

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

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

Вплив технології виготовлення сирів на їх

жирнокислотний профіль

Виконав: студент 6 курсу, групи МЛЗм 61
спеціальності (напряму підготовки) _____

181 “Харчові технології”

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Арутюнян Д. А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Сторож Л.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Покотило О.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет **Інженерії машин, споруд і технологій**

Кафедра **Харчової біотехнології і хімії**

Освітньо-кваліфікаційний рівень **Магістр**

Напрямок підготовки **Харчові технології**

(шифр і назва)

Спеціальність **181 “Харчові технології”**

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Покотило О.С

« _____ »

_____ 2020_р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Аругюнян Давід Арамович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Вплив технології виготовлення сирів на їх жирнокислотний профіль**

Керівник проекту (роботи) **Сторож Людмила Анатоліївна, к.т.н., доц.**

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

Затверджені наказом по університету від « 01 » 09 2020 року № 4/7 – 621.

2. Термін подання студентом проекту (роботи) **грудень 2020 року**

3. Вихідні дані до проекту (роботи) **Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані**

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Провести літературний та патентний пошук щодо теоретичних аспектів технологій виготовлення сирів, їх асортименту (класифікації).

Проаналізувати літературні дані про особливості технологічних процесів і їх вплив на харчову і біологічну цінність сирів, особливо на зміни у жирнокислотному складі молочного жиру різних видів тварин в процесі виготовлення сирів.

Дослідити жирнокислотний склад сирів різного технологічного походження.

Провести порівняльний аналіз отриманих даних на предмет біологічної та харчової цінності досліджуваних сирів

таблиці, графіки, схеми, діаграми

6. Консультанти розділів проекту (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 дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	14.05.20 р. – 29.05.20 р.	
2.	Складання схеми досліджень	01.06.20 р. – 10.06.20 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	11.06.20 р. – 26.06.20 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.07.20 р. – 10.08.20 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.20 р. – 15.10.20 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	16.10.20 р. – 04.11.20 р.	
7.	Закінчення написання розділів	05.11.20 р – 30.11.20 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	07.12.20 р	

Студент

_____ (підпис)

Аругюнян Д.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Сторож Л.А.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	5
	Вступ	6
1	РОЗДІЛ 1. Огляд літератури. Технологія, різноманіття, дефекти і особливості сирів	10
1.1	Сир як функціональний харчовий продукт з біологічною активністю	10
1.2	Основні процеси виробництва сирів	11
1.3	Фальсифікація молочних продуктів, в тому числі сирів	16
1.4	Молочний жир як показник якості сирів	17
1.5	Дефекти сирів	20
1.6	Класифікація сирів	23
1.7	Технологія виробництва твердих сичужних сирів	26
1.8	Технологія виробництва м'яких сирів	32
1.9	Технологія виробництва сирів розсолів	34
1.10	Оцінка якості сирів	36
1.11	Жирні кислоти і їх харчова і біологічна цінність	39
2	РОЗДІЛ 2. Матеріали і методи досліджень	44
2.1	Схема досліджень	44
2.2	Методи визначення жирнокислотного складу	45
2.3	Дослідження жирнокислотного складу загальних ліпідів сирів	48
3	РОЗДІЛ 3. Результати дослідження та їх обговорення	49
3.1	Жирнокислотний профіль загальних ліпідів сиру «Адигейський»	50
3.2	Жирнокислотний профіль загальних ліпідів сиру	55

	«Маскарпоне»	
3.3	Жирнокислотний профіль загальних ліпідів бринзи	59
3.4	Жирнокислотний профіль загальних ліпідів сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу	61
	Висновки і пропозиції виробництву	66
4	РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	67
4.1	Охорона праці як необхідний елемент системного підходу при розробці і проектуванні технологічних процесів та технологій	67
4.2	Вимоги до планування виробничих приміщень на підприємствах із виробництва молочної продукції	70
4.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях	72
4.3.1.	Зараження харчової сировини і готової продукції небезпечними хімічними речовинами	72
4.3.2.	Зараження харчової сировини і продуктів харчування біологічними засобами	74
	Бібліографія	76
	Додатки	83

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 83 с., 16 рис., 6 табл., 39 джерел.

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД, СИР «МАСКАРПОНЕ», СИР «АДИГЕЙСЬКИЙ», БРИНЗА

Об'єкт дослідження: сири.

Метою роботи було провести порівняльне дослідження декількох сирів на предмет їх жирнокислотного складу

Методи дослідження: органолептичні, газохроматографічні, статистичні.

Проведено дослідження з визначення жирнокислотного складу сирів, які відрізнялися технологією виготовлення, а саме сиру «Маскарпоне», сиру «Адигейський», бринзи та сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу.

У результаті газохроматографічного дослідження загальних ліпідів окремих сирів встановлено, що жирнокислотний склад загальних ліпідів сирів залежить від жирнокислотного складу молочного жиру, технології виготовлення сирів, мікробіологічного процесу. Відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах серед досліджуваних сирів зменшувався в ряді: «Камембер» > «бринза» > «Адигейський» > «Маскарпоне», а ненасичених у зворотньому боці. Найбільший відносний вміст серед насичених жирних кислот у сирі «Адигейський» відмічено для пальмітинової кислоти, який становив 20,37%, у бринзі – для оцтової з показником 63%, у сирі «Маскарпоне» - для пальмітиновою із значенням 8,4% і у сирі «Камембер» - також для пальмітинової із значенням 18,4%. Найбільший вміст серед ненасичених жирних кислот у сирі «Маскарпоне» був у пальмітоолеїнової з показником 38,46%, у сирі «Адигейський» - у лінолевої кислоти - 24,77%, у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу - олеїнової кислоти -19,4%.

Вступ

Актуальність теми. Сир є важливим джерелом жиру в раціоні людини і містить велику кількість різноманітних жирних кислот [3, 12, 21, 37, 57]. В даний час сирний жир страждає від несприятливого харчового іміджу, в основному через наголошення ролі насичених і трансжирних кислот при серцево-судинних захворюваннях [16, 32]. Тим не менше, незважаючи на наявність значної кількості таких жирних кислот, немає чітких доказів, що вживання сиру може призвести до будь-якої хвороби. Крім того, сир містить і інші жирні кислоти, наприклад кон'юговану лінолеву кислоту та олеїнову кислоту, які можуть покращити стан здоров'я в довгостроковій перспективі. У магістерській роботі розглядається наявна літературна інформація про варіації складу сирного жиру та стратегії, які можна використовувати для поліпшення харчових характеристик шляхом зміщення складу жирних кислот сиру в бік більш здорового профілю. Разом з тим, необхідно відмітити, що фальсифікація сиру і сирних продуктів найчастіше відбувається на зміні жирності і зміні жирнокислотного складу жирів, що обумовлено підміною молочного жиру, інших більш, дешевим. Тому дана магістерська робота, з однієї сторони, демонструє показники жирнокислотного спектру загального жиру окремих сирів, які приготовлені за різними технологіями, а з іншого – інформую про необхідність дотримання регламентованих державними стандартами жирнокислотних профілів для різних сирів. Основні наукові і методологічні підходи у роботі, як в огляді, так і в експериментальній частині, були націлені на вивчення і визначення вмісту і співвідношення насичених та ненасичених жирних кислот та підвищення рівня кон'югованої лінолевої кислоти та омега-3 поліненасичених жирних кислот у досліджуваних сирах.

Метою роботи було дослідити особливості жирнокислотного профілю окремих твердих сирів, які відрізняються технологією виробництва.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні **завдання:**

- Здійснити літературний огляд та проаналізувати наукову літературу про технології виготовлення сирів, значення сирів для організму з позиції харчової і біологічної цінності, ліпідний і жирнокислотний профіль сирів та фактори, що на них впливають.
- Вивчити методологію підготовки проб сиру для дослідження жирнокислотного складу на газорідинному хроматографі.
- Провести оцінку і аналіз отриманих ліпідогам;
- Проведення статистичного опрацювання даних;
- Провести порівняльну оцінку жирнокислотного складу сирів, які відрізняються технологією приготування.

Об'єкт дослідження – сир «Адигейський», сир «Бринза», сир «Маскарпоне», сир з овечого молока, вироблений за типом камамберу.

Предмет дослідження – жирнокислотний склад сирів.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено особливості жирнокислотного складу загальних ліпідів окремих сирів, які мають різну технологію виробництва, а саме сиру «Адигейський», сиру «Маскарпоне», бринзи та сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу. У результаті газохроматографічного дослідження загальних ліпідів окремих сирів встановлено, що жирнокислотний склад загальних ліпідів сирів залежить від жирнокислотного складу молочного жиру, технології виготовлення сирів, мікробіологічного процесу. Відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах серед досліджуваних сирів зменшується в ряді: «Камембер» > «бринза» >

«Адигейський» > «Маскарпоне». Показано, що у досліджуваних сирах відносний вміст моно- і поліненасичених жирних кислот у загальних ліпідах зменшувався в ряді: «Маскарпоне» > «Адигейський» > «бринза» > «Камембер». Встановлено, що найбільший відносний вміст серед насичених жирних кислот у загальних ліпідах у сирі «Адигейський» відмічено для пальмітинової кислоти, який становив 20,37%, у бринзі – для оцтової з показником 63%, у сирі «Маскарпоне» - для пальмітиноюю із значенням 8,4% і у сирі «Камембер» - також для пальмітинової із значенням 18,4%. Найбільший вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» виявлено у пальмітоолеїнової з показником 38,46%, найбільший відносний вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» зафіксовано у лінолевої кислоти із показником 24,77%, у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу найбільший відносний вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах виявлено для олеїнової кислоти із показником 19,4%.

Практичне значення. На основі проведеного газохроматографічного аналізу жирнокислотного складу загальних ліпідів сирів, які мають різну технологію виробництва, а саме сиру «Адигейський», сиру «Маскарпоне», бринзи та сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу рекомендовано використовувати отримані результати для ідентифікації сирів при їх фальсифікації.

Особистий внесок. Полягає у здійсненні літературного та патентного огляду з обраної теми, підготовці проб сиру для аналізу на газорідинному хроматографі, статистичній обробці даних, а також формуванні висновків та підготовці матеріалів до публікації та написанні самої магістерської роботи.

Апробація результатів. Виступ на науково-технічній конференції.

Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у тезах (Додаток А):

Арутюнян Д.А., Сторож Л.А., Покотило О.С. Жирнокислотний склад сирів залежно від технології виробництва // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій / 25-26 листопада 2020 – Тернопіль 2020. – С. 139.

Методи досліджень: біохімічні, органолептичні, статистичні.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, основної частини, висновків та пропозицій виробництву, переліку посилань та додатків. Основний зміст роботи викладено на 87 сторінках і містить 12 таблиць, 4 рисунки. Перелік посилань містить 59 найменувань.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ
ТЕХНОЛОГІЯ, РІЗНОМАНІТТЯ, ДЕФЕКТИ І ОСОБЛИВОСТІ
СИРІВ

1.1. Сир як функціональний харчовий продукт з біологічною активністю

Сир відомий людині здавна і є продуктом із високою енергетичною і біологічною цінністю, що містить незамінні амінокислоти і більш прості з'єднання білкового і небілкового азоту, які легше і швидше засвоюються, ніж білки молока [4, 13, 26, 28]. Крім того, сир містить комплекс жиру, масова частка якого сильно коливається від 5-10% до 60% в сухій речовині, вітаміни, а також багато мікроелементів [27]. Смак сиру в значній мірі залежить від вмісту жиру і його стану. При сильному гідролізі жиру сири набувають гострого смаку [41, 57]. Смак формує також мікрофлора і процес, що відбувається при дозріванні сиру [12].

Незважаючи на те, що молоко містить вуглевод - лактозу, в зрілих сирах міститься вкрай незначна кількість лактози, так як вона утилізується з сироваткою до 80% і частково трансформується в молочну кислоту або лактати [19]. Тому люди, які страждають шлунково-кишковими захворюваннями від нестачі ферменту лактази, можуть вживати сири.

Всього 100 грамів сиру повністю задовольняють добову потребу людини в Ca і P, однак необхідно зважати на великий вміст солі NaCl. В жирний сир переходить до 80% вітаміну А, а вміст вітаміну В залежить

від мікрофлори, так як деякі культури здатні синтезувати додатково вітаміни групи В [25].

Сир - це самий різноманітний продукт з усього спектру молочних продуктів, так як він ідеально підходить для приготування бутербродів, соусів, гарячих і холодних страв.

Хімічний склад сиру включає повноцінні білки (близько 25%), які легко засвоюються організмом, молочний жир (близько 30%), мінеральні речовини (солі кальцію, натрію, фосфору та ін.), Жиро-і водорозчинні вітаміни (А, D, Е, В1, В2, РР). Сири мають високу калорійність і фізіологічної повноцінністю. Поживна цінність, легка засвоюваність і приємний смак дозволяють вживати сир не тільки як прекрасну їжу для здорових і хворих людей, а й як закуску, збудливу апетит перед їжею [6, 23].

Сир отримують з коров'ячого, козячого, овечого і буйволиного молока шляхом згортання і обробки. В процесі виробництва він збереже всі основні поживні речовини молока, за винятком вуглеводів. При сироварінні з молока видаляється значна частина води, в результаті чого виходить концентрований харчовий продукт [11, 24, 58].

Однак для багатьох інших сирів практично незмінними збереглися освячені віками методи їх виробництва. Такі сири зберігають свій традиційний регіональний характер, забезпечуючи тим самим нескінченну різноманітність сирів в світі.

1.2. Основні процеси виробництва сирів

Дозрівання молока пов'язано з розвитком молочнокислого бродіння. Використовуються два способи дозрівання молока: свіже молоко збирають у танки і витримують 10-15 год при температурі 8-10°C,

після чого переробляють на сир; дозрівання пастеризованого молока з внесенням бактерійних заквасок [33, 55].

Дозрівання молока забезпечує продовження молочнокислого бродіння в процесі обробки згустку і на першій стадії дозрівання. В 1 мл молока, підготовленого для виробництва сиру, перед згортанням має бути приблизно від 3 до 15 млн молочнокислих бактерій. Нормалізацію молока проводять за вмістом жиру для того, щоб отримати сир необхідної жирності. Усі сири, крім Швейцарського, виробляють з пастеризованого молока. Для збереження технологічних властивостей, придбаних ним при дозріванні, пастеризація проводиться при температурі не вище 71-72 °С протягом 20 с. При цьому режимі гинуть не всі мікроорганізми. Отже, для вироблення сирів необхідно використовувати молоко з мінімальним вмістом сторонньої мікрофлори [30, 36, 54].

При обсіменінні сирого молока газоутворюючими бактеріями (група кишкової палички) хороші результати виходять при внесенні до нього калійної селітри - KNO. Застосування її запобігає спучування сирів. Перед закваскою на 100 л молока додають до 30 г селітри в вигляді розчину. Для підвищення згортання молока в присутності сичужного ферменту вносять розчин хлористого кальцію [49, 59].

Підфарбовування молока зазвичай проводять у зимовий період, щоб надати сирному тісту характерне жовте забарвлення. Застосовують водорозчинну фарбу «аннато». Згортання молока проводять у сирних ваннах різної ємності, обладнаних мішалками. Ванни використовують двостінні, щоб при необхідності можна було застосовувати нагрівання гарячою водою. Сутність згортання молока сичужовим ферментом полягає в тому, що спочатку фермент перетворює основний білок молока - казеїн - в параказеїн, а потім каталізує утворення згустку з параказеїна [25, 49].

Обробка згустку проводиться з метою видалення сироватки і зменшення обсягу згустку. Спочатку згусток дроблять механічними

ножами для отримання сирного зерна. Розмір його від 3 до 6 мм в залежності від виду сиру. Чим менше вологи має бути в сирі, тим дрібніше за розміром отримується зерно. Виділення вологи з сирного зерна відбувається за рахунок синерезису, тобто мимовільного стиснення зерна і виштовхування вологи. Сирне зерно ретельно вимішують, відводять із ванни сироватку і проводять друге нагрівання сирного зерна [29, 57].

Друге нагрівання сприяє обсушці сирного зерна, так як проводять його практично при припиненні відділення сироватки із згустку. Вплив більш високих температур призводить до зайвого зневоднення, пересушування сирного зерна, отриманого продукту з грубою консистенцією і невираженим слабким ароматом. У процесі такої обробки сирне зерно набуває пружність і клейкість, стає готовим до формування сиру [8, 49].

Формування сиру здійснюється при наданні йому певної форми і видаленні зайвої сироватки. Його здійснюють двома способами: із пласти і наливом сирного зерна у форми.

При формуванні першим способом осіле сире зерно завдяки своїй клейкості утворює пласт. Його злегка подпресовують для надання більшої зв'язності і ріжуть на шматки, які поміщають в металеві форми. На поверхню сирної маси розкладають казеїнові або пластмасові цифри, що означають число і місяць виготовлення сиру, обгортають головки серветками і в формах направляють на пресування [40].

Пресування сирів проводять за допомогою гідравлічних, пневматичних або механічних пресів з постійно збільшуваним навантаженням. Сироватка, що виділяється при пресуванні, стікає по кінцях серветок, які випускають з металевих форм. Відпресований сир має вигляд суцільного моноліту заданої форми і добре обсушену поверхню. Посол сиру можна робити в зерні або в розсолі. У зерні солять сири з невисоким вмістом солі, наприклад Російський (1,3--1.8%). Сіль

вносять в сирне зерно після видалення основної маси сироватки, потім формують сир наливом. Це операція здійснюється в потоці.

Для твердих сирів з високим вмістом солі (до 3,5%) більше прийнятний посол в розсолі. Сири розміщують на етажерках в контейнерах і опускають в басейни з циркулюючим розсолом. Концентрація кухонної солі в розсолі становить 18-19%. Тривалість засолу залежить від розміру головок сиру. В товщу сиру сіль дифундує повільно, що важливо для розвитку всередині головок сиру молочнокислого бродіння. При засолі в зерні ця умова не виконується [36, 49].

Під дією солі поверхневий шар сирної маси ущільнюється, на голівках утворюється щільна кірочка. Після засолу сири переводять в приміщення для дозрівання.

Дозрівання сиру - це сукупність складних біохімічних процесів, в результаті яких сир набуває специфічних властивостей зрілого продукту. Дозрівання сирів проходить в підвалах або інших приміщеннях зі спеціально створеним режимом температурної вологості. І температура, і відносна вологість повітря повинні сприяти протіканню ферментативних процесів і перешкоджати надмірному висушуванню сиру. Відносна вологість повітря в перший місяць дозрівання твердих сичужних сирів повинна складати 85-90%, температура 13-15°C. За таких умов активно продовжується молочнокисле бродіння, наростаюча активна кислотність сирної маси сприяє пригніченню сторонньої мікрофлори і попереджає раннє здування сирів. Потім сири переводять в приміщення з температурою 10-12 °C і відносною вологістю 80-85%, для доброджування і витримують до повного дозрівання. Тривалість дозрівання коливається від 2 до 6 міс, для швидкодозріваючих сирів - 1 міс. Вона залежить від вологості сирної маси, активності сичужного ферменту і закваски молочнокислих бактерій. Протягом всього процесу отримання сиру, починаючи з моменту внесення в молоко закваски

молочнокислих бактерій, молочний цукор перетворюється в молочну кислоту). Зменшують вихід молочної кислоти ароматоутворюючі бактерії, якщо вони входять до складу закваски. Ароматоутворюючі бактерії з частини молочного цукру утворюють ефіри, спирти, деякі карбонільні сполуки, вуглекислоту, які беруть участь в утворенні малюнку сиру. Через 14-15 днів з початку дозрівання молочний цукор в сирі вже не виявляється. Оскільки він є основним субстратом харчування бактерій, процес його розщеплення тягне загибель клітин бактерій. Накопичувана молочна кислота від параказеїну відщеплює кальцій, що може позначитися на консистенції сиру і обумовити її грубість. Молочна кислота частково перетворюється в пропіонову, оцтову та інші сполуки [20, 22, 25, 49].

Гідроліз параказеїну відбувається при рН 6--6,5. У ньому бере участь не тільки сичужний фермент, але і внутрішньоклітинні ферменти загиблих молочнокислих бактерій. Параказеїн під їх впливом послідовно розпадається на більш прості сполуки: параказеїн > альбумоз > пептони > поліпептиди > пептиди > дипептиди > амінокислоти [42, 51].

Глибина розпаду білків, перетворення їх в розчинні сполуки (пептони, поліпептиди та ін.) залежить від умов, в яких проходить дозрівання сиру. Повноцінні сири виходять, якщо утворюються кінцеві продукти розпаду білка - низькомолекулярні пептиди і амінокислоти. Полнозрілі сири за цей рахунок набувають високих органолептичних властивостей, особливо смаку і аромату. За час дозрівання Голландського сиру в ньому розпадається до 10% казеїну, а кількість водорозчинних білків збільшується в 5 разів [50].

Для запобігання сирів від висихання, утворення цвілі і інших дефектів, пошкодження шкідниками їхню поверхню покривають парафіном марки А. Оскільки парафін кришиться, тріскається, для більшої міцності і еластичності в нього вводять поліетилен. Плівки економлять до 7% сирної маси. Для запобігання сирів від пліснявіння

плівки з внутрішньої поверхні можуть обробляти сорбіновою кислотою. Як інгібітор розвитку цвілі сорбінова кислота вже тривалий час застосовується в харчовій промисловості. Перед обробкою поверхні на тверді сичужні сири ставлять маркування у вигляді штампа певної форми [8, 49].

1.3. Фальсифікація молочних продуктів, в тому числі сирів

В останні роки на споживчому ринку питома вага фальсифікованих продуктів харчування різко зрісла. За даними контрольних органів, в країні щорічно через невідповідність асортиментної приналежності або якості бракується до 50-60% всієї підданої контролю харчової продукції. Вся вона відноситься до фальсифікованої. Під фальсифікацією прийнято розуміти обман покупців шляхом зміни однієї або декількох характеристик товару для отримання незаконного прибутку. Залежно від основних характеристик товару розрізняють фальсифікацію: асортиментну, за якістю кількості, вартісну і інформаційну. Найбільш поширені перші два види фальсифікації. Будь-який вид фальсифікації обов'язково супроводжується вартісної та інформаційної фальсифікацією [53].

Молочні продукти відносяться до числа найбільш часто фальсифікації товарів, поступаючись в цьому відношенні сумнівні лаври «першості» лише алкогольних напоїв. За частотою фальсифікації перше місце займає вершкове масло, друге місце - молоко, вершки, третє - сметана і сир. Четверте – сири [37].

Асортиментна фальсифікація сирів пов'язана одночасно з якісною. Через низьку якість сировини, порушення технології виробництва вітчизняні сири іноді не мають виражених ідентифікаційних ознак, властивих саме цього типу або найменуванням. Відповідно до вимог

гігієни харчування в останні роки в розвинених країнах велика увага приділяється проблемі зниження вмісту жиру в сирі. Просте зниження вмісту жиру викликає погіршення органолептичних показників, а, отже, і зниження конкурентоспроможності сирів на харчовому ринку [55]. Шляхи вирішення цієї проблеми - модифікація технології (збільшення вологості сирів, використання заміників або імітаторів жиру, зміна складу заквасок). Частина жиру молока може бути замінена рослинними жирами, що знижує вміст холестерину в сирі. Тому дослідження жирнокислотного складу сирів є одним із визначальних моментів їх фальсифікації.

Аналіз метилових ефірів жирних кислот (після переетерифікації проби), що входять до складу триацилгліцеринів (ТАГ) молочного жиру, досить складний через багатокomпонентність - за літературними даними в жирі визначають майже 400 (!) радикалів різних кислот [56]. При цьому число можливих видів ТАГ, містять кислоти з часткою вище 1 моль% знаходиться на рівні понад 1300. Але, з іншого боку, у зв'язку з наявністю фенотипічних закономірностей розподіл залишків жирних кислот за видами ТАГ далекий від статистичного, тому реально на хроматограмі молочного жиру виявляється близько 50 піків [34]. Огляд по можливостям аналітичних методів у визначенні видового складу ТАГ молочного жиру представлений в роботах [7, 17, 26, 56], при цьому для ефективного контролю використовують або градієнтні режими, або серію послідовно з'єднаних колонок з високочутливим детектуванням по світлорозсіюванню.

1.4. Молочний жир як показник якості сирів.

Жир молока є джерелом компонентів, які частково відповідальні за смак і запах, а також за консистенцію зрілого сиру. Ці властивості

будуть залежати не тільки від різновиду сиру, але і від складу і фізичних характеристик самого жиру. Сир, вироблений без жиру, зазвичай висихає і набуває тверду консистенцію, а коли він молодий, то має м'який смак і не розкриває типовий «сирний» смак. Тим часом, навіть 1% жиру в молоці надає сиру основний смак, якого не буває при відсутності жиру [37, 58].

Встановлено, що знежирене (сепароване) вручну молоко містить від 1 до 1,75% жиру, деякі види сирів виробляються з такого типу молока. Механічно сепароване молоко (0,1-0,2% жиру) використовується для отримання сирної маси, яка зазвичай не має сильного кисломолочного смаку (наприклад, сир), або набуває смак інгредієнтів, (наприклад, сир з травами або з вершками) [21, 23, 35].

Жир в молоці присутній у вигляді водної суспензії маленьких жирових кульок, діаметр яких залежить від породи тварини і для коров'ячого молока становить від 0,1 до 22 мкм в діаметрі. Здатність жиру вбудовуватися в згусток пов'язано не тільки з кількістю жиру, а й з його складом, а також зі складом навколишнього жирові кульки оболонки. Наприклад, склад жиру впливає на його температуру плавлення, що може викликати відділення рідкого жиру при обробці згустку. Молочний жир являє собою складний ефір гліцерину і трьох жирних кислот, тобто є тригліцеридами, що утворюють кілька кристалічних форм. Теоретично жирні кислоти можуть утворювати величезну кількість тригліцеридів (близько 200 000), тому молочний жир плавиться при температурі 28-33 °С і твердне (застигає) при 19-24 °С [26, 48, 56].

Основну масу сирів виробляють на основі згортання молока сичуговим ферментом. Споживчі властивості сирів залежать від якості використовуваного молока, технологічного процесу, дотримання його параметрів, захисної обробки поверхні сиру, дотримання санітарних норм та інших факторів [2, 5, 9, 10, 28, 31, 38, 57].

Молоко є основною сировиною у виробництві сирів. Придатність молока для сироваріння визначають за органолептичними та фізико-хімічними показниками, за складом мікрофлори. Молоко визнається сиропридатним, якщо воно має:

- хороший смак, запах, колір, консистенцію;
- нормальний вміст і властивості складових частин, зокрема білке, жиру і солей;
- корисну для вироблення сиру мікрофлору;
- хороше згортання. З молока, що містить 1 кг казеїну, утворюється до 2,5 кг сиру, в той час як з молока, що містить 1 кг жиру - лише 1,1 кг сиру. Відомо, що жирність сиру залежить від співвідношення між вмістом жиру і казеїну в молоці. Визначення цього співвідношення в молоці є обов'язковим при переробці молока на сир. Особливо важливі показники сиропридатності молока - згортання його під дією сичужного ферменту і складу мікрофлори. Роль сичужного ферменту у виробництві сирів наступна: він повинен викликати згортання білків молока; при дозріванні він викликає ферментативне розщеплення білків сиру - протеази, гідролаза.

Молочний жир займає особливе економічне положення і служить основою при оплаті за молоко, так як він схильний до різких коливань, потім йдуть білки, меншою мірою змінюється лактоза. Ці коливання жиру залежать від породи худоби, стадії лактації, віку, стану здоров'я тварини, раціону годівлі, умов доїння і змісту, м'язового навантаження тварин [1, 17, 22, 23, 38, 41, 52].

Відомо, молочний жир в чистому вигляді являє собою складний ефір трехатомного спирту гліцерину, насичених і ненасичених жирних кислот. Молочний жир знаходиться в молоці у вигляді жирових кульок розміром від 0,5 до 10 мкм, які оточені білково-лецитиновою оболонкою.

Молочний жир містить недостатню кількість високомолекулярних жирних кислот, з яких переважають олеїнова і пальмітинова кислоти. На відміну від інших жирів він містить підвищену (близько 8%) кількість низькомолекулярних (летючих) жирних кислот (масляної, капронової, каприлової, капринової). При вживанні 0,5 л молока покривається близько 20% добової потреби людини в цих кислотах. Молоко також багате фосфоліпідами, основним представником яких є лецитин, що входить до складу білково-лецитинового комплексу оболонки жирових кульок молока. Присутність в молочному жирі значних кількостей фосфоліпідів і вітамінів (E, A, D) підвищує його біологічну цінність. Лецитин входить до складу клітинних мембран, в першу чергу нервової тканини, і тому в медицині вважається досить ефективним загальнозміцнюючим засобом. Відомо, що холін лецитину бере участь в обміні речовин, позитивно впливає при атеросклерозі і захворюваннях печінки [15, 27, 43, 47, 52].

1.5. Дефекти сирів.

Основні дефекти сирів можуть бути обумовлені неякісною сировиною, відхиленням від технологічного режиму виробництва (особливо порушенням умов дозрівання і догляду за сирами при дозріванні), а також неправильними умовами зберігання і транспортування [37].

Дефекти форми - деформація, неправильний осад головок, вм'ятини на сирі. Виникають при поганому догляді за сирами в період їх дозрівання, а також при зберіганні на нерівних полицях [57].

Віспоподібна цвіль - з'являється на поверхні сиру у вигляді дрібних (з шпильковою головку) круглих плям білого кольору. Надалі міцелій цвілі розширюється по колу, проникаючи в глиб кірки. На ній утворюються

великі плями діаметром 5-10 мм. Під колоніями плісняви з'являються поглиблення з продуктами розкладання білка. Поверхня сиру стає як би уражена віспою. При сильному розвитку цвілі кірка може бути повністю зруйнована [29].

Підкіркова цвіль утворюється внаслідок порушення цілісності кірки (тріщин); цвіль зростає всередині сиру, в шарі, що лежить ближче до поверхні. Сир при цьому має сірувато-блідий колір і шорстку поверхню. Причини дефекту - забруднене молоко підвищеної кислотності і антисанітарний стан інвентарю.

Ураження сиру аккаром або сирним кліщем, виражається у появі порошкоподібного сірого нальоту на поверхні головок сиру. З плином часу кірка під цим нальотом втрачає свою глянцеovitість і стає як би поїденою. Сирний кліщ добре видно через лупу, він живе на поверхні сирів, але іноді через тріщини кірки проникає в сирне тісто. Аккара уражає головним чином зрілий сир, особливо з дефектами кірки, яку кліщ руйнує і, виїдаючи сирну масу, робить в сирі численні поглиблення.

Кислий смак сиру обумовлений наявністю в сирах молочної кислоти. У процесі дозрівання сиру молочна кислота розкладається і служить джерелом утворення жирних летючих кислот, ефірів та інших речовин, тому кислий смак обумовлений недостатньою витримкою сиру.

Гіркий смак може з'явитися в сирі при використанні молока з гірким кормовим смаком (полину, листя вільхи та ін.), Вживанні при посолке сиру кухонної солі з підвищеним вмістом магнію, що володіє гірким смаком, зараженні молока пептонізуючими бактеріями. Такий дефект також властивий молодому незрілий сиру, первинні продукти розпаду білка (альбумоз, пептони) надають йому гіркий смак [25].

Салистий смак виникає внаслідок осалювання жиру при впливі на нього повітря і світла (особливо у м'яких сирів), а також через надмірне

обсмінення молока маслянокислого бактеріями при недотриманні санітарних умов отримання молока.

Сирний смак - в результаті накопичення в сирі молочної кислоти смак і консистенція сиру нагадують звичайний кислий сир. Причиною є використання перезрілого молока, тривала обробка зерна до другого нагрівання і низькі температури дозрівання, внаслідок чого накопичується молочна кислота в зайвих кількостях.

Недосол і пересолювання виникають при недостатньому або надмірному посолі сиру. Недосол сприяє процесам бродіння, розвитку газоутворюючих форм мікроорганізмів в сирі і призводить до утворення губчастого малюнку. Пересіл обумовлює утворення дрібного малюнка внаслідок затримки розвитку газоутворюючих бактерій [36].

Аміачні смак і запах з'являються в результаті накопичення аміаку, який утворюється при розкладанні білків лугоутворюючими бактеріями. Аміак заглушає запах, властивий тому чи іншому виду сиру. Для м'яких сирів слабкий аміачний запах не вважається дефектом. У м'яких сирів такий запах з'являється при нормальному процесі дозрівання, але він не повинен бути різко вираженим. Тверді сири не повинні мати цього запаху, однак при деяких умовах на поверхні твердих сирів виникає слиз, яка утворює так багато аміаку, що він заглушає запах інших летких речовин [37].

Блідий колір тесту буває при нестачі пігментів в молоці, особливо в зимовий час, а також від пересолу сиру і високій кислотності молока, що викликають дегідратацію білків, їх пересушування і втрату прозорості.

Червоний колір з'являється через підвищених доз селітри (азотно-кислого натрію або калію), особливо в сирах з високою температурою другого підігріву.

Нерівномірне забарвлення (смугастість, мармуровість) обумовлена нерівномірним розподілом солі і молочної кислоти, а також порушеннями умов підфарбовування молока.

Сітчастий малюнок виникає в результаті розвитку в сири бактерій групи кишкової палички. Вони виділяють багато діоксиду вуглецю і водню, рівномірно розподіляються в сири і утворюють дрібні отвори.

Губчастий малюнок бродіння - характеризується наявністю великих, близько розташованих один до іншого очок, зустрічається головним чином у великих сирах. Виникає при посиленому газоутворенні внаслідок розвитку газоутворюючої мікрофлори і захопленні повітря при формуванні сиру. Утворенню цього дефекту сприяють підвищення температури при дозріванні сиру і бактеріальна забрудненість молока.

1.6. Класифікація сирів

Сучасна класифікація вітчизняних, натуральних сирів і їх зарубіжних аналогів ділить їх відповідно до класу, підкласу і групи [36, 37, 57].

Основний клас - тверді сичужні сири, вологи <48%.

підкласи:

- терткові (пармезан);
- з високою температурою другого нагрівання > 50°C (швейцарський, Емменталь);
- з середньою температурою другого нагрівання - 46-50°C (гірський, український, карпатський);

- з низькою температурою другого нагрівання - 36-42°C (голландський, Едум);

- з високим рівнем молочнокислого бродіння (рН після пресування 4,8-5,3). Групи: а) з чеддерізацією сирної маси (чеддер); б) без чеддерізації сирної маси (російський).

Напівтверді сири. Дозрівають за участю мікрофлори поверхневої слизу і мезофільних мікробактерій. Смак гострий аміачний (пікантний, латвійський, Тильзит).

М'які сири. Свіжі кисломолочні (підклас). Вологи - 57-82%, згортання - кислотне, сичужний-кислотне, що не дозрівають (Маоле, чайний). Групи - з мезофільною мікрофлорою, біфідобактеріями, ацидофільної паличкою.

Грибні (підклас). Дозрівають за участю цвілевих грибів. Смак гострий, грибний. Групи: а) цвіль на поверхні, дозрівають 7-14 діб (російський камамбер, брі, білий десертний); б) цвіль по всій масі сиру - рокфор, горгонзола.

Слизневе сири (підклас). Виробляють з мікрофлори поверхневої слизу і / або цвілевих грибків. Смак гострий, аміачний (Дорогобужський, брі).

Сироваткові (підклас). Згортання термокислотні (адигейський, рикотта).

Вершкові (підклас). Концентрування молока відцентровими або ультрафільтраційними методами (солодкий, фруктовий, ягідний, крим).

Ропні сири. Вміст солі від 3 до 8%.

Без чеддерізацією і плавлення (підклас). Консистенція однорідна, злегка ламка (бринза, імеретинський, фета, чанах).

З чеддерізацією і плавленням (підклас). Консистенція волокниста, пружна (сулугуні, Чечіль, качкавал).

Сири з овечого молока (тверді, з цвіллю, ропні).

Сири з козячого молока (свіжі, сироваткові, ропні).

Сири з буйволиного і суміші буйволиного молока з коров'ячим (ропні, свіжі).

Перший клас складають тверді сичужні сири з вмістом води менше 48%. Вони підрозділяються на п'ять підкласів:

- терткові (пармезан, костромський, голландський брусковий і круглий, пошехонський, естонський, степовий, латвійський і ропні сири, російський, чеддер, арман, швейцарський, алтайський, український, гірський).

- сири з високою температурою другого нагрівання (вище 50°C);

- сири з середньою температурою другого нагрівання (від 46 до 50°C);

- сири з низькою температурою другого нагрівання (від 36 до 42°C);

- сири з високим рівнем молочнокислого бродіння. Цей підклас ділиться на дві групи:

- сири з чеддерізацією сирної маси, без малюнка;

- сири без чеддерізацією сирної маси, що мають малюнок неправильної, незграбної форми.

Другий клас складають напівтверді сири, що дозрівають за участю мікрофлори поверхневої слизу і мезофільних молочнокислих бактерій, з вмістом води в сирі від 44 до 46%. Сири формуються наливом, виробляються через самопресування сирної маси, мають гострий аміачний

смак і незграбний неправильний малюнок (пікантний, рокфор, буковинський, копрінській, весняний, п'ятигорський) [36].

У третій клас віднесені м'які, в основному самопресуючі сири з вмістом вологи від 46 до 82% (російський камамбер, десертний білий, шкільний). Вони поділяються на такі підкласи:

- свіжі кисломолочні сири, що виробляються шляхом кислотного або сичужний-кислотного згортання молока з використанням молочнокислої мікрофлори без дозрівання; в цей підклас входить група дієтичних сирів, що виробляються з молочнокислими бактеріями, біфідобактеріями або з ацидофільної паличкою;

- блакитні сири, що виробляються за участю цвілевих грибів; вони діляться на дві групи: з цвіллю на поверхні і з цвіллю по всій масі сиру (блакитні - дорблю, рокфор);

- Слизневе сири, що виробляються з мікрофлорою поверхневої слизу і цвілевих грибів;

- сироваткові сири, що виробляються шляхом термокислотні згортання сировини (рикотта);

- вершкові сири, що виробляються шляхом сичужний-кислотного згортання молока з його концентрацією відцентровим або ультрафільтраційним методами.

Четвертий клас представлений розсолів сирами з вмістом солі від 3 до 8% і вологи від 50 до 55% (бринза, сулугуні, Чечіль). Вони діляться на два підкласу:

- сири, виготовлені без чедерізацією і плавлення сирної маси, що мають однорідну, злегка ламка консистенцію;

- сири, що виробляються з чедерізацією і плавленням сирної маси, що мають волокнисту пружну консистенцію.

У п'ятий клас включені сири тверді, з цвіллю і ропні, що виробляються з овечого молока.

У шостий клас увійшли свіжі, сироваткові і ропні сири з козячого молока.

1.7. Технологія виробництва твердих сичужних сирів

Технологічний процес приготування сирів складається з наступних операцій [36, 37, 57]:

1. Прийом і оцінка якості молока. Молоко оцінюється відповідно до вимог ГОСТ. Додатково проводять бродильну, сичужно-бродильну пробу, пробу на маслянокислі бактерії, встановлюють сичужний згортання молока з метою визначення його сиропридатності.

2. Резервування і дозрівання молока. Свіжозібране молоко відразу не переробляється на сир, так як воно погано згортається сичужним ферментом. Тому його витримують при 8-12°C протягом 10-14 годин, в цей час проходить дозрівання молока. При цьому укрупнюються міцели казеїну, на 1-2 °Т зростає кислотність в результаті розвитку мікрофлори.

3. Нормалізація молока по жиру. Сири виробляються з певним вмістом жиру в сухій речовині.

$$\text{ЖСМ} = \text{Б} \times \text{К} \times \text{Ж} / 100, \text{ де}$$

ЖСМ -% жиру в суміші; Б -% білку в молоці; Ж -% жиру в сухій речовині сиру за стандартом; К - коефіцієнт, що визначає ступінь використання жиру і казеїну (2,09-2,15 при 50% -му вмісті жиру в сирі; 2,02 - при 45% -му; 1,09 - при 40% -му).

4. Пастеризація і охолодження молока. Молоко пастеризують при температурі 71-75 °С з витримкою 20-25 сек або 63-65 °С з витримкою 20-30 хв. Після пастеризації молоко відразу ж охолоджують до температури згортання (32-36 °С).

5. Підготовка молока до згортання і згортання молока. У підготовлену молочну суміш вносять:

- бактеріальну закваску;
- хлористий кальцій (10-40 г на 100 кг молока);
- сичужний фермент.

Необхідна кількість молокозвертального ферменту розчиняють за 25 ± 5 хв до використання в пастеризованій воді з розрахунку (за інструкцією).

Внесення в молоко хлориду кальцію (CaCl_2). При пастеризації молока частина солей кальцію переходить з розчинної в нерозчинний стан, що призводить до погіршення сичужової згортання молока і отримання більш в'ялого, нетривкого згустку.

Для усунення цього недоліку в молоко додають розчин хлористого кальцію з розрахунку 10-40 г безводної солі на 100 кг переробляється молока, що збільшує кількість іонізованого кальцію, а отже, здатність молока до сичужного згортання і скорочення його тривалості. Надлишок іонів кальцію, також як і недолік, знижує здатність частинок параказеїна до агрегування і, отже, уповільнює згортання.

Крім того, хлорид кальцію зміцнює згусток і сприяє зниженню втрат казеїну і жиру з сироваткою в середньому на 20%. Для приготування розчину хлориду кальцію використовують воду з температурою 85 ± 5 °С з розрахунку 1,5 л на 1 кг солі, що відповідає масовій частці 40%.

Вносити в молоко хлористий кальцій у вигляді сухої солі або свіжоприготованого не відстояв розчину суворо забороняється. Використання нітратів калію або натрію, а також лізоциму, спеціальних заквасок направлено на придушення газообразуючої мікрофлори, суперечка маслянокисле бактерій в сирі, наявність яких виражається в порочі - пізньому спученні сиру.

6. Обробка згустку і друге нагрівання. Обробка згустку полягає в розрізуванні його лірами або ножами по вертикалі і горизонталі,

подрібненні кубиків і постановці сирного зерна. Мета обробки - викликати виділення сироватки. Другий раз сирну масу нагрівають до температури 39-41 ° С (на 6-8 ° С вище, ніж температура згортання).

7. Вимішування зерна після другого нагрівання. Вимішування називають обсушкою зерна, так як відбувається виділення сироватки з глибини сирного зерна. Одночасно створюються більш сприятливі умови для розвитку молочнокислої мікрофлори, зерно набуває міцність і пружність.

8. Отримання пласта. Дана операція має на меті поєднати сирне зерно в суцільний моноліт. Готове зерно залишають у спокої на 10-15 хвилин, видаляють частину сироватки і зерно зсувається до торцевій стінці сироробний ванни. Для кращого пластування на сирну масу кладуть дошку з вантажем з розрахунку 1 кг на 1 кг сирної маси на 20-25 хвилин.

9. Формування сиру. Щоб надати сиру відповідну форму, сирний пласт розрізають на шматки і закладають в підготовлені форми, які періодично (через 5-10 хв) перевертають і поливають теплою (35-40 °С) сироваткою. При виробництві латвійського сиру сирне зерно без пластування переноситься в форму.

10. Пресування сиру. Через 30-40 хв головки сиру виймають з форми, загортають в бязеві серветки, закладають в форму і ставлять під прес. Загальна тривалість пресування - 2-3 години при тиску 30-40 кг на 1 кг сирної маси і температури приміщення 15-18 °С.

11. Соління сиру. Просолювання головок сиру проводиться в басейнах з розсолем (20%-ний розчин кухонної солі). Бринзу закладають в бочки і заливають розсолем. Тривалість посолки твердих сирів - 2-3 доби при температурі 8-12 °С і відносній вологості повітря 90-95% [41].

12. Дозрівання сиру. Обсушені і в солільній відділенні сири перекладають на чисті сухі дерев'яні лотки і переносять в камеру для дозрівання. У перші 15-20 днів сири знаходяться при температурі 10-12 °С і відносній вологості повітря 85-90%. Протягом наступних 20-30 днів у

камері підтримується температура 14-16 °С і відносна вологість 80-85%. Так як на поверхні сиру утворюється (особливо в перший період) цвіль, то через кожні 10-12 днів для її видалення сири миють, сушать на лотках і знову ставлять на дозрівання. Тривалість дозрівання різна (не менше 2 місяців для латвійського, 2,5 місяці для голландського, 4 місяці для радянського, 6 місяців для швейцарського) [26].

Сутність процесу дозрівання сиру. При дозріванні сиру в ньому відбуваються складні мікробіологічні і біохімічні процеси, йде накопичення речовин, які формують певний смак, запах, консистенцію сиру. Під впливом ферментів (сичужного та виділяються мікроорганізмами закваски) найбільшим змінам піддаються молочний цукор і білки [36, 41].

Молочний цукор зброджується до молочної кислоти, яка, реагуючи з продуктами розпаду білків, піддається хімічним перетворенням з утворенням пропіонової, оцтової та інших кислот.

Розщеплення білків починається з моменту внесення сичужного ферменту. Ступінь зрілості сиру визначається кількістю вільних амінокислот. У сири, крім амінокислот, знаходяться леткі і нелеткі жирні кислоти [21]. Вважається, що молочний жир в сири не береться змін. Утворення малюнку сиру - результат утворення газів в результаті молочнокислого бродіння і декарбокислювання амінокислот, і він характерний для кожного виду сиру [41].

13. Упаковка сиру. Дозрілі сири ретельно миють, споліскують в вапняному розчині, висушують, ставлять заводський штамп і упаковують або парафінують з метою запобігання від усушки в період тривалого зберігання.

14. Зберігання сирів і їх транспортування. Зберігають сири при температурі від мінус 4 до 0 °С і відносній вологості повітря від 85 до 90% або при температурі від 0 до 8 °С і відносній вологості від 80 до 85%. Кожні 15-20 днів сири оглядають і перевертають. Незрілі сири зберігають на стелажах при плюсовій температурі від 8 до 12 °С.

Сири бажано перевозити при плюсових температурах від 0 до 10 °С, але можна допускати перевезення і при мінусових температурах від -1 до -15 °С.

По-іншому покрокову загальну технологію виробництва твердих сирів з високою і низькою температурою другого нагрівання сирного зерна можна подати через наступні етапи:

1. Підготовка молока до вироблення сиру:

- приймання і сортування сировини;
- резервування і дозрівання молока;
- нормалізація молока;
- теплова обробка молока (пастеризація).

2. Підготовка молока до згортання:

- внесення солей кальцію;
- внесення нітрату калію і натрію (операція не є обов'язковою);
- внесення закваски;
- внесення молокозсідальних ферментів.

3. Отримання і обробка згустку:

- формування згустку;
- обробка згустку і сирного зерна;
- розрізання згустку;
- постановка зерна;
- вимішування зерна;
- теплова обробка сирного зерна (температура другого нагрівання);
- обсушування сирного зерна.

4. Формування, пресування і соління сирного зерна:

- формування;
- самопресування;
- пресування;
- соління сиру.

5. Дозрівання сиру:

- дозрівання сиру;
- нанесення захисних покриттів;
- дозрівання.

6. Підготовка сиру до реалізації:

- оцінка якості
- фасування сиру;
- маркування зрілого сиру;
- зберігання;
- транспортування.

1.8. Технологія виробництва м'яких сирів

Найпоширеніший сир, який може зробити фермер, - це м'який адигейський сир. Сир «Адигейський» виробляється відповідно до ТУ У 15.5-37-191:2004.

Сир «Адигейський» виробляється з пастеризованого молока шляхом сквашування його кисло-молочною сироваткою з подальшим самопресуванням. Технологія вироблення сиру включає наступні операції [37]:

Підготовка молока до згортання. Для виробництва сиру «Адигейський» використовується молоко з кислотністю не вище 20°. Молоко нагрівається до температури 93-95 °С (можна використовувати ванни тривалої пастеризації, в яких виробляються кисломолочні напої), і в нього вноситься кисла молочна сироватка. Кисла молочна сироватка, що застосовується для згортання білка, виходить зі свіжої сироватки, яку залишають при кімнатній температурі на 2-3 дні до наростання кислотності 85-150 °Т в резервуарах, де зберігається до використання [41].

У пастеризоване при 93-95 °С суміш вноситься сироватка в кількості 8-10% від обсягу суміші. Сироватку вносять невеликими порціями по краях котла (ванни), суміш обережно помішують. Утворений

пластівчастий згусток спливає на поверхню, його лопатками зрушують до центру котла. Готовий згусток повинен вийти рівним, пластівці білка не повинні чіплятися до шпателя, сироватка повинна виділятися жовтувато-зеленуватого кольору з кислотністю 30-33 °Т.

Формування і самопресування сиру. Сплив наверх згорнувся білок витримують у ванні (котлі) 5 хвилин, потім видаляють частину сироватки (50%) і сирну масу швидко викладають сітчастим ковшем з довгою ручкою в конічні плетені кошики. Температура маси в котлі повинна бути 85 °С. Кошики повинні мати такі розміри: верхній край - 21-22 см, нижній - 12-13 см, висота - 11 см. Під час викладання сирної маси сироватку з котла (ванни) зливають, але не повністю, щоб уникнути пригорання білка до стінок ванни.

Сир в кошиках розміщують на столах, де вони піддаються Самопресування протягом 10-15 хвилин. За цей час сир один раз перевертають і струшують кошик.

За час самопресування сир набуває необхідну форму - низький циліндр з опуклими гранями, поверхня зморшкувата від прутів кошики або серп'янки.

Просолювання і обсушування сиру. Після самопресування сир з кошиків перекладають в металеві напівкруглі форми. Форми з вигляду нагадують друшляк, але без отворів. У формах проводиться сухе просолювання сиру сіллю з розрахунку 2-4% в готовому продукті. Сіль наноситься ложкою по 20-25 г на дно форми і верхню поверхню сиру.

Форми сиру встановлюють на різьблених пересувних стелажах в цеху і, коли сир охолоне, перевозять на стелажах в камеру з температурою 8-10 ° С. Сир в формах витримують 16-18 годин. За цей час для кращого підсихання і обсушування сир в формах перевертають. Після закінчення посолки сир виймають з форм і викладають на стелажі для обсушування на 6-8 годин, для збереження форми сир перевертають 1 раз.

Упаковка, маркування та зберігання сиру. Упаковується сир в бар'єрні пакети під вакуумом, зберігається при температурі 0-6 °С і відносній вологості 80% не більше 35 діб.

1.9 Технологія виробництва сирів розсолів

Чечіль - ропні сир, «брат» сулугуні, проте має свій власний загартований характер та індивідуальний ніжний смак. Історія цього продукту цікава: його виробляють на Кавказі тільки вручну, витягаючи нитки до товщини волосся. До пива або вина Чечіль підійде гармонійно, прикрасить салат або бутерброд, додасть пікантності своїм зовнішнім виглядом багатой сирної тарілці [36, 41].

Авторське право на виробництво кісок з чечіла має Каран Абрамян, завідувач сироварні цехом в навчально-дослідному центрі Київського аграрного університету Фастівського району (с. Велика Скітинка). У автора є патент на винахід та промисловий зразок, свідоцтво на знак для товарів і послуг. Спочатку косичку плели з італійського сиру моцарелла, набагато пізніше косу стали виробляти з сулугуні, і лише потім - з чечіла.

Еластична щільна консистенція сиру має малий вміст жиру - до 10%, тому Чечіль відносять до дієтичних продуктів. Завдяки низькій жирності цей вид розсолу сиру використовують в дієтах. При цьому в чечилі досить великий вміст вологи - до 60% і солі - 4-8%. Багатий кальцієм і вітамінами, чечіль по-справжньому корисний продукт. Енергетична цінність ста грамів сиру становить від 280 до 350 ккал.

На дрібних і середніх сироварнях сир роблять вручну. На великих підприємствах всі процеси виробництва сиру механізовані, використовується сучасне обладнання, оснащене програмним забезпеченням. Перед тим як почати виробництво сиру, завжди перевіряють якість основного продукту - молока, оскільки для приготування сиру придатне не всяке молоко. Визначають його якість,

після чого молоко очищають, пастеризують і охолоджують - на великих підприємствах. Виготовляють чечіль зі свіжого коров'ячого пастеризованого або спочатку непастеризованого молока зі зниженою жирністю, яке квасять за допомогою заквасочних культур і сичужного ферменту тваринного походження [41].

Кислотність молока, спрямованого на сичужні згортання, 21-23 °Т, тобто на початковій стадії заквашування (як правило, вноситься закваска спочатку) при $T = 30-32$ °С. Потім вносять пепсин або сичужний фермент. При сичужним виробництві це фермент, що виробляється сичугом, - одним з відділів шлунка ягняти або теляти, що живиться молоком матері. Цей фермент сприяє сквашування молока. З 1 сичуга теляти отримують до 10 г сичужного порошку, а з сичуга ягняти - до 2 м з сичуга дорослих жуйних тварин і шлунка свиней отримують фермент пепсин, який має меншу згортання силою, але більш активний при дозріванні сиру. Згортання сила - це кількість молока, яке згортає 1 частина ферменту протягом 40 хв при температурі 35 ° С. Сичужний порошок володіє згортання силою 1: 100 000, а пепсин - 1: 50 000. Оптимальну температуру і кількість ферменту встановлюють практичним шляхом і приблизно 10-13 г на 1 т молока.

Після внесення ферменту через 30-40 хв спочатку утворюються пластівці, а потім щільний згусток. Згортання молока відбувається протягом 30-60 хв. Ці процеси відбуваються в сироробних ваннах або в сироізготовитель. Потім визначається готовність згустку до розрезке (згусток щільний, злам рівний). Згусток подрібнюють спеціальними ножами - лірами, розрізаючи на невеликі кубики (для збільшення площі згустку і активізації процесу синерезиса) і нагрівають до 40-50 ° С для відділення сироватки. Відокремлюють сироватку від білка і залишають для посилення молочнокислого процесу. Після подрібнення сирного згустку всю масу залишають у спокої для активізації молочнокислого бродіння (чеддерізацією). Під час приготування чечіла сирний згусток трохи укладають у форми і залишають у ванні для дозрівання. Кислотність

сироватки і згустку збільшується, тобто збільшується клейкість сирного зерна (перевіряється на витягування в гарячій воді).

Дозріле сирне зерно розрізають, перемішують і подплавляють, формуючи потрібну форму, при цьому сирне зерно нагрівають до 75-80 °С (пастеризація). Форму надають різну, так як., сирна маса еластична. Сир солять і без подальшого дозрівання відправляють на продаж. Сіль, проникаючи в сирну масу, пригнічує розвиток мікрофлори, і молочнокислі процеси протікають не інтенсивно. Посолка проводиться як для поліпшення смаку, так і для збільшення терміну зберігання продукту. Сири солять в соляних ваннах або вручну [36, 37, 41].

1.10 Оцінка якості сирів

Відбір зразків сиру для оцінки їх якості та підготовку їх для аналізу проводять відповідно до діючого стандарту. Щуп для відбору зразків вводять в сир на глибину 6-8 см (на 3/4 довжини щупа), щоб в пробі були всі верстви сиру. Потім щуп повертають і виймають разом із стовпчиком сиру. За вийнятої пробі оцінюють малюнок, консистенцію, колір, смак і запах сирного тесту. Після закінчення оцінки верхню частину стовпчика розміром 1,5-2 см акуратно вставляють в отвір, який має бути ретельно забите (запарафініровано), щоб уникнути псування сиру [26, 41].

Оцінку якості сиру за органолептичними показниками здійснюють за 100-бальною системою:

- смак і запах – 45
- консистенція – 25
- малюнок – 10
- колір тесту - 5;
- зовнішній вигляд - 10;
- упаковка та маркування - 5.

Сир відноситься до вищого сорту, якщо загальне число балів 87-100, за смаком і запахом - не менше 37; до першого сорту, якщо число балів 75-86.

Сири, які отримали менше 75 балів або за складом не відповідають вимогам стандарту, не реалізують, їх направляють на переробку.

Одним із найефективніших і досконалих методів перевірки якості сирів є хроматографічний метод аналізу.

В основу загальноприйнятих класифікацій численних хроматографічних методів покладено такі ознаки: агрегатний стан рухомої фаз, механізм взаємодії сорбент-сорбат, форма шару сорбенту (техніка виконання), мета хроматографування. По агрегатному стані фаз хроматографію поділяють на газову і рідинну. Газова хроматографія включає газорідинну і газотвердофазну, рідинно - рідинну, рідинно - твердофазну і рідинно - гелеву. Перше слово в назві методу характеризує агрегатний стан рухомої фази, друге – нерухомої [14].

Рухливу фазу, що вводиться в шар нерухомої фази, називають елюентом, а рухому фазу, що виходить з колонки і містить розділені компоненти, - елюатом. У елюаті тим чи іншим способом визначають вміст компонентів. Поділ поділюваних речовин у вигляді окремих смуг (зон) уздовж колонки являє собою внутрішню хроматограму. Графічне зображення розподілу речовин в елюаті називають хроматограммой. За способом отримання хроматограмм розрізняють елюентну, витиснювальну і фронтальну хроматографії.

Хроматографічне розділення здійснюють в приладах - хроматографах. В сучасних хроматографах широко застосовують мікропроцесори і ЕОМ. Основний вузол хроматографа - колонка. Колонки бувають металеві, скляні та пластикові. Кількість речовини, що виходить з колонки, реєструють за допомогою детектора, а самописець записує на діаграмної стрічці сигнали детектора - хроматограму.

Хроматографія дозволяє не тільки розділяти компоненти суміші, а й визначати якісний і кількісний склади, оскільки положення хроматографічного піку на хроматограмі для даної хроматографічної системи характеризує природу речовини, а площа, обмежена цією кривою і нульовою лінією детектора (хроматографічний пік), пропорційна кількості даної речовини, пройшов через детектор.

Газова хроматографія - метод розподілу летких з'єднань. Рухомий фазою служить інертний газ (газ - носій), що протікає через нерухому фазу, що володіє великою рухливістю. В якості рухомої фази використовують водень, гелій, азот, аргон, вуглекислий газ. Газ - носій не взаємодіє з речовинами, і є нерухомою фазою.

Залежно від агрегатного стану нерухомої фази розрізняють два види газової хроматографії - газоадсорбційну (нерухома фаза - твердий носій: силікагель, вугілля, оксид алюмінію) і газорідинну (нерухома фаза - рідина, нанесена на інертний носій).

Процес поділу заснований на відмінності в летючості і розчинності поділюваних компонентів. Через хроматографічну колонку швидше рухається той компонент, розчинність якого в нерухомій фазі менше, а летючість (пружність пара) при даній температурі більше.

Газохроматографічним методом можуть бути проаналізовані газоподібні, рідкі та тверді речовини з молекулярною масою менше 400, що задовільняють певним вимогам, головні з яких - летючість, термостабільність, інертність і легкість отримання. Для швидкого і повного поділу досить, щоб пружність пар була 1-4 мм при робочій температурі колонки. Більш летючим вважається речовина, пружність парів якого вище. Кількісний аналіз можна провести тільки в тому випадку, якщо речовина термостійка, тобто випаровується в дозаторі відтворено і елюїрується без розкладання. При розкладанні речовини на хроматограмі з'являються помилкові піки, які стосуються продуктів розкладання. Речовина не повинна утворювати стійких сольватів при

розчиненні в нерухомій рідкій фазі і реагувати з матеріалами, з яких виготовлені деталі хроматографа. Бажано працювати з сполуками, легко отримати з кількісним виходом. ГХ широко використовують як серійний метод аналізу органічних сполук [14, 52].

Цим методом можна також визначати жирнокислотний склад загальних ліпідів молока чи сиру, що і стало основним методом у даній магістерській роботі.

1.10 Жирні кислоти і їх харчова і біологічна цінність.

Насичені жирні кислоти (НЖК) - вуглецеві ланцюги, у яких число атомів варіюється від 4 до 30 і більше. Загальна формула з'єднань даного ряду - $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$.

Останні три десятиліття вважалося, що насичені жирні кислоти шкідливі для здоров'я людини, оскільки є винуватцями розвитку хвороб серця, судин. Нові наукові відкриття сприяли переоцінці ролі з'єднань. Сьогодні встановлено, що в помірній кількості (15 грам в день) вони не становлять загрози для здоров'я, а навпаки сприятливо впливають на роботу внутрішніх органів: беруть участь в терморегуляції організму, покращують стан волосся і шкіри.

Триацилгліцериди складаються з жирних кислот і гліцерину (трьохатомного спирту). Перші, в свою чергу, класифікують за кількістю подвійних зв'язків між атомами вуглеводу. Якщо вони відсутні, такі кислоти називаються насичені, а коли присутні – ненасичені.

Умовно всі жирні кислоти діляться на три групи.

- *Насичені.* Це жирні кислоти, молекули яких пересичені воднем. Вони надходять в організм з ковбасними виробами, молочними, м'ясними продуктами, маслом, яйцями. Насичені жири мають тверду консистенцію за рахунок витягнутих ланцюгів вздовж прямої лінії і щільного прилягання один до одного. Через таку упаковки температура плавлення тригліцеридів

підвищується. Вони беруть участь в будові клітин, насичують організм енергією. Насичені жири в невеликій кількості (15 грамів на добу) потрібні організму. Якщо людина перестане їх вживати, клітини починають синтезувати їх з іншої їжі, проте це зайве навантаження на внутрішні органи. Надлишок насичених жирних кислот в організмі підвищує рівень холестерину в крові, сприяє накопиченню зайвої ваги, розвитку хвороб серця, формує схильність до раку.

- *Ненасичені.* Це незамінні жири, що надходять в організм людини разом з рослинною їжею (горіхами, кукурудзяним, оливковою, соняшниковою, лляним маслами). До них відноситься олеїнова, арахідонова, ліолева і ліоленова кислота. На відміну від насичених тригліцеридів, ненасичені мають «рідку» консистенцію і не застигають в холодильній камері. Залежно від числа зв'язків між атомами вуглеводу, розрізняють мононенасичені (Омега-9) і з'єднання (Омега-3, Омега-6). Дана категорія тригліцеридів покращує синтез білка, стан клітинних мембран, чутливість до інсуліну. Крім цього, омега-3 ПНЖК зменшують рівень «поганого» холестерину, захищають серце, судини від жирових бляшок, збільшують число хороших ліпідів. Організм людини не виробляє ненасичені жири, тому вони повинні регулярно надходити з продуктами харчування [44-46].

- *Трансжири.* Це найшкідливіший вид тригліцеридів, який виходить в процесі обробки водню під тиском або нагрівання рослинної олії. При кімнатній температурі трансжири добре застигають. Вони входять до складу маргарину, заправки для блюд, картопляних чіпсів, замороженої піци, магазинного печива і продуктів швидкого харчування. Для збільшення терміну придатності виробники харчової промисловості до 50% включають трансжири до складу консервованих і кондитерських виробів. Однак, вони не надають цінність для людського організму, а навпаки, шкодять. Небезпека трансжирів: порушують метаболізм,

змінюють обмін інсуліну, призводять до ожиріння, появи ішемічної хвороби серця [32].

- Відомо, що добова норма жиру для жінок до 40 років становить 85-110 грам, для чоловіків - 100-150. Людям старшого віку рекомендується обмежити споживання до 70 грам в день. В раціоні на 90% повинні домінувати ненасичені жирні кислоти і тільки 10% припадає на насичені тригліцериди [45].

Хімічні властивості жирних кислот. Назва жирних кислот залежить від найменування відповідних вуглеводнів. Сьогодні виділяють 34 основних з'єднань, які використовуються в побуті людини. У насичених жирних кислотах два атома водню пов'язані з кожним атомом вуглецю ланцюга: $\text{CH}_2\text{-CH}_2$.

- Найбільш популярні з них:
- бутанова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$;
- капронова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$;
- каприлова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$;
- капринова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$;
- лауринова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$;
- міристинова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$;
- пальмітинова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$;
- стеаринова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$;
- лацерінова, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{30}\text{COOH}$.

У більшості граничних жирних кислот присутній парне число атомів вуглецю. Вони добре розчиняються в петролейном ефірі, ацетоні, діетиловому ефірі, хлороформі. Високомолекулярні граничні з'єднання не утворювалися розчини в холодному спирту. При цьому, стійкі до дії окислювачів, галогенів.

В органічних розчинниках розчинність насичених кислот зростає з підвищенням температури і падає зі збільшенням молекулярної маси. При

попаданні в кров такі тригліцериди зливаються і утворюють сферичні речовини, які відкладаються «про запас» в жировій тканині. З цією реакцією пов'язано виникнення міфу про те, що граничні кислоти призводять до закупорки артерій і їх потрібно повністю виключити з раціону. Насправді захворювання серцево-судинної системи виникають в результаті сукупності факторів: ведення неправильного способу життя, відсутність фізичного навантаження, зловживання висококалорійної шкідливою їжею.

Необхідно пам'ятати, що збалансований, збагачений насиченими жирними кислотами раціон не відіб'ється на фігурі, а навпаки, принесе користь здоров'ю. При цьому, необмежену їх споживання негативно відіб'ється на функціонуванні внутрішніх органів і систем.

Головна біологічна функція насичених жирних кислот - постачання організму енергією. Для підтримки життєдіяльності вони повинні в помірній кількості (15 грам в день) завжди бути присутні в раціоні харчування. Тверді сири, як відомо, багаті насиченими жирними кислотами.

Доведено позитивні властивості насичених жирних кислот, а саме те, що вони заряджають організм енергією; беруть участь в тканинній регуляції, синтезі гормонів, вироблення тестостерону у чоловіків; формують мембрани клітин; покращують репродуктивну функцію; створюють жировий прошарок, який захищає внутрішні органи; регулюють процеси в нервовій системі; беруть участь у виробленні естрогену у жінок; захищають організм від переохолодження.

Для підтримки здоров'я дієтологи рекомендують включити в щоденне меню продукти, що містять і насичені жири. На їх частку має припадати до 10% калорійності від загального добового раціону. Це 15 - 20 грам з'єднання на добу. Тому включення в раціон твердих сирів забезпечить належною кількістю як насичених, так і ненасичених якісних жирних кислот. При цьому дуже важливо, щоб походження цих жирних

кислот було із молочного жиру [46, 47]. Оскільки на сьогодні зростає тенденція до фальсифікації продуктів харчування, в тому числі сирів, шляхом заміни молочного жиру на рослинні, які більш дешеві, зростає необхідність проведення дослідження жирнокислотного складу твердих сирів. Тому дана магістерська робота з огляду на вище сказане є актуальною.

РОЗДІЛ 2

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експериментальні дослідження проводили у науково-навчальних лабораторіях на кафедрі харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя. Для досліджень використовували наступні сири:

- Сир «Адигейський»
- Сир з овечого молока, вироблений за типом камамберу.
- Бринза
- «Маскарпоне»

Взяті для дослідження сири відрізнялися технологією приготування.

В подальшому відбирали проби сирів за приведеною нижче методикою екстрагували ліпіди і готували зразки для газохроматографічного аналізу. Матеріал для дослідження (сири різних марок і виробників) був придбаний в магазинах м. Тернополя.

2.1. Схема досліджень

Компонентний склад ТАГ жиру досліджуваних сирів аналізували методом газорідинної хроматографії. Для екстракції жиру подрібнений сир в кількості 0,5 г переносили у склянку, додавали натрій сірчаноокислий безводний (0,1 г), додавали 20 см³ петролейного ефіру, сир розминали скляною паличкою під шаром екстрагенту і суміш витримували в ультразвуковій бані протягом 20 хв. Екстракт відокремлювали від твердого осаду фільтруванням через паперовий фільтр. Для екстракції використовували 2 послідовні порції екстрагенту. Екстракти об'єднували і петролейний ефір видаляли на вакуумному ротаційному випарнику. За масою отриманого залишку розраховували вміст жирової фази в сирі. Для

аналізу ліпідів пробу отриманого жиру розчиняли в рухомій фазі (в ацетоні).

2.2. Методи визначення жирнокислотного складу

Оптична спектроскопія широко використовується для контролю якості молока і молочних продуктів. Завдяки швидкості і високій точності аналізу, спектроскопія в середній інфрачервоній (ІЧ) області (4000-400 см⁻¹ або 2,5-50 мкм) приймається в якості лабораторного стандарту визначення жиру і загального білка в молоці для великих молочних заводів і спеціалізованих аналітичних центрів. Однак високотехнологічна автоматизація, яка застосовується для проведення аналізів в середній ІЧ області, призводить до підвищення вартості обладнання і робить даний метод недоступним для малих підприємств. Розробка нових методів аналізу молока, що дозволяють проводити вимірювання з порівняно високою точністю і доступних для невеликих підприємств і ферм, є однією з головних цілей сучасної молочної промисловості. Аналіз в області ближнього ІЧ (БІЧ) випромінювання від приблизно 780 до 2500 нм (0,78-2,5 мкм) може служити економічно ефективною альтернативою середньої ІЧ-області. Однак характерні для компонентів молока смуги поглинання тут проявляються на тлі сильно домінуючого поглинання води і ефектів розсіювання світла, що ускладнює аналіз і знижує його точність. Аналіз молока в діапазоні видимого світла і прилеглої короткохвильової БІЧ-області (Вид / ЧВ-БІЧ, 400-1100 нм) є досить привабливим, завдяки широкій доступності недорогих джерел світла, детекторів і оптики, що істотно знижує вартість спектральних аналізаторів. В той же час, аналіз молока в цій області ускладнюється сильним ефектом розсіювання світла колоїдними частинками жиру і білка, більш ніж на два порядки переважаючим над інтенсивністю їх смуг поглинання [14].

Дослідники зазвичай намагаються усунути ефекти розсіювання, які спостерігаються в спектрах за допомогою математичного коригування даних, але через надзвичайну слабкість смуг поглинання молока підхід не приносить бажаної точності аналізу. У зв'язку з цим, спектроскопія Вид / ЧВБІЧ в даний час практично не застосовується для аналізу молока і молочних продуктів, а наукові публікації на цю тему дуже рідкісні. У той же час, спектрально спостерігається розсіювання світла в області від 400 до 1100 нм несе в собі інформацію як про кількість, так і про розмірі колоїдних частинок, яка може бути використана для кількісного аналізу жиру і білка. У разі сирих жирів зазвичай досить відомостей про вміст у них тригліцеридів, жирних кислот, токоферолів, стеринів. Розподіл зазначених компонентів є важливим критерієм, що визначає відмінності між жирами. Оцінка продуктів їх переробки повинна включати також визначення полярних речовин і продуктів окислення. Для глибокого аналізу використовують спектроскопічні, хроматографічні та рентгеноструктурні методи. За кордоном методики аналізу за допомогою газової або рідинної хроматографії затверджені в якості стандартних.

Основна перевага газової хроматографії перед рідиннофазною в наступному: завдяки в багато разів більшою за швидкість дифузії молекул поділюваних компонентів в газовій фазі і відповідно більшою швидкості сорбції та десорбції можна значно прискорити просування проявника і тим самим прискорити процес поділу. Так, аналіз п'ятикомпонентної суміші летючих вуглеводнів, спиртів, жирних кислот, ефірів і т. д. на газовому хроматографі з високочутливим детектором (наприклад, з полум'я'яноіонізаційним) може бути проведений за п'ять хвилин. Для цього визначають якісний і кількісний склад жирних кислот (або їх ефірів), що утворюється після гідролізу жирної олії, з додатком типової хроматограми і з зазначенням допустимих меж вмісту кожного з компонентів (у відсотках від суми). Метиллові ефіри жирних кислот можуть бути отримані одним з таких методів:

Метод 1. У колбу місткістю 25-50 мл з конусним дном і притертою пробкою поміщають 2-3 краплі випробуваного жирного масла, додають 1,0 мл метанолу і 1 краплю ацетилхлориду. суміш акуратно перемішують і нагрівають на водяній бані із зворотним холодильником впродовж 1 год. Розчинник видаляють на роторному випарнику до обсягу суміші 0,1-0,15 мл, до залишку додають 0,2 мл гексану і перемішують.

Метод 2. В пробірку місткістю 5-10 мл з притертою пробкою поміщають 2-3 краплі випробуваного масла, додають 1,9 мл гексану. В фармакопейної статті може бути вказаний інший розчинник або суміш розчинників. Розчинення рекомендується проводити при температурі від 40 до 60 С, якщо в фармакопейної статті не вказано інакше. До розчину додають 0,1 мл 2 М розчину натрію метилат в метанолі. суміш інтенсивно перемішують протягом 2 хв і дають відстоятися. 1 мкл приготованого розчину метилових ефірів жирних кислот вводять у випарник відповідного газового хроматографа з полум'яно-іонізаційним детектором і проводять аналіз в наступних умовах: колонка скляна або з нержавіючої сталі довжиною 2-3 м з внутрішнім діаметром 2-4 мм, заповнена діатомітових носієм для газової хроматографії, промитим кислотою (типу хроматон N-AW) з розміром частинок 125-200 мкм з нанесеними 5-15% поліетиленглікольсукцинату або поліетиленглікольадипінату; температура термостата колонок - 1800-1900С; для аналізу жирних олій, що містять низькомолекулярні (С6 - С12) жирні кислоти, виробляють градієнтний нагрів термостата колонок від 1000 до 1850С зі швидкістю 6-8 С / хв .; температура випарника 2500С; температура детектора 2000С; швидкість потоку газу-носія (азоту або гелію) - близько 30 мл / хв. Хроматографічна процедура може бути також виконана з використанням капілярної скляній або кварцовою колонки довжиною від 10 до 30 м і внутрішнім діаметром від 0,2 до 0,8 мм з нерухомою фазою поліціанопропілметил-фенілметилсілоксан або поліетиленгліколь 20М (Товщина плівки від 0,1 до 0,5 мкм); температура термостата колонок - від 1600 до 2000С або

градієнтний нагрів від 1700 до 2300 С зі швидкістю 3 С / хв .; температура випарника і детектора 2500С; швидкість газу носія (гелію) - від 1 до 1,3 мл / хв .; розподіл потоку 1: 100 або 1:50 (з урахуванням внутрішнього діаметра використовуваної колонки). Час аналізу - близько 50 хв (приблизно в 2,5 разів перевищує час утримування піку метилолеата).

2.3. Дослідження жирнокислотного складу загальних ліпідів сирів.

Ліпіди з досліджуваних проб сирів екстрагували сумішшю хлороформ-метанолу у співвідношенні 2:1 за методом Фолча і визначали їх жирнокислотний склад методом газорідинної хроматографії [14, 33, 34]. Метиллові ефіри жирних кислот одержували шляхом прямої переетерифікації шляхом метилування ліпідного екстракту в запаяних скляних ампулах в термостаті при температурі 65 С протягом 24 годин в 3% розчині НСІ в абсолютному метанолі. Розділення жирних кислот проводили на хроматографі Chrom-4 (Чехія) з полум'яно-іонізаційним детектором (довжина колонки – 2,4 м, діаметр – 4 мм, наповнювач – поліетиленгліколь, сукупність на хромосорбі – 60-80 мм, температура випаровування – 220 С, температура колонки – 183 °С, використання Н₂ – 30 мл/хв, повітря – 400 мл/хв. Жирні кислоти ідентифікували, визначаючи час їх виходу після введення, порівнюючи зі стандартом, яким служили метиллові ефіри відомих жирних кислот. Для аналізу процентного вмісту кожної з жирних кислот обчислюють загальну площу піків кривої, приймаючи її за 100%. Потім, знаходячи частку піка кривої кожної жирної кислоти в процентах, одержують значення їх процентного вмісту [34].

Одержані експериментальні дані опрацьовували статистично із застосуванням коефіцієнта Стьюдента за стандартною методикою.

РОЗДІЛ 3

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Молочний жир є основним компонентом більшості сортів сиру. Через це багато споживачів обмежують споживання сиру, оскільки більше 60% від загальної кількості жирних кислот в молочному жирі складають насичені жирні кислоти [57].

Споживання молочних продуктів з низьким вмістом жирів в останні роки стає все більш популярним серед споживачів, що піклуються про своє здоров'я. Це призвело до розробки нових молочних продуктів с поліпшеним жирнокислотним складом [46, 47]. Однак зниження жиру являє собою складну проблему, оскільки жир, як відомо, важливий для текстури і смаку молочних продуктів, таких як сир [37]. Зменшення жиру в сирах призводить до небажаної текстурь, відсутності характерного смаку або наявності сторонніх ароматів. Тому актуальним є дослідження жирнокислотного складу жирів за різних технологічних процесів їх приготування, які формують і сенсорні якості сирів.

3.1. Жирнокислотний профіль загальних ліпідів сиру «Адигейський»

У лабораторії кафедри харчової біотехнології і хімії проведено відбір і підготовку проб досліджуваних сирів на визначення у них жирнокислотного складу загальних ліпідів газохроматографічним методом.

В результаті проведеного газохроматографічного дослідження загальних ліпідів сиру «Адигейський» отримано результати щодо його жирнокислотного складу.

Отримані результати досліджень представлені у таблиці 3.1. З наведених у таблиці 3.1. даних видно, що загальний відносний вміст

насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» становив 62,8%. Отриманий результат свідчить про домінуючу кількість насичених жирних кислот у даному сирі. У складі насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» газохроматографічний аналіз виявив 11 найбільших за піками, відносний вміст яких перевищував 0,5%. При цьому найбільший відносний вміст серед насичених жирних кислот відмічено для пальмітинової кислоти, який становив 20,37%. Також серед насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» переважали міристинова і стеаринова із відносним вмістом відповідно – 16,12% та 11,3%. Найменший відносний вміст серед насичених жирних кислот відмічено у каприлової, пентодеканової, арахінової і маргаринової кислот, який коливався в межах 0,63% до 1,21%.

Необхідно відмітити, отримані нами результати відповідають нормативним показникам і співпадають із подібними результатами інших дослідників із незначними відхиленнями. Таким чином, сир «Адигейський» характеризується переважаючим відносним вмістом насичених жирних кислот, з яких три домінуючі – пальмітинова, міристинова і стеаринова сумарно складають разом 47,49% від усіх жирних кислот.

Таблиця 3.1. Відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський»

	Жирна кислоти	Код жирної кислоти	Відносний вміст, %
1.	Масляна	C _{4:00}	3,74±0,07
2.	Капронова	C _{6:00}	2,13±0,06
3.	Каприлова	C _{8:0}	1,05±0,02
4.	Капринова	C _{10:0}	2,31±0,07
5.	Лауринова	C _{12:0}	2,36±0,06
6.	Міристинова	C _{14:0}	16,12±0,08

7.	Пентадеканова	C _{15:0}	1,21±0,06
8.	Пальмітинова	C _{16:0}	20,37±2,14
9.	Маргарінова	C _{17:0}	0,63±0,04
10.	Стеаринова	C _{18:0}	11,3±0,08
11.	Арахінова	C _{20:0}	1,15±0,05
<i>Разом насичені:</i>			62,8

В таблиці 2 представлені результати газохроматографічного аналізу щодо відносного вмісту ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський». Так, сумарний вміст ненасичених жирних кислот у даному досліджуваному сирі становив 37,27%. Порівнюючи сумарний відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський», що представлено у таблиці 3.1 і сумарний відносний вміст ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський», що наведено у таблиці 3.2., можна сказати, що їх співвідношення становило 1,7 : 1. Тобто відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» був в 1,7 раза більший, ніж ненасичених жирних кислот.

Як видно із наведених у таблиці 3.2., ненасичені жирні кислоти у загальних ліпідах сиру «Адигейський» представлено п'ятьма жирними кислотами: мірїстіноолеїною, пальмітоолеїною, лінолевою, ліноленою і арахідоною. Необхідно відмітити, що найбільший відносний вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» зафіксовано у лінолевої кислоти із показником 24,77%. Лінолева кислота належить до омега-6 поліненасичених жирних кислот, є незамінною і важливою жирною кислотою для організму людини.

Як показав результат газохроматографічного дослідження, на другому місці за відносним вмістом серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» знаходиться ліноленова кислота, що

показано у таблиці 3.2. Відносний вміст цієї жирної кислоти у даному сирі становив 5,62%. Ліноленова кислота належить до родини омега-3 поліненасичених жирних кислот і також є незамінною.

Таблиця 3.2. Відносний вміст ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський»

№ з/п	Жирна кислоти	Код жирної кислоти	Відносний вміст, %
1.	Мірістиноолеїнова	C _{14:1}	1,83±0,04
2.	Пальмітоолеїнова	C _{16:1}	2,92±0,16
3.	Лінолева	C _{18:2}	24,77±1,49
4.	Ліноленова	C _{18:3}	5,62±0,27
5.	Арахідонова	C _{20:4}	2,76±0,08
Разом ненасичених			37,2

Інші жирні кислоти серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський», які представлені у таблиці 3.2 ідуть в порядку зменшення наступним чином: пальмітоолеїнова, арахідонова і мірістиноолеїнова. Їх відносний сумарний вміст становить лише 7,51% від загального відносного вмісту усіх жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський».

Для організму людини надзвичайно важливим є поступлення поліненасичених жирних кислот і родини омега-3, і родини омега-6. При цьому, не менш важливим є співвідношення поліненасичених жирних кислот родин омега-6 до омега-3 у раціоні. Згідно різних рекомендацій воно повинно становити 5-6 : 1. Проте у раціоні більшості населення України і інших країн прослідковується дисбаланс у цьому співвідношення на користь поліненасичених жирних кислот родини омега-6. За деякими

даними від доходить до 10-15 : 1. Звичайно при тривалому знаходженні на такому раціоні із вказаним негативним дисбалансом поліненасичених жирних кислот родин омега6 та омега-3 можуть виникати серйозні проблеми із здоров'ям, в першу чергу метаболічні порушення обміну ліпідів, які є в основі розвитку таких сьогоденішніх цивілізаційних хвороб, як цукровий діабет, гіпертонія, ішемічна хвороба серця [32. 35, 45].

Виходячи із отриманих нами результатів, які представлені у таблиці 3.1-3.3, видно, що співвідношення між лінолевої, арахідоною і ліноленою кислотами, які відповідно належать до поліненасичених жирних кислот родин омега-6 та омега-3 становить 4,9 : 1. Таке співвідношення поліненасичених жирних кислот родин омега-6 та омега-3 серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» є надзвичайно важливим для самого продукту, оскільки лише за цим показником його можна рекомендувати як функціональний продукт при певних метаболічних порушеннях.

Таблиця 3.3. Сумарний вміст насичених і ненасичених жирних кислот, їх співвідношення у загальних ліпідах сиру «Адигейський», (M±m, n=3).

№ з/п	Жирна кислоти	Код жирної кислоти
1.	Сума насичених жирних кислот	62,8
2.	Сума ненасичених жирних кислот	37,2
3.	Сума омега-3 ПНЖК	5,62
4	Сума омега-6 ПНЖК	27,53
5	Відношення насичених до ненасичених жирних кислот	1,7 : 1
6	Відношення омега-6 / омега-3	4,9 : 1

Очевидно, що отримані нами результати підтверджують їх практичне значення з одного боку, і підтверджують один із вагових показників якості сиру «Адигейський».

Дослідження жирнокислотного складу сирів має важливе значення для визначення їх походження, а саме дозволяє в порівняльному аспекті оцінити жирнокислотний склад молока, рослинних олій і жирнокислотний склад загальних ліпідів сиру. Адже відомо, порівнюючи жирнокислотний склад молока овець, корів і кіз, констатують, що за складом низьколанцюгових жирних кислот овече і козяче молоко є більш подібними між собою, а ніж з коров'ячим. І є кислоти як маркери по яких встановлюються відмінності, наприклад такі різниці встановлено для капринової кислоти (C10:0). Її вміст у козячому молоці досягає понад 10 %, а у овечому — 5,96 %, тоді як у коров'ячому — тільки 4,81 %. Разом з тим, у овечому молоці встановлено менший вміст пальмітинової кислоти (21,72 %) порівняно з коров'ячим (36,82 %) і козячим (25,20 %), а також і більший вміст стеаринової кислоти (C18:0) [20, 22, 31, 43]. Також достовірною і характерною особливістю овечого молока при порівнянні його із коров'ячим чи козячим, є менший вміст мононенасичених жирних кислот [43].

Тому, знаючи жирнокислотний склад загальних ліпідів сиру, можна припустити з молочного жиру якого виду молока він зроблений або сфальсифікований. Асортиментна фальсифікація сирів пов'язана одночасно з якісною. Через низьку якість сировини, порушення технології виробництва вітчизняні сири іноді не мають виражених ідентифікаційних ознак, властивих саме цього типу або найменуванням. Відповідно до вимог гігієни харчування в останні роки в розвинених країнах велика увага приділяється проблемі зниження вмісту жиру в сирі. Просте зниження вмісту жиру викликає погіршення органолептичних показників, а, отже, і зниження конкурентоспроможності сирів на харчовому ринку. Шляхи вирішення цієї проблеми – модифікація технології (збільшення вологості

сирів, використання заміників або імітаторів жиру, зміна складу заквасок). Частина жиру молока може бути замінена рослинними жирами, що знижує вміст холестерину в сирі [32]. Тому дослідження жирнокислотного складу сирів є важливим завданням і відповіддю на їх оригінальність, відповідність нормативним документам, технології, складу, харчовій і біологічній цінності.

3.2. Жирнокислотний профіль загальних ліпідів сиру «Маскарпоне»

Черговим завданням нашої роботи було дослідити жирнокислотний склад більш відомого і популярного сиру – «Маскарпоне». Результати газохроматографічного дослідження сиру «Маскарпоне» представлено у таблицях 3.4-3.6.

З наведених у таблиці 3.4. даних видно, що сумарний відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» становив 33,41%. У сумарному вмісті насичених жирних кислот визначено кілька домінуючих із переважаючим відносним вмістом. До них належать пальмітинова із відносним вмістом 8,14% від числа усіх жирних кислот, стеаринова із вмістом – 7,83%, міристинова із вмістом 5,86% та лауринова жирна кислота із відносним вмістом 5,62%. Серед 11 виявлених насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» вказані вище 4 жирних кислоти сумарно складають 27,45% від числа усіх жирних кислот.

Необхідно відмітити, що у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» вміст насичених жирних кислот набагато менший, ніж у сирі «Адигейський». Фактично, аналізуючи дані таблиць 3.1-3.6 у порівняльному аспекті можна сказати, що співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами у обох досліджуваних сирах «Адигейському» та «Маскарпоне» є протилежними за вектором. Так, у «Адигейському» сирі домінують насичені жирні кислоти, які сумарно

становлять 62,8% сумарного вмісту, а решту приходить на долю ненасичених, тоді як у сири «Маскарпоне» відносний сумарний вміст насичених жирних кислот складає лише 33,41%.

Необхідно відмітити, що, як показали результати газохроматографічного аналізу, у обох сирів – «Адигейському» та «Маскарпоне» виявлено однакові жирні кислоти у складі насичених, проте відсотковий вміст кожної у загальних ліпідах сирів мав видові відмінності.

Таблиця 3.4. Відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне», ($M \pm m$, $n=3$).

№ з/п	Жирні кислоти	Код жирної кислоти	Відносний вміст, %
1	Масляна	C _{4:00}	1,86±0,07
2	Капронова	C _{6:00}	0,48±0,03
3	Каприлова	C _{8:0}	0,59±0,04
4	Капринова	C _{10:0}	0,81±0,06
5	Лауринова	C _{12:0}	5,62±0,31
6	Міристинова	C _{14:0}	5,86±0,36
7	Пентадеканова	C _{15:0}	0,81±0,04
8	Пальмітинова	C _{16:0}	8,14±0,09
9	Маргарінова	C _{17:0}	0,43±0,01
10	Стеаринова	C _{18:0}	7,83±0,32
11	Арахінова	C _{20:0}	0,89±0,04
<i>Разом насичені:</i>			33,41±2,15

Як показано у таблиці 3.5, де висвітлено дані щодо відносного вмісту ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне»,

даний сир серед ненасичених жирних кислот представлений 11 жирними кислотами.

Сумарний відносний вміст усіх ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» складає 66,59%. Такий показник характеризує даний продукт як харчовий продукт із підвищеною біологічною цінністю. За окремими параметрами, а саме вмістом деяких поліненасичених жирних кислот із родин омега-3, -6 та -9, такий харчовий продукт можна і віднести до функціональних. Адже науково достовірно доведено, що ті чи інші поліненасичені жирні кислоти із вказаних родин здатні покращувати функціональний стан організму.

З наведених у таблиці 3.5 даних видно, що найбільший вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» виявлено у пальмітоолеїнової з показником 38,46%. Наступні жирні кислоти у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» зменшуються в ряді: олеїнова > ліноленова > мірістиноолеїнова > лінолева > арахідонова.

Таблиця 3.5. Відносний вміст ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне», ($M \pm m$, $n=3$).

№ з/п	Жирні кислоти	Код жирної кислоти	Відносний вміст, %
1	Мірістиноолеїнова	C _{14:1}	2,06±0,06
2	Пальмітоолеїнова	C _{16:1}	38,46±2,18
3	Олеїнова	C _{18:1}	19,31±1,15
4	Лінолева	C _{18:2}	1,96±0,8
5	Ліноленова	C _{18:3}	2,26±0,02
6	Арахідонова	C _{20:4}	0,43±0,18
<i>Разом ненасичені:</i>			66,59±0,08

Дані, приведені у таблиці 3.6, дозволяють зробити висновки про співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне», яке становить 2 : 1 і свідчить про переважаючий вміст ненасичених жирних кислот. З іншого боку у таблиці 3.6 представлено сумарний відносний вміст омега-3 поліненасичених жирних кислот та омега-6 поліненасичених жирних кислот, а також їх співвідношення, яке становило 1 : 1,1. Виходячи з того, що у традиційному раціоні є дефіцит омега-3 поліненасичених жирних кислот і коефіцієнт споживання продуктів багатих омега-6 поліненасичених жирних кислот істотно переважає, тому дані результати можуть засвідчити, сир «Маскарпоне» є добрим джерелом омега-3 поліненасичених жирних кислот, а також у ньому функціональне співвідношення між омега-6 та омега-3 поліненасиченими жирними кислотами.

Таблиця 3.6. Сумарний вміст насичених і ненасичених жирних кислот, їх співвідношення у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне», ($M \pm m$, $n=3$).

№ з/п	Жирна кислоти	Показник
1.	Сума насичених жирних кислот, %	33,41
2.	Сума ненасичених жирних кислот, %	66,59
3.	Сума омега-3 ПНЖК, %	2,26
4	Сума омега-6 ПНЖК, %	2,39
5	Відношення насичених до ненасичених жирних кислот	2 : 1
6	Відношення омега-6 / омега-3	1,1 / 1

3.3. Жирнокислотний профіль загальних ліпідів бринзи

Відомо, що молочний жир, який входить до складу різних сирів, є їхнім найбільш енергетично цінним їхнім компонентом. Він характеризується як високою біологічною цінністю, з однієї сторони, так і має підвищену засвоюваність організмом людини, з іншої. Для порівняння якісного складу сирів і виходячи із мети роботи, наступним завданням було дослідження жирнокислотного складу бринзи.

Відомо, що жирнокислотний склад бринзи, виготовленої із коров'ячого, овечого, козиного молока та їх сумішей має цілий ряд особливостей і навіть відмінностей [18, 31, 43].

Таблиця 3.7. Вміст летких органічних кислот у зрілій бринзі ($M \pm m$, $n = 3$)

№ з/п	Жирні кислоти	Код жирної кислоти	Відносний вміст, %
1	Оцтова	C _{2:00}	63,04±0,42
2	Пропіонова	C _{4:00}	17,34±0,85
3	Ізомасляна	C _{4:00}	1,1±0,08
4	Масляна	C _{4:00}	6,62±0,31
5	Капронова	C _{6:00}	4,12±0,21
6	Каприлова	C _{8:0}	3,94±0,14
7	Капринова	C _{10:0}	2,76±0,18
8	Відношення пропіонова / оцтова кислоти		0,26±0,02

З наведених у таблиці 3.7 даних видно, що домінуючою жирною кислотою у зрілій бринзі є оцтова кислота із відносним вмістом 63 %. Вміст інших жирних кислот у зрілій бринзі зменшується в ряді : пропіонова > масляна > Капронова > каприлова > капринова > ізомасляна.

Виходячи із представлених у таблицях 3.1 – 3.7 даних видно, що технологія виготовлення сирів, специфіка технологічного процесу, вплив температур і часу, а також мікробіологічне середовище мають в комплексі визначне значення на цілий комплекс показників усіх сирів, в тому числі досліджуваних у даній роботі. Відомо, що в результаті гідролізу жиру (ліполізу) ферментам мікроорганізмів бактеріальних препаратів у сирній масі нагромаджується певна кількість вільних жирних кислот, які впливають на формування смаку і запаху сиру [24]. У м'яких сирах порівняно з твердими ліполіз проходить більш інтенсивно. У всіх сирах виявляються вільні жирні кислоти — масляна, капронова, каприлова, капронова та інші, які обумовлюють характерний смак і запах м'яких сирів. В літературі зустрічаються повідомлення, що велика кількість карбонільних сполук утворюється шляхом автоокиснення ненасичених жирних кислот, а саме α -лінолевої кислоти [25].

Очевидно із представлених нами даних, що такий вплив описаних процесів має місце і на жирнокислотний склад сирів.

Можна і потрібно відмітити, що встановлений нами жирнокислотний склад загальних ліпідів досліджуваних сирів має і практичне значення, оскільки стане основою, що містить критерії для визначення оригінальності того чи іншого сиру, шляхом порівняння його жирнокислотного складу.

Одним із важливих показників аромату та смаку сиру є вміст вільних летких кислот. У досліджуваних зразках зрілої бринзи був досить високий вміст летких органічних кислот. За даними інших дослідників загальний вміст цих сполук найвищим є у бринзі із козиного молока (933

мекв/100 г), а найнижчий у бринзі із коров'ячого (660 мекв/100 г) [23]. Близькі величини спостерігались у бринзі з коров'ячого і овечого молока та їх сумішей [53]. Аналізуючи кількісний і якісний склад летких органічних кислот, слід зазначити, що формування характерної для кожного виду бринзи смако-ароматичної композиції обумовлюється різним співвідношенням цих речовин. У роботах відмічено різницю у вмісті капронової і каприлової кислот у бринзах різного походження, а також що у всіх зразках бринзи переважаючим був вміст оцтової кислоти, яка формує гострий присмак в бринзі [58]. Це власне і підтверджено нашими дослідженнями.

3.4. Жирнокислотний профіль загальних ліпідів сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу

Для порівняння жирнокислотного складу загальних ліпідів сиру, приготовленого за іншою технологією, нами був вибраний сир з овечого молока, вироблений за типом камамберу.

Отримані результати газохроматографічного дослідження представлено у таблиці 3.8. Так, серед насичених жирних кислот у загальних ліпідах у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу найбільший відносний вміст становить пальмітинова кислота – 18,4%, далі йдуть: стеаринова – 11,3%, капринова – 10,5%, капронова – 5,7, масляна – 5,3%, каприлова – 4,5%. Вміст інших ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу є незначним, як відносно кожної жирної кислоти (менше 1%), так і разом.

Необхідно відмітити, що сумарний вміст насичених жирних кислот у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу, як показано у таблиці 3.8 становив 73,2%.

Дані представлені на рисунку 3.8 свідчать про те, що після дозрівання сиру відбувається стабільна концентрація жирних кислот, а саме концентрація коротких насичених жирних кислот, які формують органолептичні особливості сиру.

Таблиця 3.8. Вміст насичених жирних кислот у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу, %

№ з/п	Жирна кислота	Відносний вміст, %
4.	C4:0	5,3
5.	C6:0	5,7
6.	C8:0	4,6
7.	C10:0	10,5
8.	C11:0	0,3
9.	C12:0	0,1
10.	C13:0	0,1
11.	C14:0	1,1
12.	C15:0	1,0
13.	C16:0	18,4
14.	C17:0	0,7
15.	C18:0	11,3
16.	C20:0	0,1
17.	C21:0	0,9
18.	C22:0	0,1
19.	C23:0	0,1
20.	C24:0	0,1
Σ насиченні жирні кислоти		73,2

Суми жирних кислот у всіх зразках зменшувалися в порядку: насичені жирні кислоти > мононенасичені жирні кислоти > поліненасичені жирні кислоти.

Індекс атерогенності знаходиться в тісному взаємозв'язку з якісним і кількісним складом жирних кислот. Відзначається позитивна кореляція між розглянутими змінними, оскільки збільшення в молоці міристинової (С: 14) і пальмітинової (С: 16) кислот призводить до збільшення індексу атерогенності. Негативна кореляція між сумою ненасичених жирних кислот з довгими ланцюгами і індексом атерогенності. Індекс атерогенності знижується при збільшенні вмісту ненасичених жирних кислот з довгими ланцюгами (Σ З: 18; С: 20; С: 22) в складі жирової фази м'якого сиру з овечого молока.

Результати дослідження що вмісту мононенасичених жирних кислот у складі загальних ліпідів сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу представлені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9. Вміст мононенасичених жирних кислот у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу, %

№ з/п	Жирна кислота	Відносний вміст
1.	C14:1n5	0,6
2.	C15:1n6	0,3
3.	C16:1n7	0,6
4.	C17:1n8	0,2
5.	C18:1n9	0,2
6.	C18:1n9c	19,4
7.	C20:1	0,1
8.	C22:1n9-c	0,1
9.	C24:1	0,6
Σ МННЖК		22,9

З наведених у таблиці 3.9 даних видно, що сир з овечого молока, виробленого за типом камамберу характеризується підвищеним вмістом мононенасичених жирних кислот, сумарний вміст яких становив 22,9%. Основний вміст мононенасичених жирних кислот сир з овечого молока, виробленого за типом камамберу представлений жирною кислотою з кодом C18:1n9c, який становив 19,4% від загального відносного вмісту усіх жирних кислот.

Основними видами жирних кислот ω -3, які використовуються організмом, є: α -ліноленова кислота (C18: 3n-3, α LA), ейкозапентаєнова кислота (C20: 5n-3), докозапентаєнова кислота (C22: 5n-3) і докозагексаєнної кислоти (C22: 6n-3). Здорова дієта повинна містити приблизно в 4-5 рази більше ω -6 жирних кислот, ніж ω -3 жирних кислот. Співвідношення ω -6 / ω -3 є важливим визначальним фактором для зниження ризику багатьох хронічних захворювань. В процесі дозрівання сирів відбувається зміна співвідношення ω -3 і ω -6 поліненасичених жирних кислот, яка характеризується зниженням вмісту ω -6 поліненасичених жирних кислот і з одночасним збільшенням вмісту ω -3 поліненасичених жирних кислот. Результати визначення вмісту поліненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу представлено у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10. Вміст поліненасичених жирних кислот у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу, %

№ з / п	Код жирної кислоти	Вміст відносний, %
2.	C18:2n6	0,5
3.	C18:2n6c	1,9
4.	C18:3n3	0,1
5.	C18:3n6	0,1
6.	C18:3n3	0,1

7.	C20:3n6	0,1
8.	C20:3n3	0,5
9.	C20:4n6	0,1
10.	C22:2n6	0,1
11.	C20:5n3	0,1
12.	C22:6n3	0,1
Σ поліненасичених жирних кислот		3,9

Як видно із наведених даних, сумарний вміст поліненасичених жирних кислот у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу, є незначний і становить 3,9%. Найбільший вміст серед поліненасичених жирних кислот у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу займають омега-6 поліненасичені жирні кислоти, а з них лінолева з показником – 1,9%.

Узагальнюючи дані представлені у таблиці 3.8-3.10 щодо вмісту жирних кислот у загальних ліпідах сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу, можна констатувати низький вміст поліненасичених жирних кислот, що свідчить про обмежену функціональну його властивість і високий вміст мононенасичених жирних кислот – 22,9%, які визначаються органолептичні, в першу чергу смакові якості.

Таким чином, на основі літературних даних та представлених у даному розділі власних результатів газохроматографічного дослідження сирів, які мають різну технологію виробництва, а саме сиру «Адигейський», сиру «Маскарпоне», бринзи та сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу, можна зробити кілька узагальнюючих висновків.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено особливості жирнокислотного складу загальних ліпідів окремих сирів, які мають різну технологію виробництва, а саме сиру «Адигейський», сиру «Маскарпоне», бринзи та сиру з овечого молока, виробленого за типом камамберу.

2. У результаті газохроматографічного дослідження загальних ліпідів окремих сирів встановлено, що жирнокислотний склад загальних ліпідів сирів залежить від жирнокислотного складу молочного жиру, технології виготовлення сирів, мікробіологічного процесу.

3. Відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах серед досліджуваних сирів зменшується в ряді: «Камембер» > «бринза» > «Адигейський» > «Маскарпоне».

4. У досліджуваних сирах відносний вміст моно- і поліненасичених жирних кислот у загальних ліпідах зменшувався в ряді: «Маскарпоне» > «Адигейський» > «бринза» > «Камембер».

5. Найбільший відносний вміст серед насичених жирних кислот у загальних ліпідах у сирі «Адигейський» відмічено для пальмітинової кислоти, який становив 20,37%, у бринзі – для оцтової з показником 63%, у сирі «Маскарпоне» - для пальмітиновою із значенням 8,4% і у сирі «Камембер» - також для пальмітинової із значенням 18,4%.

6. Найбільший вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Маскарпоне» виявлено у пальмітоолеїнової з показником 38,46%, найбільший відносний вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах сиру «Адигейський» зафіксовано у лінолевої кислоти із показником 24,77%, у сирі з овечого молока, виробленого за типом камамберу найбільший відносний вміст серед ненасичених жирних кислот у загальних ліпідах виявлено для олеїнової кислоти із показником 19,4%.

РОЗДІЛ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці як необхідний елемент системного підходу при розробці і проектуванні технологічних процесів та технологій.

Сучасні харчові технології можна розглядати як складні технічні системи, тому що вони відповідають основним ознакам СТС, а саме:

- багатомірністю системи;
- розгалуженістю структури;
- великою кількістю взаємозв'язків між елементами системи;
- різноманіттю природи елементів системи;
- відносною автономністю елементів;
- слабкою передбачуваністю поведження;
- цілеспрямованістю.

Основним методом вивчення СТС в сучасних методах дослідження є *системний підхід*.

Ідея системного підходу – навколишній світ складається зі взаємозв'язаних і взаємодіючих об'єктів.

Принцип системності передбачає розгляд об'єкта чи процесу як єдине ціле складових його елементів, що дозволяє виявити його нові властивості.

Принципи системного підходу: ієрархічність, інтеграція і формалізація.

Ієрархічність впливає з ієрархічної упорядкованості системи і передбачає трипідрівневий рівень дослідження:

- власний рівень;
- вищестоящий рівень;
- нижчестоящий рівень.

Інтеграція - вивчення інтегративних властивостей.

Формалізація – дослідження системи шляхом формального опису системи, наприклад, мовою математики. В цьому випадку використовують математичне моделювання.

Моделювання – дослідження не реальної системи, а її моделі.

Використання моделі дозволяє:

- значно скоротити матеріальні і інтелектуальні збитки при дослідженні системи;
- значно простіше установити деякі властивості системи;
- оперативно вирішувати питання дослідження складної системи.

Принцип моделювання дозволяє безпосередньо перейти до розробки технічної системи виробничого призначення. Етапи розвитку ТС від моделі до натурної, промислової системи наведені на рис. 4.1.

Об'єктивний розвиток науки і необхідність підвищення ефективності функціонування сучасних виробництв сприяє розвитку і удосконаленню ТС. Ці процеси, як правило, спрямовані на підвищення критеріїв функціонування системи за рахунок підвищення показників роботи елементів системи. Однак практика розвитку ТС свідчить про те, що одночасне підвищення всіх показників і критеріїв неможливе. Тому принцип прогресивного розвитку для кожного нового покоління технічних систем полягає в поліпшенні одних і, по можливості, не погіршення інших критеріїв.

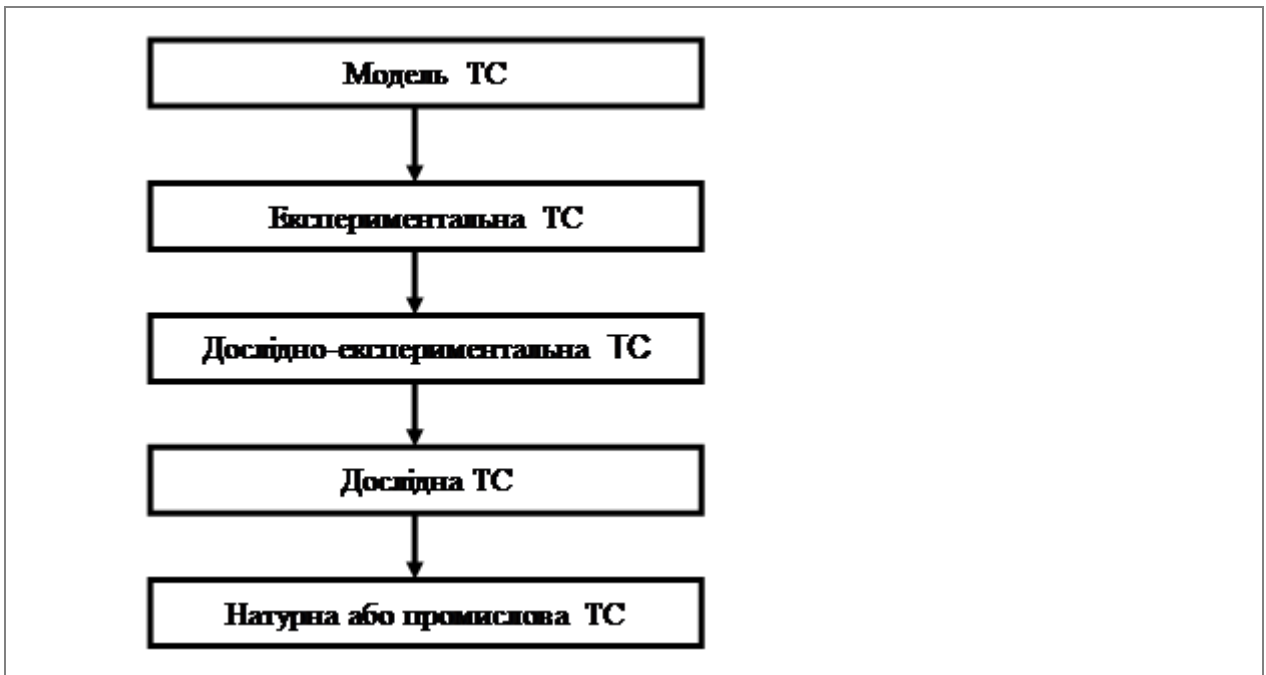


Рис. 4.1 – Етапи розробки технічних систем

Систематика розвитку СТС за Богомолвим О.В. і Краснобаєвим В.В. наведена на рис. 4.2.



Рис. 4.2 – Систематика критеріїв розвитку технічних систем

Аналіз систематики вказує на чотири основних критерії розвитку, які в свою чергу підрозділяються на складові критерії. Так критерій «Безпека» є складовою частиною антропологічного критерію. Однак законодавство про охорону праці, як було вказано у попередній лекції, вимагає, а практика експлуатації СТС підтверджує паритетність розвитку заходів і засобів з охорони праці по відношенню до нових, особливо революційних рішень в галузі техніки і технології. Ці підстави вказують на те, що критерій «Безпека» повинен мати інше положення у систематиці критеріїв.

4.2. Вимоги до планування виробничих приміщень на підприємствах із виробництва молочної продукції.

В процесі виробництва (виготовлення) харчової продукції вода, яка використовується та безпосередньо контактує з продовольчим (харчовим) сировиною і матеріалами упаковки, повинна відповідати вимогам до питної води, встановленим законодавством держави (вода повинна відповідати державному стандарту) [30].

Планування виробничих приміщень, їх конструкція, розміщення і розмір повинні забезпечувати:

- можливість здійснення потоку технологічних операцій, що виключає зустрічні або перехресні потоки продовольчого (харчового) сировини та харчової продукції, забрудненого і чистого інвентарю;
- захист від проникнення в виробничі приміщення тварин, в тому числі гризунів, і комах;

- можливість здійснення необхідного технічного обслуговування і поточного ремонту технологічного устаткування, прибирання, миття, дезінфекції, дезінсекції та дератизації виробничих приміщень;
- необхідний простір для здійснення технологічних операцій;
- захист від скупчення бруду, осипання частинок в вироблену харчову продукцію, утворення конденсату, плісняви на поверхнях виробничих приміщень;
- умови для зберігання продовольчого (харчового) сировини, матеріалів упаковки і харчової продукції.
- Виробничі приміщення, в яких здійснюється виробництво (виготовлення) харчової продукції, повинні бути обладнані:
 - засобами природної і механічної вентиляції, кількість і (або) потужність, конструкція і виконання яких дозволяють уникнути забруднення харчової продукції, а також забезпечують доступ до фільтрів і інших частин зазначених систем, які вимагають чищення або заміни;
 - природним або штучним освітленням, що відповідає вимогам, встановленим законодавством держави;
 - туалетами, двері яких не повинні виходити в виробничі приміщення і повинні бути обладнані вішалками для робочого одягу перед входом в тамбур, оснащений умивальниками з пристроями для миття рук;
 - умивальниками для миття рук з підведенням гарячої і холодної води, із засобами для миття рук і пристроями для витирання та (або) сушки рук;
 - в виробничих приміщеннях не допускається зберігання особистої та виробничої (спеціальної) одягу та взуття персоналу;
 - поверхні підлоги повинні бути виконані з водонепроникних, миються і нетоксичних матеріалів, бути доступними для проведення миття та, при необхідності, дезінфекції, а також їх належного дренажу;

- поверхні стін повинні бути виконані з водонепроникних, миються і нетоксичних матеріалів, які можна піддавати мийці і, при необхідності, дезінфекції;
- стелі або при відсутності стель внутрішні поверхні дахів і конструкції, що знаходяться над виробничими приміщеннями, повинні забезпечувати запобігання скупчення бруду, освіти цвілі і осипання частинок стель або таких поверхонь і конструкцій і сприяти зменшенню конденсації вологи;
- зовнішні вікна, що відкриваються повинні бути обладнані легко знімаються для очищення захисними сітками від комах;
- двері виробничих приміщень повинні бути гладкими, виконаними з неабсорбуючих матеріалів;
- каналізаційне обладнання у виробничих приміщеннях має бути спроектовано і виконано так, щоб виключити ризик забруднення харчової продукції [29].

4.2. Вимоги до використання технологічного обладнання та інвентарю у молочній промисловості

Вимоги до використання технологічного обладнання та інвентарю в процесі виробництва (виготовлення) харчової продукції [30]:

- можливість виробляти їх мийку і (або) очищення та дезінфекцію;
- повинні бути виготовлені з матеріалів, які відповідають вимогам, що пред'являються до матеріалів, що контактують з харчовою продукцією;
- технологічне обладнання, якщо це необхідно для досягнення цілей цього Технічного регламенту і (або) технічних регламентів Митного союзу на окремі види харчової продукції, має бути оснащено відповідними контрольними приладами;

- робочі поверхні технологічного обладнання та інвентарю, які контактують з харчовою продукцією, повинні бути виконаними з неабсорбуючих матеріалів.

4.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях.

4.3.1. Зараження харчової сировини і готової продукції небезпечними хімічними речовинами.

Зараження харчової сировини і готової продукції небезпечними хімічними речовинами відбувається при аварійних ситуаціях на хімічно-небезпечних об'єктах та при застосуванні хімічної зброї [29]. Глибина проникнення отруйних речовин у продукти харчування, особливо сипучі, в декілька разів більша, ніж у таропакувальні матеріали, при цьому в твердих жирах, вершковому маслі, комбіжирі, маргарині вона поступово збільшується. У рослинних оліях краплі отруйних речовин і аерозолі розчиняються і можуть розповсюджуватись на всю масу. Пари отруйних речовин легко проникають з повітрям через нещільності приміщень, негерметичну тару та упаковку і концентруються: в борошні, крупі, картоплі, овочах – у зовнішньому шарі; в хлібі – головним чином у шкуринці, в солі, цукровому піску; – в більш глибинних шарах; – у м'ясі вони заражають, у першу чергу, ділянки, покриті жиром. Ступінь зараження харчової сировини, готової продукції та води небезпечними хімічними речовинами залежить від: – виду небезпечної хімічної речовини, що потрапила в докільця після аварії; – агрегатного стану небезпечної хімічної речовини; – концентрації небезпечної хімічної речовини; 133 – стійкості небезпечної хімічної речовини; – виду харчових продуктів і умов їх зберігання (в цеху, на складі та ін.); – характеру водопостачання. Небезпечним є зараження отруйними речовинами (ОР), які мають значну

стійкість (зберігають тривалий час токсичні властивості) і можуть проникати на певну глибину у різні продукти. Найбільш небезпечними щодо цього є стійкі ОР: Ві-ікс, зарин, зоман (група фосфорорганічних отруйних речовин (ФОР)), іприт, які добре абсорбуються зерном, борошном, цукром, сіллю та можуть зберігати вражаючу дію довгий час (тижні, місяці). Наприклад, ФОР проникають у хліб, бульби картоплі на глибину до 2 см, у м'ясо – до 7 см, у тверді жири – на 8...10 см, у крупи і цукор – до 8 см, у макаронні вироби – до 14...16 см. Зараження води залежить від типу ОР та характеру водоймища (вода джерела). Іприт після потрапляння у воду утворює масляну плівку. У колодязі, озері, ставку, відкритій місткості з водою іприт поступово осідає на дно і тривалий час зберігає свої токсичні властивості. Забійні тварини та птахи можуть заражатись ОР під час транспортування або на переробному підприємстві, якщо вони утримуються в незахищених приміщеннях. Шляхи зараження можуть бути поверхневі (при попаданні скраплених ОР на шкіру) та внутрішні (при годівлі тварин зараженим фуражем, напуванні зараженого водою, знаходженні тварин в зараженій ОР атмосфері та при контакті тварин і птахів із зараженими предметами).

4.3.2. Зараження харчової сировини і продуктів харчування біологічними засобами.

При потраплянні в навколишнє середовище небезпечних біологічних засобів (випадкове занесення збудників захворювань, аварії або застосуванні біологічної зброї) та поширенні на місцевості хвороботворних бактерій, вірусів, рикетсій, грибків, токсинів, небезпечних шкідників можуть утворюватися зони біологічного зараження і осередки біологічного ураження [30]. Продовольство, яке знаходиться в осередку біологічного ураження, при збереженні на відкритих майданчиках і в негерметичних приміщеннях, перш все, незатарене чи негерметично упаковане підлягає небезпеці зараження збудниками інфекційних

захворювань. Треба мати на увазі, що біологічні засоби тривалий час зберігають свої вражаючі властивості, особливо при низьких температурах і в похмуру погоду. Вони можуть виживати на внутрішніх поверхнях приміщень і тари, а також у різних харчових продуктах, де мікроорганізми активно розмножуються. Продукти харчування і сировина найбільш інтенсивно заражаються збудниками хвороб у випадку застосування їх аерозольним шляхом. Крім того, можливе зараження виділеннями хворих людей і тварин, комахами (паразитами), гризунами – переносниками інфекційних захворювань, зараженими предметами догляду за хворими. Характер, ступінь зараження продуктів харчування, сировини, води і глибина проникнення в них хвороботворних мікробів залежать від: – виду збудників, – шляхів їх надходження; – виду продуктів, їх вологості, температури, часу та умов зберігання. Деякі харчові продукти можуть служити середовищем, на якому мікроорганізми не тільки зберігають свою життєдіяльність, і розмножуються, і є джерелом зараження людей і тварин. Наприклад, збудник чуми зберігається у продуктах до 3 місяців, у воді – до 2...3 тижнів; збудник азіатської холери зберігається у маслі до 30 діб, у чорному хлібі – до 4 діб, у білому – до 26 діб, на овочах і фруктах – до 8 діб, у воді – до декількох місяців; збудник бруцельозу живе у воді до 2 місяців; збудник туляремії – до 3 місяців; дизентерійна паличка живе у ґрунті до 62 діб, у воді – до 92 діб, на хлібі – до 20 діб, на свіжих овочах і фруктах – до 6 діб. Уражати сільськогосподарських тварин можуть збудники інфекційних захворювань, які уражають людей і тварин, - сибірки, ящуру, енцефаліту коней, сапу, туляремії, Ку-пропасниці та ін.; збудників інфекційних захворювань, властивих тільки тваринам - чуми великої рогатої худоби, африканської чуми свиней, африканської чуми непарнокопитих.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Bakeet, Z. A. N. Fatty acid composition with special emphasis on unsaturated trans fatty acid content in margarines and shortenings marketed in Saudi Arabia / Z. A. N. Bakeet, F. M. H. Alobeidallah, S. Arzoo // *International Journal of Biosciences*. – 2013. – Vol. 3, № 1. – P. 86–93.
2. Barron L.J.R., M. Hierro T.G., SantaMaria G. Determination of bovine butterfat triacylglycerols by reversed-phase liquid chromatography and gas chromatography // *J. Dairy Res.* 1990. Vol. 57. pp. 517-526.
3. Characterizing volatile compounds and proteolysis in Gokceada artisanal goat cheese / A. A. Hayaloglu, K. Yasar, C. Tölü [et al.] // *Small Ruminant Research*. – 2013. – Vol. 113, № 1. – P. 187–194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.001>.
4. Cheese in nutrition and health / Barbara Walther [et. al] // *Dairy Sci. Technol.* – 2008. – Vol. 88. – P. 389–405 97
5. Composition and textural properties of Mozzarella cheese naturally-enriched in polyunsaturated fatty acids / M. Caroprese, A. Sevi, R. Marino [et al.] // *Journal of Dairy Research*. – 2013. – Vol. 80, № 3. – P. 276–282. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002202991300023X>.
6. Compositional, Functional and Sensory Characteristics of Selected Mexican Cheeses / I. Caro, S. Soto, L. Fuentes [et al.] // *Food and Nutrition Sciences*. – 2014. – Vol. 5, № 4. – P. 366–375. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.54044>.
7. Discrimination of commercial cheeses from fatty acid profiles and phytosterol contents obtained by GC and PCA / N. S. Kim, J. H. Lee, K. M. Han [et al.] // *Food Chemistry*. – 2014. – Vol. 143. – P. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.083>.
8. Effect of elevated temperature on the microstructure of full fat Cheddar cheese during ripening / K. Soodam, L. On, I. B. Powell [et al.] // *Food*

- Structure. – 2017. – Vol. 14. – P. 8–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.003>.
9. Effect of Only Pasture on Fatty Acid Composition of Cow Milk and Ciminà Caciocavallo Cheese / M. Scerra, L. Chies, P. Caparra [et al.] // *Journal of Food Research*. – 2016. – Vol. 5, № 3. – P. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.5539/jfr.v5n3p20>.
 10. Gastaldi D., Medana C., Giancotti V., Aigotti R. et al. The definition of authenticity of cheese trademarks by RP HPLC // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2011. Vol. 113. pp. 197-207.
 11. Lucey J. A. Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese / J. A. Lucey, M. E. Johnson, D. S. Home // *Journal of Dairy Science*. — 2003. — Vol. 86. — P. 2725–2743.
 12. McSweeney, P.L.H. Biochemistry of cheese ripening / P. L. H. McSweeney // *International Journal of Dairy Technology*. – 2004. – Vol. 5. – № 2/3. – P. 127–144.
 13. Mohamed, A. G. Low-Fat Cheese: A Modern Demand / A. G. Mohamed // *International Journal of Dairy Science*. – 2015. – Vol. 10, № 6. – P. 249–265. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijds.2015.249.265>.
 14. Nájera A.I., Barcina Y., de Renobales M., Barron L.J.R. // *Chromatographia*. 1998. Vol.47. No 9-10. pp. 579-586.
 15. Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndza cheese / J. Sádecká, E. Kolek, D. Pangallo [et al.] // *Food Chemistry*. – 2014. – Vol. 150. – P. 301–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.163>.
 16. Prosekov, A. Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // *Foods and Raw Materials*. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 201–211. DOI: <http://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211>.

17. Shahein, M. R. Fatty Acids and Amino Acids Composition of Milk and Resultant Domiati Cheese Produced from Lactating Cows Fed Different Energy and Protein Sources Rations / M. R. Shahein, E. S. Soliman // World Journal of Dairy and Food Sciences. – 2014. – Vol. 9, № 2. – P. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.8624>.
18. The individual contribution of starter and non-starter lactic acid bacteria to the volatile organic compound composition of Caciocavallo Palermitano cheese / V. Guarrasi, C. Sannino, M. Moschetti [et al.] // International Journal of Food Microbiology. – 2017. – Vol. 259. – P. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.022>.
19. Upadhvav, V.K. Proteolysis in cheese during ripening. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology / V.K. Upadhvav [et. al] // London: Elsevier. – 2004. – Vol. 1. – P. 391–434.
20. Бурда Л. Р. Фізико-хімічні показники молока овець української гірськокарпатської породи за різних умов утримання / Л. Р. Бурда, П. В. Стапай // Науково-технічний бюлетень. — 2008. — Вип. 9. - № 4. — С. 13–17.
21. Власова Ж. А. Жирнокислотный состав сыра с пряно-ароматическими растениями / Ж. А. Власова, А. А. Кочиева, Н. Ю. Власов // Сыроделие и маслоделие. – 2013. – № 4. – С. 18–19.
22. Вудмаска І. В. Ізомерний склад жирних кислот молока корів при заміні частини клітковини раціону цукром / І. В. Вудмаска, О. В. Голубець // Науково-технічний бюлетень. — 2008. — Вип. 9. - № 1, 2. — С. 89–93.
23. Галух Б. І., Паска М. З. Дослідження ліполітичних процесів у продуктах функціонального призначення, виготовлених з сировини Карпатського регіону // Технологии пищевой, легкой и химической промышленности.- 2016. - № 3/3(29). – С. 23-29.
24. Галух Б.І. Дослідження структурно-механічних показників бринзи виготовленої з молока різних видів тварин / Б.І. Галух // Науковий

- вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. – Т.12. – № 3(45). – Ч. 4. – 2010. – С. 14-18.
25. Горбатов А. В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. Справочник / Под ред. А. В. Горбатова. — М. Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 296 с. 1
26. Горбатова К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. — СПб. : ГИОРД, 2004. — 362 с.
27. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гуньков. – СПб. : ГИОРД, 2010. – 336 с.
28. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А.Гудкова. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ДеЛи принт, 2004. — 804 с.
29. Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Анисимович И.П., Перистый В.А. и др. // Заводская лаборатория. 2008. Т. 74. № 3. С. 15-19.
30. Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Анисимович И.П., Туртыгин А.В. // Методы оценки соответствия. 2007. № 6. С. 10-11.
31. Жукова Я. Ф. Особливості жирнокислотного складу молока кіз / Я. Ф. Жукова, Г. Ф. Насирова, О. В. Бондарчук, О. А. Захандревич // Вісник аграрної науки. — 2009. — № 6. — С. 59–62.
32. Журавлев А.В. Трансжиры: что это такое и с чем их едят (полный вариант). М.:2012. 138 с.
33. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева. - М.: Высшая школа, 1996. – 378 с.
34. Индина И.В., Туртыгин А.В., Дейнека В.И., Дейнека Л.А. // Сорбционные и хроматографические процессы. 2013. Т. 13. № 1. С. 23-32.
35. Коноплева, Г. Ф. Заменитель молочного жира – продукт здорового питания / Г. Ф. Коноплева, Л. В. Лапшина // Переработка молока. – 2015. – Т. 192, № 10. – С. 80–83.

36. Кригер, А.В. Интенсификация процесса созревания сыров / А.В. Кригер, А.Н. Белов, В.П. Вистовская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 7 (69). – С. 69–73.
37. Крусъ Г.Н., Кулешова И.М., Дунченко Н.И. Технология сыра и других молочных продуктов. — М.: Колос, 1992. — 320 с.
38. М. Д. Кухтин, Ефективна санітарна обробка технологічного обладнання як основа безпечного виробництва / М. Д. Кухтин, Ю. Б. Перкій, О. С. Покотило, С. В. Лайтер-Москалюк // Молочная индустрия. –2015. – №4. – С. 26 – 27.
39. Миллз О. Молочное овцеводство / О. Миллз. — М. : Агропромиздат, 1985. — 244 с.
40. Николаев Л.К. Экспериментальные исследования реологических характеристик плавленого сыра «Кисломолочный» / Л.К. Николаев, Б.Л. Николаев // Науч. журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2013. – № 4. [Электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>.
41. Николаев, А.М. Технология сыра / А.М. Николаев. - М.: Агропромиздат, 1985.
42. Орлюк Ю. Т. Исследование протеолиза и липолиза в сырах с плесенью / Ю. Т. Орлюк, М. И. Степанищев // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 30, № 3. – С. 45–48.
43. П. В. Стапай, Л. Р. Бурда. Особливості хімічного складу і біологічної цінності молока овець // Біологія тварин. - 2010. - т. 12. - № 1. – С. 44-53.
44. Покотило О. Використання лляної олії у технології виробництва сиру / О. Покотило, А. Лялик // Збірник тез доповідей XVII наукової конференції ТНТУ ім. Івана Пулюя, 20-21 листопада 2013 року. — Т. :

- ТНТУ, 2013. — Том: Природничі науки та інформаційні технології. — С. 76.
45. Покотило О. С. Вплив поліненасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 на ліпогенез і холестериногенез в організмі морських свинок і білих щурів за нормальних умов і при холестериновому навантаженні : автореф. дис... д-ра біол. наук / О. С. Покотило; Ін-т біології тварин УААН. — Л., 2008. — 36 с.
46. Покотило О., Лялик А., Ониськів В. Молоко і молочні продукти з підвищеним вмістом омега-3 жирних кислот. Міжнародна науково-технічна конференція "Стан і перспективи харчової науки та промисловості" – Тернопіль, ТНТУ, 8-9 жовтня 2015р. – 149-150 с.
47. Покотило О.С. Вміст омега-3 жирних кислот у молоці і молочних продуктах / Покотило О.С., Юзва Ю.М., Ярошенко Т.Я. // Медична хімія. – 2014. - № 3 (60). – С. 130.
48. Рудаков О.Б., Полянский К.К., Рудакова Л.В. // Переработка молока. 2018. № 2 (221). С. 54-56.
49. Скотт Р. Производство сыра. Научные основы и технологии: пер. с англ. / Р. Скотт, К. Робинсон, Р. А. Уилби; под общ. ред. К.К. Горбатовой. – 3-е изд. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.
50. Степанова Л.И., Потепкин М.С. // Молочная промышленность. 2018. № 5. С. 20-21
51. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной. — М.: Колос, 2004. — 455 с.
52. Технология производства молочных продуктов: Справочник. — М.: Тетра Пак АО, 2001. — 400 с.
53. Туринський В. М. Технологія виробництва овечих сирів в колективних і фермерських господарствах / В. М. Туринський, О. Д. Горлова, Е. Г. Тимофієв. — Київ: БМТ, 2000. — 135 с.

54. Хавров Я.В. Изучение реологических показателей сырной массы на стадии формования и прессования / Я.В. Хавров, М.П. Щетинин // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов. – Сб. науч. трудов. – Вып. 6. – Кемерово, 2003. – С. 3-4.
55. Хавров Я.В. Консистенция – одна из важнейших характеристик сыра / Я.В. Хавров // Ползуновский альманах. – 2005. – №1. – С. 116-117.
56. Цісарик О. Й. Жирнокислотний склад молочного жиру корів / О. Й. Цісарик, Г. В. Дроник // Біологія тварин. — 2008. — Т. 10, № 1–2. — С. 84–102.
57. Чумаченько С. Якість твердих сирів залежно від типів годівлі / С. Чумаченько, Я. Вовк // Ж-л «Тваринництво України». Спеціалізований додаток до «ТУ». — 2007. — № 1. — С. 13–14.
58. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. Справочник. — М.: Колос, 2000. — 280 с.
59. Шинкарук О. Актуальність санобробки технологічного обладнання молокопереробних підприємств ензимними засобами / О. Шинкарук, Х. Кравченко, М. Кухтин, О. Покотило // Молочная индустрия. – 2017. – №2. – С. 30–33.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник тез доповідей

Том II

IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих
учених та студентів

25-26 листопада 2020 року

УКРАЇНА

ТЕРНОПІЛЬ – 2020

Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. **Актуальні задачі сучасних технологій**

– Тернопіль 25-26 листопада 2020.

СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ БІО- ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЙ

УДК 637.3.07, 665.11

**Д.А. Арутюнян, Л.А. Сторож, канд. техн. наук, О.С. Покотило, докт. біол. наук,
проф.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД СИРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА**

D. A. Arutyunyan, L.A. Storoz, PhD, O.S. Pokotylo, Dr., Prof.

**FATTY ACID COMPOSITION OF CHEESE DEPENDING ON PRODUCTION
TECHNOLOGY**

Жирнокислотний склад харчових продуктів має велике значення як для метаболізму в цілому організмі, так і для ліпідного обміну [1]. Молочна продукція, зокрема сири, займають вагому частку у харчовому раціоні людини. Молочний жир відіграє особливу роль в технології виготовлення твердих сирів, а в подальшому оцінці їх якості та можливості фальсифікації. Якісний і кількісний вміст молочного жиру в молоці залежить від породи худоби, стадії лактації, віку, стану здоров'я тварини, раціону годівлі, умов доїння і змісту, м'язової навантаження тварин. Молочний жир в чистому вигляді являє собою складний ефір трьохатомного спирту гліцерину, насичених і ненасичених жирних кислот. Молочний жир знаходиться в молоці у вигляді жирових кульок розміром від 0,5 до 10 мкм, оточених білково-лецитиновою оболонкою. При вживанні 0,5 л молока покривається близько 20% добової потреби людини в цих кислотах. Молоко також багато фосфоліпідами, основним представником яких є лецитин, що входить до складу білковolecитинового комплексу оболонок жирових кульок молока. Присутність в молочному жирі значних кількостей

фосфоліпідів і вітамінів (E, A, D) підвищує його біологічну цінність. Особливе важливе значення має вміст омега-3 ПНЖК як в раціоні в цілому, так і зокрема у молочних продуктах і власне у сирах. Відомо, що омега-3 поліненасичені жирні кислоти на сьогодні є в дефіциті у раціоні, а їх роль в організмі є надважливою [1]. В лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії проведено порівняльне дослідження жирнокислотного складу окремих твердих сирів. Готували метилові ефіри кислот. Для цього наважку сиру масою близько 25г з гексаном нагріли на водяній бані до кипіння. Після охолодження розчин інтенсивно перемішували 2 хв, потім дали відстоятися реакційної суміші протягом 5 хв і відфільтрували через паперовий фільтр. Готовий розчин передавали для газохроматографічного аналізу на газовому хроматографі з полум'яноіонізаційним детектором і програмуванням температури. Відомо, що молочний жир містить недостатню кількість високомолекулярних жирних кислот, з яких переважають олеїнова і пальмітинова кислоти. Встановлено, що досліджувані сири містять підвищену (близько 8%) кількість низькомолекулярних (летючих) жирних кислот (масляної, капронової, каприлової, капринової), порівняно із іншими сирами. Співставлення отриманих нами даних хроматограм щодо жирнокислотного складу досліджуваних сирів дозволяє визначати і характер фальсифікації: за рахунок заміни коров'ячого жиру на пальмову олію або заміники молочного жиру на основі пальмової або соняшникової олії.

Література 1. Покотило О. С. Вплив поліненасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 на ліпогенез і холестериногенез в організмі морських свинок і білих щурів за нормальних умов і при холестериновому навантаженні : автореф. дис... д-ра біол. наук / О. С. Покотило; Ін-т біології тварин УААН. – Л., 2008. – 36 с.