15 = 161,6 \text{ м}^2$$

Холодильна камера

Для сиру кисломолочного знежиреного:

$$S_{\text{х. к. зж.}} = \frac{2 \times 2064,6}{488 \times 0,3}$$

Для сиру кисломолочного дієтичного плодово-ягідного:

$$S_{\text{х. к. пл.-яг.}} = \frac{2 \times 1232,57}{488 \times 0,3} = 10 \text{ м}^2$$

Для закуски із сиру кисломолочного:

$$S_{\text{х. к. закус.}} = \frac{2 \times 4666,55}{488 \times 0,5} = 38 \text{ м}^2$$

Для сметани:

$$S_{\text{х. к. смет.}} = \frac{2 \times 3701,69 \times 0,75}{488 \times 0,5} = 23 \text{ м}^2$$

Для сироваткового напою:

$$S_{\text{х. к. напій}} = \frac{2 \times 10\,792,13 \times 0,5}{240 \times 0,5} = 90 \text{ м}^2$$

Таблиця 6.1 – Зведена таблиця розрахунку площ

Приміщення	Площа		
	Розрахункова	Компоновочна	
	м ²	Буд. кв.	м ²
Приймально-миюче відділення	144	4	144
Приймальне відділення	21,1	1	36
Апаратне відділення	54,76	2	72
Відділення виробництва сиру кисломолочного	378	11	396
Відділення переробки сироватки	111,84	4	144
Відділення виробництва сметани	161,6	5	180
Відділення підготовки рецептурних компонентів		1	36
Холодильні камери	178	5	180
Склади тари	-	2	72
Склад допоміжної сировини	-	0,5	18
Склад миючих засобів	-	0,5	18
СІР-мийка	-	2	72
Експедиції	-	2	72
Приймальна лабораторія	-	1	36
Виробнича лабораторія	-	2	72
Їдальня	-	1,5	54
Зарядна електрокарів	-	1	36
Побутові приміщення	-	2	72
Бойлерна	-	1	36
Ремонтні майстерні	-	1	36
Коридор	-	4	144
Всього		53,5	

Позначення технологічних потоків

Позначення	Назва технологічного процесу	Примітка
T91-1	Молоко незбиране	
T91-2	Молоко незбиране охолоджене	
T92-1	Молоко підігріте до температури сепарування	
T92-2	Вершки 35 %	
T92-3	Вершки 35 % охолоджені	
T92-4	Знежирене молоко	
T92-5	Знежирене молоко пастеризоване	
T92-6	Знежирене молоко охолоджене до температури заквашування	
T93-1	Нормалізована суміш вершків	
T93-2	Нормалізована суміш вершків пастеризована	
T93-3	Нормалізована суміш вершків пастеризована гемонізована	
T93-4	Нормалізована суміш вершків охолоджена до температури заквашування	
T93-5	Сметана «натуральна»	
T93-6	Сметана «натуральна» фасована	
T94-1	Сирний згусток знежиреного сиру кисломолочного	
T94-2	Підігрітий сирний згусток знежиреного сиру кисломолочного	
T94-3	Фільтрований сирний згусток знежиреного сиру кисломолочного	
T94-4	Сир кисломолочний знежирений	
T94-5	Сироватка	
T94-6	Сир кисломолочний знежирений охолоджений	
T94-7	Сир кисломолочний знежирений перетертий	
T94-8	Сир кисломолочний м'який дієтичний плодолово- ягідний знежирений	
T94-9	Закуска із сиру кисломолочного Чеддер	
T94-10	Фасований сир кисломолочний знежирений	
T94-11	Фасований сир кисломолочний м'який дієтичний плодолово-ягідний знежирений	
T94-12	Фасована закуска із сиру кисломолочного Чеддер	

T95-1	Сироватка охолоджена	
T95-2	Сироватка освітлена	
T95-3	Сирний пил	
T95-4	Сироватка пастеризована	
T95-5	Сироватка охолоджена до температури фасування	
T95-6	Сироватковий напій фруктовий	
T95-7	Сироватковий напій фруктовий фасований	

Специфікація технологічного обладнання

Позначення	Найменування технологічного обладнання	Кільк.	Примітка
	Приймальне відділення		
1-1	Модуль приймання молока	1/1	
1-2	Резервуар	2	
1-3	Насос	2	
	Апаратне відділення		
2-1	Урівнювальний бачок	1	
2-2	Насос	2	
2-3	Витримувач	1	
2-4	Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка	1	
2-5	Сепаратор	2	
2-6	Пластинчастий охолоджувач	1	
2-7	Резервуар для вершків	1	
2-8	Насос для в'язких продуктів	1	
	Відділення виробництва сметани		
3-1	Резервуар для нормалізації вершків	1	
3-2	Насос для вершків	1	
3-3	Урівнювальний бачок	1	
3-4	Пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка	1	
3-5	Витримувач	1	
3-6	Гомогенізатор	1	

3-7	Резервар для заквашування	2	
3-8	Фасувальна машина	3	
	Відділення виробництва сиру кисломолочного		
4-1	Сировиготовлювач	6	
4-2	Насос	1	
4-3	Трубчастий теплообмінник	1	
4-4	Насос	1	
4-5	Фільтр	1	
4-6	Сепаратор для відокремлення сироватки	2	
4-7	Двоциліндровий охолоджувач	2	
4-8	Насос для кисломолочного сиру	3	
4-9	Вальцівка	1	
4-10	Змішувач	2	
4-11	Фасувальний апарат	1	
	Відділення для переробки сироватки		
5-1	Пластинчастий охолоджувач		
5-2	Резервуар для сироватки	1	
5-3	Насос	1	
5-4	Бункер	1	
5-5	Сепаратор для освітлення сироватки	1	
5-6	Урівнювальний бачок	1	
5-7	Утримувач	1	
5-8	Пластинчаста пастеризаційно- охолоджувальна установка	1	
5-9	Резервуар для приготування напою	2	
5-10	Фасувальний автомат	1	

Технохімічний і мікробіологічний контроль

Позначення	Назва показника	Примітка
О	Органолептика	
М	Маса	
Тз	Точка замерзання	
Т	Температура	

Те	Термостійкість	
К	Кислотність	
Б	Білок	
Бо	Бактеріальне обсіменіння	
Тп	Тривалість процесу	
Гч	Група чистоти	
Еп	Ефективність пастеризації	
Ж	Масова частка жиру	
Мз	Маса закваски	
Г	Густина	
Мхк	Маса хлористого кальцію	
Мф	Маса ферменту	
Тс	Тривалість сквашування	
Як	Якість сирного згустку	
Вл	Вміст води	
Мн	Маса наповнювача	
Р	Тиск	
П	Пероксидаза	

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1. Техніка безпеки для недопущення травматизму на підприємствах харчової промисловості

Електричні установки, до яких відноситься практично все обладнання, складають для людини велику потенційну небезпеку, так як під час експлуатації або проведенні профілактичних робіт людина може доторкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок: струмоведучі провідники, корпуси ЕОМ і іншого обладнання, яке виявляється під напругою в результаті пошкодження ізоляції, не подають будь-яких сигналів, які б попереджували людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає тільки при проходженні останнього через тіло людини. Винятково важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування наявного електрообладнання, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт. При цьому під правильною організацією розуміється суворе виконання ряду організаційних та технічних заходів і засобів, встановлених чинними «Правилами технічної експлуатації електрообладнання споживачів і правилами техніки безпеки при експлуатації електрообладнання споживачів». В залежності від категорії приміщення необхідно прийняти певні міри, які забезпечують достатню електробезпеку при експлуатації ремонті електрообладнання [65].

Так, в приміщеннях з підвищеною небезпекою електроінструменти, ереносні світильники повинні бути виконані з подвійною ізоляцією або їхня напруга живлення не повинна перевищувати 42 В. В ОЦ до таких приміщень можуть бути віднесені приміщення машинного залу, приміщення для розміщення сервісної і периферійної апаратури [89]. Кожна з одиниць технологічного обладнання повинна бути забезпечена попереджуючою

сигналізацією. Всі попереджувальні таблички повинні виділятися на фоні обладнання і мати лаконічний зміст. Контрольно-вимірювальні прилади повинні бути справні, що підтверджується наявністю клейма про проходження атестації.

Підвищена увага робітників повинна бути при термічній обробці тари, сировини і консервів, митті тари, бланшуванні і уварюванні сировини. Дотримання перерахованих вище заходів дозволить створити безпечні умови праці і уникнути виробничого травматизму [65, 66].

4.1.2. Особливості охорони праці неповнолітніх

Більшість неповнолітніх влаштовуючись на роботу не знають про те, що вони користуються спеціальним комплексом прав, і деякі роботодавці цим користуються [65]. Тому одним із чинників реалізації норм охорони праці є інформування осіб, що не досягли повноліття про їх права, гарантії, умови праці через засоби масової інформації [66].

Кодекс законів про працю регламентує вік із якого допускається прийняття на роботу. Згідно статті 188 КЗпП не допускається прийняття на роботу осіб молодше 16 років. Але існують певні винятки з цього загального правила. Зокрема, у ч. 2 ст. 188 КЗпП вказано, що за згодою одного з батьків або особи, щойого замінює, можуть, прийматися на роботу особи, які досягли 15 років [65, 66].

Для підготовки молоді до продуктивної праці допускається прийняття на роботу учнів загальноосвітніх шкіл, професійно-технічних і середніх спеціальних навчальних закладів для виконання легкої роботи, що не завдає шкоди здоров'ю і не порушує процесу навчання, у вільний від навчання час по досягненні ними чотирнадцятирічного віку за згодою одного з батьків або особи, що його замінює [65].

Усі особи молодше вісімнадцяти років приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду і в подальшому, до досягнення 21 року, щорічно підлягають обов'язковому медичному оглядові. При

встановленні факту, що робота негативно впливає на здоров'я неповнолітнього, він негайно звільняється з цієї роботи і переводиться на більш легку роботу [66]. При переведенні неповнолітніх на підставі медичного висновку на більш легку, але нижче оплачувану роботу, за неповнолітнім протягом двох тижнів зберігається попередній заробіток (ч.1 ст.114 КЗпП).

Для додаткового захисту трудових прав неповнолітніх законодавством передбачаються обмеження звільнення таких працівників. Так, стаття 198 КЗпП передбачає, що звільнення працівників молодше вісімнадцяти років з ініціативи власника або уповноваженого ним органу допускається, крім додержання загального порядку звільнення, тільки за згодою служби у справах молоді. При цьому звільнення з підстав, зазначених в пунктах 1, 2 і 6 статті 40 КЗпП, провадиться лише у виняткових випадках і не допускається без працевлаштування [66].

Законодавством чітко встановлено межі робочого часу неповнолітніх. Для осіб у віці від 16 до 18 років – 36 годин на тиждень [65]. Тобто не більше 7 годин на день при 5-денному робочому тижню і 6 годин при 6-денному. Працівники віком 15-16 років, а також учні 14-15 років, що працюють під час канікул, можуть працювати по 24 години на тиждень. Тривалість робочого дня для таких осіб не може перевищувати 4 години на день при 6-денному робочому тижню і дорівнювати 5 годинам при 5-денному. Дещо іншим є робочий час для неповнолітніх, які працюють протягом навчального року. Тривалість їх робочого часу не повинна перевищувати половини відповідних максимальних норм скороченого робочого часу. Тобто, якщо працівнику 17 років і він працює під час навчання, то тривалість його робочого часу має бути не більшою 18 годин на тиждень (максимально допустима для його віку 36 годин, відповідно половина – 18 годин) [66].

Неповнолітніх працівників забороняється залучати до нічних, надурочних робіт і до робіт у вихідні дні, а також до чергувань встановлених

у деяких організаціях за розпорядженням роботодавця до початку або після закінчення робочого дня, у вихідні або святкові дні для підтримки порядку й оперативного рішення виникаючих невідкладних питань, що не відносяться до виробничої діяльності даної організації [66].

Відповідно до ЗУ «Про відпустки», для осіб віком до вісімнадцяти років встановлюється щорічна основна відпустка тривалістю 31 день. При цьому, якщо за загальним правилом право на щорічні основну та додаткові відпустки повної тривалості у перший рік роботи настає після закінчення шести місяців безперервної роботи на даному підприємстві, то для неповнолітніх таке право виникає до настання шестимісячного терміну безперервної роботи на такому підприємстві [65].

Заробітна плата працівникам молодше вісімнадцяти років при скороченій тривалості щоденної роботи виплачується в такому ж розмірі, як працівникам відповідних категорій при повній тривалості щоденної роботи. Тобто, скорочення робочого часу для неповнолітніх означає, що їх скорочений робочий час оплачується за тією ж тарифною ставкою (тим же посадовим окладом), що й нормальний робочий день дорослого працівника тієї ж спеціальності, кваліфікації та за інших рівних умов [66].

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Забезпечення стійкості роботи молокопереробного підприємства в умовах хімічного зараження

Згідно з Законом України «Про Цивільну оборону України», запобігання надзвичайним ситуаціям природного і техногенного характеру, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків є загальнодержавною проблемою і одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади й управління всіх рівнів [67].

Актуальність проблеми забезпечення природно-техногенної безпеки населення і територій зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди

територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами. Ризик на надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру невпинно зростає.

Забезпечення безпеки та захисту населення, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій розглядається як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і державного будівництва, як одна з найважливіших функцій центральних органів виконавчої влади.

Надзвичайна ситуація – порушення нормальних умов життя і діяльності діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, яка привела до загибелі людей або значних матеріальних втрат [67].

Аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті або території загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Катастрофа – велика за масштабами аварія чи інша подія, що призводить до тяжких, трагічних наслідків [67].

Під стійкістю роботи: об'єкта розуміється його спроможність в умовах надзвичайної ситуації випускати продукцію в запланованому обсязі та номенклатурі, а при отриманні середніх руйнувань або порушенні зв'язків з кооперації та поставок відновлювати виробництво у мінімальні терміни.

Під стійкістю роботи об'єктів, які безпосередньо не виробляють матеріальні цінності, до яких відноситься консервні заводи, розуміється їх спроможність виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій [67].

На стійкість роботи в умовах надзвичайних ситуацій впливають наступні фактори:

- спроможність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти у визначеному ступеню уражуючим: факторам стихійного лиха, аварій, катастроф та сучасних видів зброї:

- захищеність підприємства від вторинних уражуючих факторів (пожеж, вибухів, зараження ОР та СДОР);
- надійність системи забезпечення підприємства всім необхідним для виробництва (сировиною/ паливом; комплектуючими вузлами і деталями, електроенергією, водою, газом та іншим):
- стійкість та безперервність управління та заходами цивільної оборони;
- підготовленість підприємства до ведення рятувальних та інших невідкладних робіт до поновлення порушеного виробництва.

Шляхами підвищення стійкості роботи в умовах надзвичайних ситуацій є:

- забезпечення надійного захисту працівників молочного підприємства від уражуючих факторів сучасної зброї, аварій, катастроф і стихійного лиха;
- захист основних виробничих фондів від уражуючих факторів, у тому числі і від вторинних, які виникають внаслідок надзвичайних ситуацій;
- стійке забезпечення всім необхідним для неперервної роботи підприємства;
- підготовка до відновлення порушеної роботи підприємства;
- підвищення надійності та оперативності управління підприємством та заходами ЦО.

Захист працівників підприємства досягається чотирма основними способами:

- укриття людей у захисних спорудах;
- проведення евакозаходів;
- радіаційно-хімічний захист;
- медичний і біологічний захист.

Надійно захистити працівників підприємства можливо лише при комплексному використанні усіх цих способів захисту.

Захист виробничих фондів полягає у підвищенні протидії будинків, споруд і конструкцій підприємства до уражуючих факторів та захисті

технологічного обладнання, верстатів, систем, комунікацій та інших засобів, що формують основу виробничого процесу.

Велику роль у підвищенні стійкості роботи підприємства має створення надійних систем електро- водо- та теплозабезпечення – стійкість яких у свою чергу досягається:

- а) підвищенням стійкості електрозабезпечення:
 - розподіл схеми електромереж на незалежно працюючі частини;
 - закілювання електромереж та підключення: їх до декількох джерел енергозабезпечення;
 - створення резерву дизельних електростанцій;
- б) підвищенням стійкості систем водопостачання:
 - водопостачання від двох незалежних джерел, одне з яких підземне;
 - захист вододжерел та резервуарів чистої води;
 - створення обвідних ліній навколо водонапірних веж;
- в) підвищенням стійкості систем газо- тепло- та паливозабезпечення:
 - розподільні газопроводи робляться підземними та передбачається їх кільцювання:
 - газорозподільні станції та опорні пункти обвідних газопроводів передбачаються в підземному варіанті:
 - встановлюються в основних вузлових точках систем газозабезпечення автоматичні вимикаючі пристрої, які спрацьовують при аваріях.

Підвищення протипожежної стійкості досягається:

- максимальним скороченням: запасів паливо- та вибухонебезпечних речовин;
- проведення профілактичних протипожежних заходів;
- підготовкою сил і засобів пожежогасіння.

Стійкості системи управління залежать від:

- підготовки пунктів управління (захищених);
- забезпечення засобами зв'язку;

- використання автоматизованих систем управління.

З метою прискореного (негайного) відновлення порушеної роботи закладу проводиться:

- розроблення необхідної технічної та технологічної документації;
- створення запасів матеріальних засобів для відновлювальних робіт і розрахунки сил і засобів для їх проведення;
- визначення вірогідної черговості робіт з відновлення виробництва з урахуванням наявних ресурсів та місцевих умов.

Крім того, на стійкість роботи підприємства буде впливати наявність підготовленої робочої сили.

Підвищення надійності та оперативності управління ліцеєм досягається за рахунок:

- створення на об'єкті стійкої системи зв'язку;
- високої підготовки керівного складу;
- своєчасного прийняття правильних рішень та постановка завдань підлеглим у відповідності до обстановки, що склалася.

Як бачимо підвищення стійкості роботи підприємства досягається завчасним проведенням цілого комплексу інженерно-технічних, технологічних та організаційних заходів, які спрямовані на максимальне зниження дії уражуючих факторів і створення умов для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Інженерно-технічні заходи – це комплекс робіт, що забезпечує 4 очищення стійкості виробничих будинків і споруд, обладнання, комунально-енергетичних систем.

Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості роботи об'єкта шляхом зміни технологічного процесу, що сприяє спрощенню виробництва продукції та усуває можливість виникнення вторинних уражуючих факторів.

Організаційні заходи передбачають розроблення і планування дій керівного» командно-начальницького складу штабу, служб і формувань ЦО при захисті робітників і службовців, проведення рятувальних, та інших

невідкладних робіт, відновлення виробництва.

При виникненні, осередку хімічного ураження негайно оповіщаються, робітники, службовці та населення, які опинилися в зоні, зараження і в районах, яким загрожує небезпека зараження.

Організується радіаційна, хімічна і медична розвідка для уточнення місця, часу, типу і концентрації СДОР. визначення межі осередку ураження (зони зараження) та напрямку розповсюдження зараженого повітря. Готуються формування для проведення рятувальних робіт. На підставі даних, отриманих від розвідки та інших джерел, начальник ЦО об'єкта приймає рішення, особисто організовує проведення рятувальних робіт і заходів щодо ліквідації хімічного зараження.

Для ліквідації наслідків хімічного зараження та проведення рятувальних робіт у першу чергу залучаються санітарні дружини, зведені загони (команди, групи), команди (групи) знезараження, формування механізації. а осередок вводяться санітарні дружини, формування радіаційного і хімічного захисту з захисту, охорони громадського порядку та ін.

Особовий склад формувань забезпечується засобами індивідуального захисту, антидотами індивідуальними протихімічними пакетами та підготовляються до порядку дій в осередку ураження.

В осередку хімічного ураження, перш за все надається допомога потерпілим (ураженим), проводиться відбір за складністю ураження та організовується евакуація в медичні установи.

Необхідно пам'ятати, що при проведенні рятувальних робіт в осередку ураження можливий застій зараженого повітря в підземних приміщеннях, парках, закритих дворах, а також розповсюдження його по трубопроводах та тунелях. Тому після, завершення робіт формування направляються на пункти спеціальної обробки. Пункти спеціальної обробки розгортаються на незараженій території (місцевості) та поблизу маршрутів виходу формувань і населення.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що природний консервант нізін широко використовується в харчовій промисловості, як безпечний, проте на його ефективність впливають деякі фактори, такі як рН середовища (добре активний в кислому та слабо активний за нейтрального), вміст жиру.

2. Виявлено, що нізін добре проявляв консервуючий ефект на технічно-шкідливу й грампозитивну патогенну мікрофлору за концентрації 0,005 – 0,01 %. Проте, він погано діяв на коліформні бактерії, які є санітарно-показові гігієни технологічного процесу.

3. У свіжому кисломолочному сирі після обробки нізином мікробіологічні показники кращі, ніж у сирі в контролі, до того ж величина титрованої кислотності була нижча, що робить його стійкішим до умов зберігання й попередження формування вад. Додавання нізину не впливало на величину вологості свіжого сиру.

4. У дослідних зразках сиру з нізином під час його зберігання зростання молочнокислої мікробіоти відбувалося, в середньому в 5,5 разів повільніше, ніж у контрольному сирі без нізину. Аналогічну тенденцію виявлено і щодо дріжджової мікрофлори, зокрема через 13 діб зберігання контрольний зразок мав вміст дріжджів більше нормативно допустимої кількості 100 КУО/г, а дослідні зразки в межах 10 – 15 КУО/г.

5. Отже, додавання консерванту нізину у технологію виробництва кисломолочного сиру дозволяє покращити мікробіологічні показники, знизити динаміку утворення молочної кислоти, що стримує виникнення органолептичних вад та дозволяє збільшити термін реалізації цього продукту. Запропоновано застосовувати оптимальну концентрацію нізину у кисломолочному сирі 0,0075 %.

6. Розроблено проєкт та описано технологію сиру кисломолочного, напою із сироватки та сметани «натуральної».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ibarra-Sánchez, L. A., El-Haddad, N., Mahmoud, D., Miller, M. J., & Karam, L. (2020). Invited review: Advances in nisin use for preservation of dairy products. *Journal of dairy science*, 103(3), 2041-2052.
2. Gharsallaoui, A., Oulahal, N., Joly, C., & Degraeve, P. (2016). Nisin as a food preservative: part 1: physicochemical properties, antimicrobial activity, and main uses. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(8), 1262-1274.
3. Sobrino-López, A., & Martín-Belloso, O. (2008). Use of nisin and other bacteriocins for preservation of dairy products. *International Dairy Journal*, 18(4), 329-343.
4. Van Tassell, M. L., Ibarra-Sánchez, L. A., Takhar, S. R., Amaya-Llano, S. L., & Miller, M. J. (2015). Use of a miniature laboratory fresh cheese model for investigating antimicrobial activities. *Journal of dairy science*, 98(12), 8515-8524.
5. Feng, Y., Ibarra-Sánchez, L. A., Luu, L., Miller, M. J., & Lee, Y. (2019). Co-assembly of nisin and zein in microfluidics for enhanced antilisterial activity in Queso Fresco. *LWT*, 111, 355-362.
6. Skril, Yu; Shved, O; Hubrii, Z; Vichko, O; Kupka, T. Analytical Review of Biotechnological Problem of Ukrainian Hard Cheeses. (2023) *Biotechnologia Acta* , 16(3), 5-23
7. Liu, W., & Hansen, J. N. (1990). Some chemical and physical properties of nisin, a small-protein antibiotic produced by *Lactococcus lactis*. *Applied and environmental microbiology*, 56(8), 2551-2558.
8. Davies, E. A., Bevis, H. E., Potter, R., Harris, J., Williams, G. C., & Delves-Broughton, J. (1998). Research note: the effect of pH on the stability of nisin solution during autoclaving.
9. Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific*

Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 14-19.

10. Modugno, C., Loupiac, C., Bernard, A., Jossier, A., Neiers, F., Perrier-Cornet, J. M., & Simonin, H. (2018). Effect of high pressure on the antimicrobial activity and secondary structure of the bacteriocin nisin. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 47, 9-15.

11. Jung, D. S., Bodyfelt, F. W., & Daeschel, M. A. (1992). Influence of fat and emulsifiers on the efficacy of nisin in inhibiting *Listeria monocytogenes* in fluid milk. *Journal of dairy science*, 75(2), 387-393.

12. Bhatti, M., Veeramachaneni, A., & Shelef, L. A. (2004). Factors affecting the antilisterial effects of nisin in milk. *International Journal of Food Microbiology*, 97(2), 215-219.

13. Aasen, I. M., Markussen, S., Møretrø, T., Katla, T., Axelsson, L., & Naterstad, K. (2003). Interactions of the bacteriocins sakacin P and nisin with food constituents. *International journal of food microbiology*, 87(1-2), 35-43.

14. Kukhtyn, M., Salata, V., Horiuk, Y., Kovalenko, V., Ulko, L., Prosyanyi, S., ... & Kornienko, L. (2021). The influence of the denitrifying strain of *Staphylococcus carnosus* no. 5304 on the content of nitrates in the technology of yogurt production. *Slovak Journal of Food Sciences*, 15.

15. Wirjantoro, T. I., M. J. Lewis, A. S. Grandison, G. C. Williams, and J. Delves-Broughton. 2001. The effect of nisin on the keeping quality of reduced heat-treated milks. *J. Food Prot.* 64:213–219.

16. Houlihan, A. J., & Russell, J. B. (2006). The effect of calcium and magnesium on the activity of bovicin HC5 and nisin. *Current microbiology*, 53, 365-369.

17. O'Bryan, C. A., Koo, O. K., Sostrin, M. L., Ricke, S. C., Crandall, P. G., & Johnson, M. G. (2018). Characteristics of bacteriocins and use as food antimicrobials in the United States. *Food and feed safety systems and analysis*, 273-286.

18. Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Pokotylo, O. S., Horyuk, Y. V., Horyuk, V. V., & Pokotylo, O. O. (2017). Staphylococcal contamination of raw milk and handmade dairy products, which are realized at the markets of Ukraine. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, (3, Iss. 1), 12-16.
19. Kaur, G., Malik, R. K., Mishra, S. K., Singh, T. P., Bhardwaj, A., Singroha, G., ... & Kumar, N. (2011). Nisin and class IIa bacteriocin resistance among *Listeria* and other foodborne pathogens and spoilage bacteria. *Microbial Drug Resistance*, 17(2), 197-205.
20. Rasch, M., & Knøchel, S. (1998). Variations in tolerance of *Listeria monocytogenes* to nisin, pediocin PA-1 and bavaricin A. *Letters in Applied Microbiology*, 27(5), 275-278.
21. Ennahar, S., Deschamps, N., & Richard, J. (2000). Natural variation in susceptibility of *Listeria* strains to class IIa bacteriocins. *Current Microbiology*, 41, 1-4.
22. Szendy, M., Kalkhof, S., Bittrich, S., Kaiser, F., Leberecht, C., Labudde, D., & Noll, M. (2019). Structural change in GadD2 of *Listeria monocytogenes* field isolates supports nisin resistance. *International journal of food microbiology*, 305, 108240.
23. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of "Tibetan kefir grains" cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.
24. Ibarra-Sánchez, L. A., Van Tassell, M. L., & Miller, M. J. (2017). Invited review: Hispanic-style cheeses and their association with *Listeria monocytogenes*. *Journal of dairy science*, 100(4), 2421-2432.
25. Касянчук, В., Бергілевич, О., Крижанівський, Я., & Кухтин, М. (2006). Організація ветеринарно-санітарного контролю виробництва молока коров'ячого на фермі відповідно до вимог ССТ. *Ветеринарна медицина України*, 7, 38-40.

26. Martínez, B., Obeso, J. M., Rodríguez, A., & García, P. (2008). Nisin-bacteriophage crossresistance in *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Food Microbiology*, 122(3), 253-258.
27. European Food Safety Authority (EFSA). 2006. Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to the use of nisin (E 324) as a food additive. EFSA J. 314:1–16.
28. Ibarra-Sánchez, L. A., Van Tassell, M. L., & Miller, M. J. (2018). Antimicrobial behavior of phage endolysin PlyP100 and its synergy with nisin to control *Listeria monocytogenes* in Queso Fresco. *Food Microbiology*, 72, 128-134.
29. da Silva Malheiros, P., Daroit, D. J., da Silveira, N. P., & Brandelli, A. (2010). Effect of nanovesicle-encapsulated nisin on growth of *Listeria monocytogenes* in milk. *Food Microbiology*, 27(1), 175-178.
30. da Silva Malheiros, P., Sant'Anna, V., de Souza Barbosa, M., Brandelli, A., & de Melo Franco, B. D. G. (2012). Effect of liposome-encapsulated nisin and bacteriocin-like substance P34 on *Listeria monocytogenes* growth in Minas frescal cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 156(3), 272-277.
31. Shi, C., Zhang, X., Zhao, X., Meng, R., Liu, Z., Chen, X., & Guo, N. (2017). Synergistic interactions of nisin in combination with cinnamaldehyde against *Staphylococcus aureus* in pasteurized milk. *Food Control*, 71, 10-16.
32. Shi, C., Zhao, X., Meng, R., Liu, Z., Zhang, G., & Guo, N. (2017). Synergistic antimicrobial effects of nisin and p-Anisaldehyde on *Staphylococcus aureus* in pasteurized milk. *LWT*, 84, 222-230.
33. Pinilla, C. M. B., & Brandelli, A. (2016). Antimicrobial activity of nanoliposomes co-encapsulating nisin and garlic extract against Gram-positive and Gram-negative bacteria in milk. *Innovative food science & emerging technologies*, 36, 287-293.
34. Lopes, N. A., Pinilla, C. M. B., & Brandelli, A. (2019). Antimicrobial activity of lysozyme-nisin co-encapsulated in liposomes coated with polysaccharides. *Food hydrocolloids*, 93, 1-9.

35. McClements, D. J. (2018). Encapsulation, protection, and delivery of bioactive proteins and peptides using nanoparticle and microparticle systems: A review. *Advances in colloid and interface science*, 253, 1-22.
36. Quintavalla, S., & Vicini, L. (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat science*, 62(3), 373-380.
37. Вічко, О. І., Кухтин, М. Д., Беркевич, О., Горюк, Ю., & Горюк, В. (2016). Main Microbiological and Biological Properties of Microbial Associations of “*Lactomyces tibeticus*”.
38. Guiga, W., Swesi, Y., Galland, S., Peyrol, E., Degraeve, P., & Sebti, I. (2010). Innovative multilayer antimicrobial films made with Nisaplin® or nisin and cellulosic ethers: Physico-chemical characterization, bioactivity and nisin desorption kinetics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(2), 352-360.
39. Limbo, S., & Khaneghah, A. M. (2015). Active packaging of foods and its combination with electron beam processing. In *Electron beam pasteurization and complementary food processing technologies* (pp. 195-217). Woodhead Publishing.
40. Cui, H., Wu, J., Li, C., & Lin, L. (2017). Improving anti-listeria activity of cheese packaging via nanofiber containing nisin-loaded nanoparticles. *LWT-Food Science and Technology*, 81, 233-242.
41. Balasubramanian, A. I. S. H. W. A. R. Y. A., Rosenberg, L. E., Yam, K., & Chikindas, M. L. (2009). Antimicrobial packaging: potential vs. reality—a review. *Journal of Applied Packaging Research*, 3(4), 193-221.
42. Karam, L., Casetta, M., Chihib, N. E., Bentiss, F., Maschke, U., & Jama, C. (2016). Optimization of cold nitrogen plasma surface modification process for setting up antimicrobial low density polyethylene films. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 64, 299-305.
43. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in

Ukraine. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*, 9(2), 1128-1133.

44. Mlalila, N., Hilonga, A., Swai, H., Devlieghere, F., & Ragaert, P. (2018). Antimicrobial packaging based on starch, poly (3-hydroxybutyrate) and poly (lactic-co-glycolide) materials and application challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 74, 1-11.

45. Karam, L., Jama, C., Dhulster, P., & Chihib, N. E. (2013). Study of surface interactions between peptides, materials and bacteria for setting up antimicrobial surfaces and active food packaging. *J. Mater. Environ. Sci*, 4(5), 798-821.

46. Karam, L., Jama, C., Mamede, A. S., Boukla, S., Dhulster, P., & Chihib, N. E. (2013). Nisin-activated hydrophobic and hydrophilic surfaces: assessment of peptide adsorption and antibacterial activity against some food pathogens. *Applied microbiology and biotechnology*, 97, 10321-10328.

47. Кухтин М.Д. Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник / Кухтин М.Д., Кравченко Х.Ю. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 157 с.

48. Karam, L., Jama, C., Mamede, A. S., Fahs, A., Louarn, G., Dhulster, P., & Chihib, N. E. (2013). Study of nisin adsorption on plasma-treated polymer surfaces for setting up materials with antibacterial properties. *Reactive and Functional Polymers*, 73(11), 1473-1479.

49. Scannell, A. G., Hill, C., Ross, R. P., Marx, S., Hartmeier, W., & Arendt, E. K. (2000). Development of bioactive food packaging materials using immobilised bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin®. *International journal of food microbiology*, 60(2-3), 241-249.

50. Mauriello, G. D. L. E., De Luca, E., La Stora, A., Villani, F., & Ercolini, D. (2005). Antimicrobial activity of a nisin- activated plastic film for food packaging. *Letters in applied microbiology*, 41(6), 464-469.

51. Cao-Hoang, L., Grégoire, L., Chaine, A., & Waché, Y. (2010). Importance and efficiency of in-depth antimicrobial activity for the control of listeria development with nisin-incorporated sodium caseinate films. *Food Control*, 21(9), 1227-1233.
52. Hanušová, K., Šťastná, M., Votavová, L., Klaudisová, K., Dobiáš, J., Voldřich, M., & Marek, M. (2010). Polymer films releasing nisin and/or natamycin from polyvinylidene chloride lacquer coating: Nisin and natamycin migration, efficiency in cheese packaging. *Journal of Food Engineering*, 99(4), 491-496.
53. Mauriello, G. D. L. E., De Luca, E., La Stora, A., Villani, F., & Ercolini, D. (2005). Antimicrobial activity of a nisin- activated plastic film for food packaging. *Letters in applied microbiology*, 41(6), 464-469.
54. dos Santos Pires, A. C., de Fátima Ferreira Soares, N., de Andrade, N. J., da Silva, L. H. M., Camilloto, G. P., & Bernardes, P. C. (2008). Development and evaluation of active packaging for sliced mozzarella preservation. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 21(7), 375-383.
55. Field, D., Gaudin, N., Lyons, F., O'Connor, P. M., Cotter, P. D., Hill, C., & Ross, R. P. (2015). A bioengineered nisin derivative to control biofilms of *Staphylococcus pseudintermedius*. *PLoS One*, 10(3), e0119684.
56. Rollema, H. S., Kuipers, O. P., Both, P., de Vos, W. M., & Siezen, R. J. (1995). Improvement of solubility and stability of the antimicrobial peptide nisin by protein engineering. *Applied and environmental microbiology*, 61(8), 2873-2878.
57. Hayes, K., Field, D., Hill, C., O'Halloran, F., & Cotter, L. (2019). A novel bioengineered derivative of nisin displays enhanced antimicrobial activity against clinical *Streptococcus agalactiae* isolates. *Journal of global antimicrobial resistance*, 19, 14-21.
58. Li, Q., Montalban-Lopez, M., & Kuipers, O. P. (2018). Increasing the antimicrobial activity of nisin-based lantibiotics against Gram-negative pathogens. *Applied and environmental microbiology*, 84(12), e00052-18.

59. Rouse, S., Field, D., Daly, K. M., O'Connor, P. M., Cotter, P. D., Hill, C., & Ross, R. P. (2012). Bioengineered nisin derivatives with enhanced activity in complex matrices. *Microbial Biotechnology*, 5(4), 501-508.

60. Campion, A., Morrissey, R., Field, D., Cotter, P. D., Hill, C., & Ross, R. P. (2017). Use of enhanced nisin derivatives in combination with food-grade oils or citric acid to control *Cronobacter sakazakii* and *Escherichia coli* O157:H7. *Food microbiology*, 65, 254-263.

61. ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови. К. 2006. Держспоживстандарт України, 10 с.

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

63. Бергілевич ОМ, Касянчук ВВ, Власенко ІГ, Кухтін МД. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Суми: Університетська книга. 2010. – 205 с

64. Vasylyuk, S., Shved, O., Hubrii, Z., Vichko, O., Shved, O. Biosafety and Biosafety of Health and the Environment on the Basis of Information Technologies. ITTAP'2022: 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, CEUR Workshop Proceedings 3309, pp. 109–116, November 22–24, 2022.

65. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.

66. Основи охорони праці / Під ред. К.Н. Ткачука, Н.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с

67. 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. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39196>.

ДОДАТКИ

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

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
11-12 грудня 2024 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024

2. **Х.Ю. Кравченко, Л.П. Криськова; А.Т. Лялик** **313**
 ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ МАЙОНЕЗІВ
3. **П.В. Криса; Б.М. Качарай; А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко, К.Є. Дацишин** **314**
 УДОСКОНАЛЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА
 ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ
4. **Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Ю.М. Ціко** **315**
 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
 ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ ТА СЕЛЕНОМ
5. **А. М. Коляденко** **316**
 ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВМІСТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ У
 КАТОЛІТНИХ РОЗЧИНАХ
6. **А.Б. Заставна** **317**
 ВАЖЛИВІСТЬ ОЦІНКИ ФРУКТОВИХ СОКІВ ЗА ПОКАЗНИКОМ PH І РЕДОКС-
 ПОТЕНЦІАЛОМ
7. **А.В. Оленюк** **319**
 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСТРУДЕРІВ ДЛЯ КУКУРУДЗЯНИХ ПАЛИЧОК
8. **А.В. Сороцька, Г.В. Карпик** **320**
 ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЖИТНИКА В ТЕХНОЛОГІЇ
 ЗДОБНИХ ВИРОБІВ
9. **А.М.Василишин** **321**
 ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
10. **А.О. Гриненко, Л.А. Сторож** **323**
 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРКОВОЇ ПАСТИ З ГАРБУЗОВИМ Й МОРКВЯНИМ
 НАПОВНЮВАЧЕМ
11. **Б. І. Петришин, О. І. Вічко** **324**
 ВПЛИВ КОНСЕРВАНТУ НІЗИНУ НА МІКРОФЛОРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ
 ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ
12. **Б.В.Буцій** **325**
 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ
 ПИВЗАВОДУ
13. **В. В. Мартинюк, Є. Б. Береженко, Н. І. Хомик** **326**
 ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В СЕРЕДОВИЩІ ПРИ
 СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ
14. **В. Є. Олійник; Н. М. Зварич** **327**
 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ
 ТІСТА
15. **В. С. Вербіцька, А. М. Сідоров** **328**
 ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗДОБНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ МІКРОБНИМ
 МЕТАБОЛІТОМ – ТРЕГАЛОЗОЮ
16. **В.О. Гульовський, Л.А. Сторож** **329**
 ВИКОРИСТАННЯ ЛАВАНДИ В ТЕХНОЛОГІЇ АЦИДОФІЛЬНИХ НАПОЇВ
17. **В.О. Пастушенчин ; О.І. Кравець** **330**
 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ОХОЛОДЖУЮЧИХ ТРУБОК НА
 ОДНОРІДНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ДЕФЛЕГМАТОРІ
 РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

УДК 664

Б. І. Петришин, студент, О. І. Вічко, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ КОНСЕРВАНТУ НІЗИНУ НА МІКРОФЛОРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

B. I. Petryshyn, student, O. I. Vichko, Ph.D., Associate Professor

THE INFLUENCE OF PRESERVATIVE NISIN ON THE MICROFLORA OF SOUR MILK CHEESE DURING STORAGE

У сучасних суспільствах зростаючий споживчий попит на натуральні продукти без добавок спонукав харчову промисловість до дослідження нових та альтернативних технологій консервування харчових продуктів з метою покращення якості та безпечності продуктів. Використання мікроорганізмів або їхніх природних метаболітів для пригнічення росту патогенних бактерій і бактерій, що псують харчові продукти нині вважається багатообіцяючим інструментом, а також сприймається споживачем, як консервація харчів для зменшення ризику від мікроорганізмів [1]. Консервуюча здатність молочнокислих бактерій в харчових продуктах пояснюється в основному виробництвом антимікробних речовин, включаючи органічну кислоту, перекис водню та бактеріоцини [2]. Одним із таких природних бактеріоцинів, які уже тривало використовуються у харчовій промисловості є нізин. Враховуючи його безпечність та молочне походження, оскільки його продукують деякі штамами *Lactococcus lactis subsp. lactis* [3], застосування нізину у технології консервування кисломолочного сиру є досить актуальним.

Метою даної роботи було визначити вплив природного консерванту нізину на технологічні показники й термін зберігання кисломолочного сиру.

Встановлено, що природний консервант нізин широко використовується в харчовій промисловості, як безпечний, проте на його ефективність впливають деякі фактори, такі як рН середовища (добре активний в кислому та слабо активний за нейтрального), вміст жиру. Виявлено, що нізин добре проявляв консервуючий ефект на технічно-шкідливу й грампозитивну патогенну мікрофлору за концентрації 0,005 – 0,01 %. Проте, він погано діяв на коліформні бактерії, які є санітарно-показові гігієни технологічного процесу. У дослідних зразках сиру з нізином під час його зберігання зростання мікробіоти відбувалося, в середньому в 5,5 рази повільніше, ніж у контрольному сирі без нізину. Додавання консерванту нізину у технологію кисломолочного сиру дозволяє покращити мікробіологічні показники, знизити динаміку утворення молочної кислоти та збільшити термін реалізації цього продукту.

Література:

1. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of "Tibetan kefir grains" cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252-257.
2. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*, 9(2), 1128-1133.
3. Кухтин, М. Д., & Кравченко, Х. Ю. (2023). Лабораторний практикум з мікробіології молока і молочних продуктів: навчальний посібник. *Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ТНТУ*, 157 с.