

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Кафедра технології молока і молочних продуктів

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 181 Харчові технології

за освітньо-професійною програмою Технології зберігання,
консервування та переробки молока

на тему : «Розроблення технології кисловершкового масла з
використанням *Enterococcus faecium*, виділеним із традиційної
карпатської бринзи»

Виконавець:

здобувач вищої освіти

Максимець В.В

Науковий керівник:

Цісарик О.Й.

Рецензент:

Сімонова І.І.

Львів – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій
Кафедра Технології молока і молочних продуктів
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма Технології зберігання, консервування та переробки молока

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

д.с-г.н., професор Цісарик О.Й.

“ 15 ” серпня 20 23 року

З А В Д А Н Н Я

На кваліфікаційну роботу магістра
Максимцю Владиславу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення технології кисловершкового масла з використанням *Enterococcus faecium*, виділеним із традиційної карпатської бринзи Керівник роботи Цісарик Орися Йосипівна, д.с-г.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу
від “ 22 ” 18 20 23 року № 937/4

2. Строк подання студентом роботи 22.11.23
3. Вихідні дані до роботи: Об'єкт дослідження – технологія кисловершкового масла із використанням штаму *Enterococcus faecium*, виділеним із традиційної карпатської бринзи. Предмет дослідження – порівняння складу та властивостей кисловершкового масла та солодковершкового масла
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність проведених досліджень, висновки, пропозиції виробництву, список літератури.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): таблиці, рисунки, графіки та програма Power Point.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Цісарик О. Й., завідувач кафедри	15.03.23	
4	Березівський Я. П.	25.09.23	

7. Дата видачі завдання 15 березня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного Роботи	Строк виконання етапів Роботи	Прізвище
1	Вступ	18.03.23	
2	Огляд літератури	25.05.23	
3	Матеріали та методи дослідження	27.06.23	
4	Результати власних досліджень	29.09.23	
5	Економічна ефективність проведених досліджень	25.10.23	
6	Висновки і пропозиції	25.10.23	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Максимець

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Цісарик О. Й.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

с.

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1.ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	
1.1. Продукт вершкове масло, його склад, властивості, можливі вади	
1.1.1. Продукт вершкове масло.....	7
1.1.2. Класифікація вершкового масла.....	7
1.1.3. Склад та властивості вершкового масла.....	9
1.1.4. Склад молочного жиру.....	11
1.1.5. Вади масла.....	14
1.2. Технологія вершкового масла	
1.2.1. Виробництво вершкового масла способом збивання.....	16
1.2.2. Виробництво вершкового масла способом перетворення високожирних вершків.....	23
1.3. Кисловершкове масло. Особливості. Технологія виробництва.	
1.3.1. Особливості кисловершкового масла.....	28
1.3.2. Технологія кисловершкового масла.....	29
1.4. Молочнокислі бактерії для виробництва кисловершкового масла.	
Пробіотичні молочнокислі бактерії.....	34
1.5.Ентерококи при виробництві молочнокислих продуктів.....	35
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	40
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ	
ДОСЛІДЖЕНЬ.....	41

2.1. Методи дослідження молока і вершків.....	41
2.2. Методи визначення властивостей масла.....	41
Розділ 3. Результати власних досліджень	
3.1. Дослідження вершків – сировини.....	48
3.2. Дослідження процесу ферментації.....	48
3.3. Виготовлення кисловершкового масла.....	51
3.4. Органолептичні та фізико-хімічні показники масла.....	53
3.5. Мікробіологічні показники масла.....	56
3.6. Жирнокислотний склад масла.....	57
3.7. Зміна властивостей масла під час зберігання.....	61
3.7.1. Мікробіологічні показники масла на 30 –ту добу зберігання.....	61
3.7.2. Чутливість масла до процесів окиснення.....	61
3.7.3. Схильність масла до пліснявіння.....	62
Розділ 4. Розрахунок економічно ефективності виробництва кисловершкового масла з штамом.....	
ВИСНОВКИ.....	72
Пропозиції виробництву.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74

Вступ

Вершкове масло — надзвичайно смачний, поживний, висококалорійний та біологічно цінний продукт. Серед усіх природних жирів вершкове масло відзначається великою комплексністю компонентів, що входять до його складу та найвищим ступенем засвоюваності. Серед усіх видів масла, кисловершкове масло, незважаючи на те, що воно є національним продуктом, виготовляється в дуже малих кількостях і часто взагалі відсутнє в наших крамницях. Це зумовлено ускладненою технологією його виробництва, адже технологічна схема передбачає додаткову операцію ферментації вершків. Однак, кисловершкове масло має ряд додаткових цінних властивостей, як специфічного приємного аромату і смаку, зумовленого метаболітами молочнокислої мікрофлори, так і кращого перетравлення завдяки зниженому рН. Крім того, воно наділене особливими біологічними властивостями, оскільки молочнокисла мікрофлора продукує окремі жирні кислоти з функціональними властивостями. Однак, складу заквашувальних препаратів для ферментації вершків для виробництва кисловершкового масла в нашій країні приділяється дуже мало уваги. Зокрема, недостатньо досліджень щодо включення до складу заквашувальних препаратів для виробництва кисловершкового масла пробіотичних молочнокислих культур.

На кафедрі технології молока і молочних продуктів нашого ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького із традиційної карпатської бринзи ізольовано штами *Enterococcus faecium*, які були внесені до міжнародного Генбанку і депоновані у вітчизняній колекції мікроорганізмів. Встановлено, що ці штами наділені пробіотичними властивостями.

Метою нашої роботи було залучити один із штамів *Enterococcus faecium*, а саме штам SB 18 до складу заквашувального препарату для ферментації вершків для кисловершкового масла та розробити технологію його виробництва.

1. Огляд літератури

1.1. Продукт вершкове масло, його склад, властивості, можливі вади

1.1.1. Продукт вершкове масло

Вершкове масло – це один із продуктів харчування, необхідний для нормального функціонування організму людини.

Вперше масло стали використовувати в їжу в давній Індії приблизно 4 тисячі років тому. Цей продукт швидко став популярним у всьому світі. Вже до IX століття масло широко поширилося у народі. Його виготовляли самостійно з молока та вершків. Через короткий термін придатності масло перетоплювали в печі. А з початку XIX століття стало продаватися вершкове масло, вироблене промисловим шляхом[36].

Масло, що його виробляють з вершків та (або) продуктів перероблення молока, яке має специфічний притаманний йому смак, запах та пластичну консистенцію за температури $(12 \pm 2) ^\circ\text{C}$, з вмістом молочного жиру не меншим ніж 61,5 %, що становить однорідну емульсію типу «вода в жирі» [17].

Відомо, що солодковершкове масло виробляється із пастеризованих вершків шляхом збивання або перетворення високожирних вершків.

Науково доведено, що добова норма споживання вершкового масла повинна становити близько 35-40 г. Позаяк при споживанні значної кількості воно нестиме шкоду для організму людини [31].

1.1.2. Класифікація вершкового масла

Залежно від технологічних особливостей та органолептичних показників вершкове масло поділяють на види: – солодковершкове та солоне солодковершкове; – кисловершкове та солоне кисловершкове. Солодковершкове масло – вид вершкового масла, що його виробляють із пастеризованих натуральних вершків; кисловершкове масло виробляють із пастеризованих вершків, сквашених чистими культурами молочнокислих бактерій; солоне вершкове масло виробляють з додаванням кухонної солі.

Масова частка кухонної солі для масла солоного солодко- та кисловершкового повинна бути не більше ніж 1,0 %. Топлене масло, молочний жир – група масла, що отримане з вершкового масла, підсирного масла, масла-сирцю або вершків видаленням практично всієї вологи та інших, окрім жиру, твердих речовин. Масло вершкове з наповнювачами згідно з ДСТУ 4592:2006 «Масло вершкове з наповнювачами» виробляється лише з коров'ячого молока або продуктів його перероблення з додаванням наповнювачів із або без харчових добавок та вітамінів . Залежно від наповнювачів та харчових добавок його поділяють на види: масло вершкове з какао – «Шоколадне», вершкове з кавою, вершкове з цикорієм, вершкове фруктовো-ягідне та вершкове медове. Групу масла з комбінованим складом жиру – молочного та рослинного, виділено в окрему групу згідно ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирів». Залежно від масової частки загального жиру продукти поділяються на групи: спред з масовою часткою загального жиру від 50 до 85% та суміш жирова [4]. Продукти залежно від технології їх виробництва та органолептичних показників поділяють на види: спред солодковершковий, кисловершковий, солоний, з наповнювачами, суміш жирова несолонна та жирова солонна [19].

Масло класифікують за видом та вмістом жиру.

За видом масло поділяють :

- Солодковершкове
- Кисловершкове
- Топлене
- Солоне
- Вологодське
- Солодковершкове – солоне і несолоне
- Кисловершкове –солоне і несолоне
- Масло, піддане тепловому обробленню

Тоді як за вмістом жиру масло буває:

- Масло екстра (80-85% жиру)

- Селянське (72,5-79,9% жиру)
- Бутербродне (61,5-72,4% жиру)
- Топлоне (99,8% жиру) [22]

1.1.3. Склад та властивості вершкового масла

Таблиця 1.1

Види та властивості масла

Вид масла	Вміст, г /на 100г продукту		
	жиру	води	СЗЗМ
Солодко-і кисловершкове несолоне	82,5	16,0	1,5
Солодко-і кисловершкове солоне	81,5	16,0	1,5
Любительське солодко-і кисловершкове	78,0	20,0	2,0
Селянське солодко- і кисловершкове несолоне	72,5	25,0	2,5
Селянське солодко- і кисловершкове солоне	71,5	25,0	2,5

Бутербродне солодко- кисловершкове	і	61,5	35,0	3,5
--	---	------	------	-----

Як і в молоці, в ньому міститься багато корисних здоров'ю мінеральних речовин. Найбільше масло містить калію, кальцію та фосфору. Трохи менше натрію та міді. Є в ньому також цинк, залізо та магній. Але якщо розглядати хімічний склад масла докладно, можна виявити інші мікроелементи. Крім того, у ньому є холестерин, казеїн, лактоза, багато насичених та ненасичених жирних кислот, лінолева та арахідонова кислоти, бутират. Не всі ці речовини однаково корисні. При непереносимості молочних білків та лактози можна використовувати топлене масло, у якому відсутні лактоза та казеїн. Але жирні кислоти необхідні підтримки нормальної роботи всіх органів [30].

Щодо властивостей масла то воно дуже корисне адже там містяться вітаміни А, К, Е. Орім того воно покращує засвоюваність жиророзчинних вітамінів А, Е, D. Вважається, що масло це джерело ненасичених кислот які позитивно впливають на судини. Проте варто пам'ятати, що окрім ненасичених кислот, в маслі багато і насичених жирів надлишок яких шкодить здоров'ю людини [31].

Енергетична цінність масла становить, ккал/ 100 г:

- бутербродного - 590/600,
- солодковершкового - 740/750,
- топленого - 850/870.

Таким чином масло належить до висококалорійних продуктів харчування [17].

Але незважаючи на багатий хімічний склад і харчову цінність вершкового масла, воно не завжди виявляється корисним. Деяким людям не рекомендують вживати цей продукт. Пов'язано це із вмістом холестерину, який може відкладатися на стінках судин. Тому протипоказано його їсти при

ожирінні, гострій серцевій недостатності, атеросклерозі, тромбозі, після інсульту. Не можна вживати вершкове масло та інші молочні продукти, при непереносимості лактози. В цьому випадку може виникнути метеоризм, нетравлення шлунка, пронос, біль у животі [30].

За харчовою цінністю масло поступається молоку, сирам і кисломолочним продуктам унаслідок меншої збалансованості основних харчових речовин – при високій кількості жиру воно містить мало білків, вуглеводів, мінеральних речовин і водорозчинних вітамінів. В той же час масло є носієм і постачальником дуже важливих поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів, фосфоліпідів [36].

Висока біологічна цінність вершкового масла пов'язана з наявністю в його складі речовин, супутніх жирам, які належать до біологічно активних. Це, перш за все, жиророзчинні вітаміни, зокрема вітамін А та його провітамін - каротин, вітаміни Д, Е, лецитин, холестерин та інші супутні речовини [38].

Часто рекомендують замінювати вершкове масло рослинним. Але є страви, які стануть через це несмачними. Зазвичай з вершковим маслом використовуються млинці, макаронні вироби. Каша як молочна, так і звичайна на воді теж смачніша з ним. Масло додають у випічку, десерти, супи. Але найпоширенішою стравою є бутерброд. Масло намазують на хліб і поєднують із ковбасою, шинкою, сиром або повидлом. Це чудова та поживна страва для сніданку [42].

1.1.4. Склад молочного жиру

Оскільки вершкове масло – це продукт з високою концентрацією молочного жиру, необхідно розглянути його склад.

Вміст жиру в молоці корів коливається від 3,0 до 6,0%, із середніми значеннями в межах 3,5-4,7% [6]. Вміст молочного жиру залежить від багатьох чинників: генетичних, пори року, рівня кормового жиру в, виду ліпідних добавок і постачання молочної залози ацетатом та інших [1].

За законом Вігнера, молочні ліпіди, які формують систему емульсії молока, а отже частинки найбільшого діаметру в полідисперсній системі молока, є компонентами молока, які в кількісному плані піддаються найбільшим коливанням [5].

Молочний жир жуйних відзначається унікальною композицією, порівнюючи з іншими одомашненими ссавцями, завдяки великій різноманітності жирних кислот, що входять до нього. Така різноманітність зумовлена ефектом рубцевого біогідрогенування ненасичених жирних кислот корму і рівнем синтезу жирних кислот *de novo* в тканині молочної залози [8].

Ліпіди молока корів є подібними до ліпідів молока інших видів, оскільки більшість в їхньому складі займають ТАГ, однак відмінним є те, що в них присутні мінорні компоненти, такі як диацилгліцероли, моноацилгліцероли, вільні жирні кислоти, фосфоліпіди і стероли, крім того, в слідових концентраціях присутні жиророзчинні вітаміни, β -каротин і жиророзчинні ароматичні сполуки [8].

Молочні ліпіди представлені такими класами (у %): фосфоліпіди (0,20-1,0); холестерол (0,419); ТАГ (97-98); 1,2-диацилгліцероли (0,28-0,59); вільні жирні кислоти (0,10-0,44); моноацилгліцероли (0,16-0,38); ефіри холестеролу (0,02), терпени (включаючи сквален, каротиноїди – сліди). Приведені дані стосовно кількостей окремих класів ліпідів молока є актуальними на сьогодні [5].

Головним компонентом ліпідів молока є ТАГ, які становлять за масою 95-98%. Після видоювання свіже молоко містить дуже малі кількості диацилгліцеролів, моноацилгліцеролів і вільних жирних кислот, серед диацилгліцеролів домінують у положенні sn-1,2 диацилгліцероли, які швидше є проміжними продуктом синтезу ТАГ, а не продуктами ліполізу. Склад вільних жирних кислот також відрізняється від складу естерифікованих жирних кислот, зокрема, серед них дуже малі кількості масляної кислоти, що також свідчить про те, що вони не є продуктами ліполітичної активності [8].

Молочний жир жуйних, який найбільше вивчено у корів, характеризується унікальним жирнокислотним складом порівняно до жиру молока нежуйних тварин. Велика різноманітність жирних кислот у жирі молока корів зумовлена рубцевим біогідрогенуванням С18 ненасичених жирних кислот ліпідів корму та синтезом жирних кислот *de novo* в тканині молочної залози [6].

В 1963 р. Г. Гартон повідомляв, що в молочному жирі виявлено 64 жирні кислоти. Р. Дженсен в 1991 р. повідомив, що у складі триацилгліцеролів (ТАГ) молока корів виявлено біля 400 жирних кислот, а в наступному огляді [5] — 416 жирних кислот. Вміст жирних кислот в молочному жирі становить 85 %. Серед жирних кислот виявлено 12–14 жирних кислот з парною кількістю атомів карбону, вміст кожної з яких перевищує 1 % загальної кількості кислот. У жирі молока корів міститься приблизно 70 % насичених жирних кислот, 25 % мононенасичених і 5 % поліненасичених [1]. А. МакГіббон і М. Тейлор повідомляють, що в жирі молока корів міститься до 75 % насичених жирних кислот [8]. Вміст цис-ізомерів мононенасичених жирних кислот у молочному жирі становить від 18 до 24 % загальної кількості жирних кислот, серед них переважає олеїнова кислота — 15–22 %. Частка жирних кислот цис-С14:1 і цис-С16:1 становить в середньому 0,8 і 1,4 % від загального їх вмісту, відповідно. Із поліненасичених цис-ізомерів жирних кислот у молочному жирі переважає лінолева — цис-9, цис-12 (1,2–1,7 %) і α -ліноленова — цис-9, цис-12, цис-15 (0,9–1,2 %) кислоти [8]. Дві останні поліненасичені жирні кислоти є незамінними, лінолева кислота є попередником арахідонової кислоти (0,14 % від загального вмісту жирних кислот молока), а ліноленова — ейкозапентаєнової (0,09 %) і докозагексаєнової (0,01 %) кислот. В останні роки вживання терміну «незамінні» поширилось також на кислоти С20:5 і С22:6, які не можуть синтезуватися в організмі людини у великих кількостях [7]. Серед транс-ізомерів домінуючою в кількісному відношенні є вакценова (ВК) — транс-11 октадеценова кислота, частка якої в ліпідах молока коливається в

широких межах — від 1,91 до 6,34 % із середнім значенням 3,74 %, що становить від 30 до 60 % загальної кількості транс-С18:1 [11].

Крім цієї ізомерної форми, в молоці корів виявлено ще 13 індивідуальних транс-С18:1 ізомерних форм, вміст яких незначний. Серед транс-октадекадієнових жирних кислот лише кислоти двох транс-11 ізомерних форм містяться у відносно вищих концентраціях, серед них особливе місце належить рубцевій кислоті (РК) — цис-9,транс-11 С18:2, частка якої коливається від 0,25 до 1,95 % загальної кількості жирних кислот, а також транс-11, цис-15 С18:2 — в середньому близько 0,33 %. Жирні кислоти інших ізомерних форм містяться в менших концентраціях. Слід зазначити, що РК становить 80–90 % від загальної кількості С18:2 кислот із кон'югованим подвійним зв'язком [13].

Про наявність в молочному жирі октадекадієнових кислот із кон'югованими зв'язками відомо більше, ніж 70 років, однак лише в останні роки встановлено високу біологічну активність ізомеру цис-9,транс-11 С18:2, що ініціювало вивчення його різних властивостей та розроблення способів підвищення його вмісту в молочному, а також в яловичому жирі. Вміст поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) та вміст кислот родин n-6 і n-3 у жирі молока становить, відповідно 4,45–4,93; 3,19–3,80 і 0,51–0,64% від загальної кількості кислот. Кількість вуглеців у жирних кислотах, ступінь ненасиченості і позиція у молекулі ТАГ впливає на поживні і фізичні властивості, а також на біологічну цінність продуктів, що містять молочний жир [2].

1.1.5. Вади масла

Вади масла можуть бути кормового, технологічного і мікробіологічного походження. Крім того, вони виникають у разі порушення умов зберігання продукту (таблиця 1.2) [19].

Таблиця 1.2.

Вади масла і способи їх попередження

Вада	Причина	Спосіб усунення
<i>Вади смаку і запаху</i>		
Кормовий смак	Поїдання коровами рослин з різким запахом, а також введенням у раціон тварин великої кількості патоки, жому, турнепсу, лляної макухи	Поліпшення ботанічного складу травостою пасовища, дотримання оптимальної даванки кормів, введення в раціон тварин кормів різних видів, ретельне проведення органолептичної оцінки молока, підвищення температури пастеризації
Гіркий смак	Поїдання коровами буркуну, полину, суріпиці. Використання для соління масла нестандартної солі. Забруднення маслянокислими бактеріями	Поліпшення травостою пасовища, сінокосів, використання для соління масла солі, яка відповідає вимогам ДСТУ, запобігання забрудненню молока і масла
Нечистий смак	Годівля корів гнилим кормом, розвиток у маслі сторонньої мікрофлори, неякісна закваска	Поліпшення годівлі корів, використання солі, яка відповідає вимогам ДСТУ, запобігання забрудненню молока і масла
Сальний смак	Висока температура збитих вершків і зберігання масла, вплив світлових променів на масло, вміст у маслі великої кількості кисню, міді, заліза	Дотримання температурних режимів при виробництві і зберіганні масла. Не використовувати погано луджений посуд і апарати

Металевий смак	Неякісна закваска, зберігання молока в погано лудженій тарі	Зміна закваски. Використання добре лудженої тари
Сирний присмак	Бактерії, які розщеплюють білки масла, недотримання режимів пастеризації	Регулярна перевірка продукту на бактеріальну забрудненість, підвищення температури пастеризації
<i>Вади смаку і запаху</i>		
Кислий смак	Недостатні пастеризація вершків і промивання масляного зерна, зберігання	Дотримання температурного режиму пастеризації вершків і зберігання масла

1.2. Технологія вершкового масла

1.2.1. Виробництво вершкового масла способом збивання

Отримання вершкового масла із стійкої жирової емульсії вершків складний фізико-хімічний процес. Основою технології вершкового масла є концентрація жирової фази вершків, що знаходиться у вигляді жирових кульок, і пластифікація отриманого на проміжних стадіях продукту. Існують два основні методи виробництва вершкового масла: збивання вершків в масловиготовниках періодичної і безперервної дії і перетворення високожирних вершків. При виробленні масла методом збивання вершків концентрація жиру молока до бажаного його вмісту в маслі досягається шляхом сепарування молока при отриманні масляного зерна з фізично дозрілих вершків. Технологічний процес вироблення вершкового масла методом збивання вершків складається з наступних технологічних операцій, що виконуються послідовно: приймання і сортування молока на заводі; підігрівання; сепарування молока; теплове і вакуумне обробляння вершків; резервування і фізичне дозрівання вершків; біохімічне сквашування вершків при виробництві кисловершкового масла; збивання вершків, промивання і

соління масляного зерна – при необхідності; механічне оброблення масляного зерна і пласта масла; фасування і пакування; зберігання на заводі [43].

З урахуванням конструктивних особливостей масловиготовлювачів режими технологічного процесу розрізняються, але при цьому суть технології не міняється. Режими технологічного процесу при виробленні масла методом збивання вершків залежать від хімічного складу і властивостей молочного жиру, виду масла, що виробляється, використововуваного обладнання. Режими пастеризації вершків вибирають з урахуванням дії температури на ферменти, що містяться в молоці та прискорюють псування масла при зберіганні. До таких ферментів відносяться: нативна і бактеріальна ліпаза, пероксидаза, протеаза і галактаза. Інактивація (руйнування) термостійких ферментів молока галактази і ліпази бактеріального походження досягається при температурі вище 85 °С. Тому при пастеризації нагрівання вершків нижче цієї температури не допускається. При виборі режиму пастеризації враховують якість початкових вершків, вид масла, що виробляється, вміст жиру в вершках [44].

Вершки першого сорту пастеризують (без дезодорації) при виробленні солодковершкового масла (масова частка вологи 16%) при температурі 85...90 °С у весінньо-літній і 92...95 °С в осінньо-зимовий періоди року. Підвищення температури при пастеризації вершків в осінньо-зимовий період необхідне у зв'язку з тим, що вершки, отримані при стійловому утриманні худоби, мають вищу забрудненість (як механічну, так і бактеріальну), менш виражений аромат. Вершки другого сорту пастеризують при температурі 92...95 °С. Підвищення температури при пастеризації сприяє аерації вершків, видаленню сторонніх речовин, утворенню сульфгідрильних з'єднань, які спільно з іншими речовинами додають маслу присмак пастеризації і підвищують його стійкість при зберіганні завдяки антиокислювальним властивостям. Вершки зі слабо вираженими сторонніми присмаками і запахами залежно від виду масла пастеризують при температурі 100...103 °С у весінньо-літній і 103... 108 °С в осінньо-зимовий періоди при виробленні солодковершкового масла; при виробленні любительського масла відповідно

103...105 °C і 105...110 °C; селянського і бутербродного масла 103...108 °C і 105...115 °C. Допускається пастеризувати вершки при високій температурі з хорошою стійкістю білків до коагуляції. Вершки з поганою термостійкістю спочатку пастеризують при температурі 92...95 °C, потім їх дезодорують при тиску в дезодораторі 0,02... 0,04 МПа в осінньо-зимовий період і 0,01...0,03 МПа у весінньо-літній. При нагріванні вершків до 85 °C і вище забезпечується висока ефективність пастеризації – 99,5...99,9 %. Під ефективністю пастеризації розуміють відношення кількості знищених мікроорганізмів, виражене у відсотках, до вмісту бактерій в початкових сирих вершках [37].

Ароматичні і смакові речовини, що утворюються при нагріванні вершків в процесі теплового оброблення, в комплексі додають продукту присмак пастеризації. Залежно від вираженості присмак пастеризації може затушовувати різні слабо виражені кормового походження [30].

Вважають, що високоякісне вершкове масло повинне мати присмак пастеризації. Добре виражений присмак пастеризації є характерною ознакою вологодського масла [17].

Найбільш поширений метод виправлення якості вершків – промивання. Промиванням видаляють багато присмаків (нечистий, старий, дріжджовий, кормовий, кислий), носієм яких є плазма. Промивають вершки водою і знежиреним молоком. При першому сепаруванні їх розбавляють водою температурою 45- 50 °C до масової частки жиру 5...8 %. Отримані вершки розбавляють доброякісним знежиреним молоком до масової частки жиру 5...8 % і повторно сепарують. Якщо проба показує, що такого оброблення недостатньо, то промивання і сепарування повторюють. Істотними недоліками цього методу є значні втрати жиру при сепаруванні, а також додаткові витрати праці і енергії. Промиті вершки збиваються швидше, але в маслянку відходить більше жиру, унаслідок чого його втрати збільшуються на 1,5...3 %. Промиті вершки треба негайно пастеризувати. Метод промивання використовують на підприємствах, де немає можливості застосовувати дезодорацію, аерацію і інші методи обробки. Слабо виражені запахи можна видалити продуванням

повітря через тонкий шар нагрітих вершків або провітрюванням вершків при їх стіканні по відкритій поверхні зрошувального охолоджувача (аерація). Цей метод використовують для усунення із вершків сторонніх присмаків і запахів, що концентруються в плазмі. Дезодорація застосовується з метою усунення сторонніх присмаків і запахів шляхом видалення з підігрітих вершків небажаних смакових і ароматичних легколетких речовин при зниженому тиску в спеціальних установках, призначених для термовакуумного оброблення вершків. Під час дезодорації здійснюється парова дистиляція із вершків ароматичних речовин, що створюють з водяною парою азеотропні суміші з температурою кипіння нижче 100 °С [45].

Вакреація – це термічне оброблення вершків під вакуумом для видалення запахів і присмаків, при якій вершки підігріваються парою за допомогою прямого контакту. Вакреація широко застосовується за кордоном. Вакреатор дуже ефективно видаляє із вершків присмаки бактеріального походження, присмаки кормів і деяких бур'янів і знищує мікрофлору. Масло із вершків, оброблених у вакреаторі, має твердішу консистенцію і більшою мірою схильне до окислення. Низькотемпературна підготовка вершків (фізичне дозрівання) є однією з операцій технологічного процесу виробництва вершкового масла, під час якої здійснюється формування структури і консистенції масла – утворення кристалічних структур із змішаних кристалів гліцеридів в жирових кульках, твердіння жирових кульок. В результаті твердіння жирових кульок вершки з емульсії перетворюються на суспензію, що містить твердий і рідкий жир в рівноважному стані. Рівноважний стан настає після твердіння не відразу. Щоб забезпечити рівноважний стан між твердим і рідким жиром при твердінні жирової кульки до початку збивання, вершки витримують (фізичний стан вершків). При низькотемпературній підготовці вершки після пастеризації негайно охолоджують в потоці до температури твердіння молочного жиру, при якій відбувається кристалізація гліцеридів (виділення твердої фази, твердіння гліцеридів). Потім вершки витримують (термостатують) при різних режимах. Жирові кульки, У

виробництві масла також можливе використання прискореної підготовки вершків до збивання. Суть процесу полягає в механічній дії на швидко охолоджені вершки до температури 3...5 °С. Основним показником для визначення умов термомеханічного оброблення (температура охолодження, інтенсивність механічної дії і тривалість витримки) в більшості випадків є досягнення «оптимального» ступеню твердіння жиру (більше 50 %). Загальна тривалість оброблення вершків при прискорених режимах підготовки складає 10...15 хв. Технологічні стадії збивання вершків умовно виділяються в процесі маслоутворення пов'язані з утворенням і руйнуванням повітряних бульбашок піни. Виділяють три стадії: утворення повітряних бульбашок, руйнування піни, формування агрегатів масляного зерна. Необхідний вміст твердого жиру в вершках для їх стійкого збивання складає 30...35 %; оптимальною температурою є 12... 15 °С. У практичних умовах температуру збивання встановлюють з урахуванням масової частки жиру в вершках і періоду року, досвіду попередніх вироблень. При цьому маложирні і тривало дозріваючі вершки при зниженій температурі, збивають при порівняно підвищеній температурі, а вершки підвищеної жирності і недостатньо доспілі, навпаки, при зниженій. На процес збивання вершків у масловиготовлювачах безперервної і періодичної дії впливають однакові фактори, основним з котрих є температура збивання. По закінченні дозрівання вершки підігрівають теплою водою температурою не вище 27 °С, що циркулює в сорочці танка, до температури збивання. Підігріті вершки витримують протягом 30...40 хв. Повільне підігрівання і витримка вершків забезпечує нормальне утворення масляного зерна, мінімальні коливання вмісту вологи у готовому продукті та найменші втрати жиру в маслянку [45].

Температуру збивання встановлюють в залежності від виду масла, масової частки жиру у вершках, періоду року (хімічного складу жиру), режимів дозрівання вершків, конструкції масловиготовлювача та з урахуванням попередньої роботи. Температуру збивання вибирають з урахуванням таких факторів: – період року. В осінньо-зимовий період

температура збивання на 1...1,5 °С більша, ніж у весняно-літній (табл. 1.3). Це пояснюється тим, що в осінньо-зимовий період молочний жир характеризується більшим вмістом високоплавких гліцеридів. – масова частка жиру вершків. Із зниженням жирності вершків температуру збивання підвищують, щоб збільшити кількість рідкого жиру та забезпечити більш повну агрегацію жирових кульок. Із збільшенням жирності вершків, температуру їх збивання знижують, тривалість збивання вершків скорочується та підвищується вміст жиру в маслянці, куди відходять дрібні жирові кульки. Об'єм маслянки в більш жирних вершках менший, тому абсолютний відхід жиру менший. – ступінь дозрівання. При недостатньо дозрілих вершках (твердого жиру менше 32 %) температуру збивання знижують на 1...2 °С для запобігання отримання м'якого масляного зерна і підвищення жирності маслянки. При перезрілих вершках (твердого жиру більше 35 %) температуру збивання підвищують на 1...2 °С, що забезпечить необхідну кількість рідкої фази жиру і запобігає виникненню таких вад масла як засалена консистенція та не впрацьована волога [44].

Таблиця 1.3

Вибір температури збивання вершків

Масова частка вологи в маслі, %	Температура збивання вершків, °С	
	весняно-літній період	осінньо-зимовий період
16	7-12	8-13
20	8-13	9-14
25	9-14	10-15
35	11-15	12-16

Непромите масло завдяки цьому характеризується більш вираженим смаком і запахом порівняно з промитим.

Температура промивної води дорівнює температурі сколочування вершків. Для м'якого липкого масляного зерна температуру промивної води знижують на 2 °С. При промивці твердого масляного зерна для поліпшення консистенції масла використовують воду, температура якої на 1...2 °С перевищує температуру маслянки [39].

Для того, щоб із масляного зерна сформувати пласт масла з однорідною консистенцією і потрібним вмістом вологи, а також забезпечити високу дисперсність вологи і її рівномірний розподіл, застосовують механічне оброблення. Висока дисперсність вологи сприяє стійкості масла при зберіганні [35].

Увесь процес механічного оброблення умовно поділяють на три стадії. На першій стадії масляне зерно об'єднується в пухкий пласт та випресовується волога, яка міститься між масляними зернами та в капілярах. Вміст вологи швидко знижується до 10,5...11 %. Момент, що відповідає мінімальному вмісту вологи, називають критичним.

На другій стадії під дією механічного оброблення масло стає більш м'яким, вологоємність його підвищується. Одночасно проходять два процеси: диспергування вологи і рівномірний розподіл її у моноліті. В кінці другої стадії вміст вологи в маслі близький до необхідного [39].

Третя стадія характеризується збільшенням вмісту вологи в маслі і майже повним припиненням її віджимання. Із збільшенням тривалості механічного оброблення число крупних краплин плазми в маслі знижується і зростає кількість дрібних. При занадто тривалій третій стадії оброблення збільшується вміст повітря в маслі вище норми і з'являється вада консистенції масла – засалення [35].

Про завершеність процесу механічного оброблення свідчить матова поверхня масла. Показником завершеності оброблення є ступінь дисперсності краплин вологи [44].

У виробничих умовах для її визначення використовують спеціальний індикаторний папір [45].

1.2.2. Виробництво вершкового масла способом перетворення високожирних вершків

Виробництво масла методом перетворення високожирних вершків полягає в тому, що бажаний вміст жиру у вершковому маслі досягається шляхом двократного сепарування молока. В результаті сепарування отримують високожирні вершки, які піддаються термомеханічній дії в спеціальних апаратах безперервної дії з подальшим термостатуванням свіжовиробленого масла у спокої. Для термомеханічного оброблення високожирних вершків застосовують циліндрові пластинчасті маслоутворювачі або вакууммаслоутворювачі. У циліндровому і пластинчастому маслоутворювачі високожирні вершки в тонкому шарі охолоджуються, перемішуються і поступово перетворюються в масло, яке в рідкому стані витікає в ящик безперервним струменем, де швидко твердне. У вакууммаслоутворювачі високожирні вершки розпилюють в камері з глибоким вакуумом. При моментальному самовипаровуванні краплі вершків швидко охолоджуються і перетворюються в масляне зерно, яке в маслообробнику формується в пласт масла. Крім того, використовують маслоутворювачі з вакуумним охолодженням високожирних вершків в атмосфері азоту в розпорошеному стані з подальшим механічним обробленням. Метод виробництва масла перетворенням високожирних вершків при використанні вакууммаслоутворювача іменують методом вакууммаслоутворення. У вакууммаслоутворювачі охолодження високожирних вершків в розпорошеному стані і механічне оброблення отриманого масляного зерна протікають послідовно, тоді як в циліндровому і пластинчастому маслоутворювачі охолодження і механічне оброблення високожирних вершків здійснюються паралельно. Технологічний процес вироблення масла методом перетворення високожирних вершків включає наступні технологічні операції, що виконуються у вказаній нижче послідовності: приймання і вакуумне оброблення вершків, сепарування

вершків, нормалізація складу високожирних вершків, розрахунок і внесення бактеріальних заквасок і кухонної солі при виробленні кисловершкового і солоного масла, термомеханічне обробляння високожирних вершків, фасування і пакування масла, термостатування масла в тарі, зберігання масла на заводі. У основі технології вершкового масла, незалежно від методу виробництва, лежить концентрація жиру в плазмі молока до його вмісту у вершковому маслі, часткове твердіння молочного жиру в межах, необхідних для отримання масла бажаної консистенції, формування структури і консистенції вершкового масла. Завдяки здібності молочного жиру до твердіння, здійснюваного під впливом температурної дії, можливе вироблення вершкового масла з молока. Зміну методу і режимів охолодження вершків зумовлює характер фазових змін жиру і структурно-механічні властивості отриманого масла. З урахуванням цього температурний чинник служить відмітною особливістю методу виробництва. Так, при виробленні масла перетворенням високожирних вершків всі підготовчі операції, аж до маслоутворення, здійснюються при температурі 60...95 °С, і лише на кінцевій стадії процесу високожирні вершки охолоджуються до температури масової кристалізації гліцеридів (12...15 °С). При виробництві масла збиванням вершків всі технологічні операції, за винятком пастеризації, здійснюються при температурі 5...20 °С. Отримання вершкового масла відбувається ступінчасто при різних температурах і різному агрегатному стані жиру: спочатку при рідкому стані жиру під час сепарування молока при температурі 35...40 °С, потім при частково отверділому жирі під час збивання вершків і механічного обробляння масляного зерна і пласта масла при температурі 7...17 °С. При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків вміст жиру збільшують в рідкому стані двічі: при температурі 35...40 °С під час сепарування молока і 60- 90 °С при отриманні високожирних вершків. При виробництві масла методом збивання вершків твердіння жиру до бажаного ступеня здійснюється під час охолодження і фізичного дозрівання вершків одноразовою тривалою витримкою у спокої при постійній температурі в

межах 4... 14 °С. При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків твердіння жиру відбувається під час короткочасного термомеханічного оброблення високожирних вершків в маслоутворювачі при одночасному формуванні первинної структури масла при температурі в межах 12...23 °С. У маслоутворювачі твердіння жиру не закінчується, воно продовжується під час термостатування масла, упакованого в тару[45]. Термостатування масла в тарі замінює собою фізичне дозрівання вершків, здійснення якого неможливе при виробленні масла з високожирних вершків. Термостатування масла в тарі може бути назване фізичним дозріванням масла при сумісному протіканні двох фізико-хімічних процесів: твердіння жиру, формування вторинної структури і консистенції вершкового масла. Залежно від методу виробництва масла застосовують різні способи регулювання вмісту вологи в маслі. При виробленні масла методом збивання вершків регулювання вмісту вологи в маслі здійснюється під час механічного оброблення, а при виробництві масла методом перетворення високожирних вершків – до початку термомеханічного оброблення високожирних вершків в маслоутворювачі. Різні методи виробництва вершкового масла мають свої переваги і недоліки. При виробництві масла методом збивання вершків в масловиготовлювачах періодичної і безперервної дії досягається добра термостійкість масла, а також хороша пластичність. Використання масловиготовлювачів безперервної дії забезпечує високу механізацію виробничих процесів. При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків досягаються: високий ступінь дисперсності вологи (1- 3 мкм), низька бактеріальна забрудненість, висока стійкість масла, понижений вміст газової фази в маслі, короткочасність виробничого циклу (1...1,5 год), економне використання виробничої площі. Створення цього методу стало поштовхом для розробки ресурсозбережних технологій і нового вигляду вершкового масла з наповнювачами і регульованим жирнокислотним складом. Впровадження методу стимулює підвищення якості сировини, що поступає на завод, у зв'язку з неможливістю переробки вершків з підвищеною кислотністю [38].

При виробництві масла методом збивання вершків в масловиготовлювачах періодичної і безперервної дії досягаються: менш високий ступінь дисперсності вологи, підвищена забрудненість масла мікрофлорою; при збитті вершків в масловиготовлювачі безперервної дії – нерівномірний склад і якість масла одного вироблення, підвищений вміст повітря в маслі, внаслідок чого можлива часта поява пороку рихлої консистенції. До недоліків методу відносяться підвищена тривалість виробничого процесу, порівняно високий відхід жиру в маслянку (до 1 %) при збиванні вершків в масловиготовлювачах безперервної дії. При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків можливе часткове виникнення вад консистенції масла при порушенні режимів термомеханічного оброблення високожирних вершків в маслоутворювачі (низька термостійкість). Плазма масла, виробленого цим методом, містить підвищену кількість диспергованого жиру; білки плазми незадовільно відділяються при перетоплюванні; вільний рідкий жир виділяється в кількості 5,5-12 %. Виробництво масла методом збивання вершків. Для вироблення масла методом збивання вершків використовують масловиготовлювачі безперервної і періодичної дії [36].

Виробництво масла методом перетворення високожирних вершків. Процес отримання високожирних вершків складається із двох стадій:

- 1) зближення жирових кульок у результаті сепарування молока (при 40...45 °C) і отримання вершків;
- 2) ущільнення жирової фази в результаті сепарування вершків (при 60...80 °C) та отримання високожирних вершків.

Температура сепарування згідно вимог технічної документації становить 60...80 °C, оптимальною температурою є 65...70 °C. При зниженні температури сепарування вершків знижується кількість сухого знежиреного молочного залишку, підвищується жирність маслянки, оскільки підвищується в'язкість вихідних та отриманих вершків, що утруднює виділення жирових кульок із плазми. Із зростанням кислотності вершків помітно збільшується

вміст жиру у маслянці. При підвищенні температури сепарування до 85, 90 та 95 °C збільшується вміст сухого знежиреного молочного залишку у високожирних вершках та підвищується ступінь дестабілізації жирової емульсії (на 12...17 %). Це пояснюється збільшенням кількості коагульованих сироваткових білків плазми [46].

Потужність сепаратора регулюють так, щоб масова частка вологи у високожирних вершках була на 0,6...0,8 % меншою від необхідної в маслі, а масова частка жиру у маслянці не перевищувала 0,4 % [44].

Високожирні вершки при необхідності нормалізують по волозі, жиру та сухому знежиреному молочному залишку. Для нормалізації використовують маслянку, пастеризоване незбиране молоко або вершки, молочний жир, сухе або згущене молоко незбиране та знежирене, суху маслянку. Не рекомендується використовувати знежирене молоко або воду [43].

Нормалізовані високожирні вершки подають у маслоутворювач, де проводиться їх термомеханічне оброблення. Процес перетворення високожирних вершків в масло проходить у маслоутворювачі при їх інтенсивному охолодженні та механічному обробленні маси, яка кристалізується [7].

Процес термомеханічного оброблення високожирних вершків умовно розділяють на 3 стадії.

1 – охолодження високожирних вершків до температури 22...23 °C, тобто до початку кристалізації основної маси гліцеридів молочного жиру. Продукт залишається емульсією і довго не твердіє.

2 – дестабілізація жирової емульсії і кристалізація гліцеридів при охолодженні і інтенсивному перемішуванні продукту. Значно збільшується кількість вільного рідкого жиру. Обернення фаз починається з температури високожирних вершків 22 °C та вмісту твердого жиру 1,5...2 %. Обернення фаз – процес швидкоплинний за секунду ступінь дестабілізації досягає 70...80 %. Якщо припинити процес виробництва масла на цій стадії, то готовий продукт матиме грубу, крихку консистенцію.

3 – перехід від стадії обертання фаз до формування структури здійснюється у зоні кристалізації. Починається при вмісті твердого жиру 4...7 % та ступені дестабілізації 60-80 %. На третій стадії утворюється просторова структура кристалізаційно- коагуляційного типу [10].

При кінцевій температурі охолодження масло легко витікає на виході із маслоутворювача, швидко (за декілька хвилин) втрачає текучість в стані спокою завдяки проходженню в маслі двох паралельних процесів: утворення коагуляційної структури (схоплювання) та кристалізації структури (твердіння) [14].

Структура масла тільки починає утворюватись в маслоутворювачі, продовжує формуватись в камері (в ящиках). В залежності від умов процес зміцнення структури продовжується від декількох годин до декількох діб. Це залежить від ступеня завершеності процесу структуроутворення в маслоутворювачі та температури термостатування. Можна виділити дві стадії формування структури масла у тарі:

- 1) вторинне структуроутворення (відносно структуроутворення в апараті), тривалість його 1,5...3 год;
- 2) кінцеве формування структури, що при температурі від 5 до мінус 10 °C триває 24...30 діб [9].

1.3. Кисловершкове масло. Особливості. Технологія виробництва.

1.3.1. Особливості кисловершкового масла.

Кисловершкове масло — це поживний та фізіологічно цінний продукт з унікальними смакоароматичними характеристиками. Особливість смаку кисловершкового масла обумовлюється діяльністю заквашувальних культур, що призводить до збільшення вмісту молочної кислоти та діацетилу [34]. Позитивний вплив даних речовин полягає у їх високій антибактеріальній активності по відношенню до сторонньої мікрофлори. Існують дані, що

молочна кислота та діацетил інгібують розвиток сторонньої мікрофлори, в тому числі і патогенної, що має досить важливе значення з позиції безпеки продукту та тривалості його зберігання [3,4]. Таким чином дані сполуки сприяють збереженню натуральності продукту, розвитку нормальної мікрофлори травного тракту людини та підвищують функціональну цінність кисловершкового масла у порівнянні з солодковершковим [16].

Кисловершкове масло — це масло, яке характеризується багатим смакоароматичним букетом, якого надають йому молочна кислота і ароматичні речовини (діацетил і леткі органічні кислоти), що утворюються при збродженні молочного цукру молочнокислими бактеріями. Наявність цих метаболітів молочнокислих бактерій у кисловершковому маслі має важливе значення для підвищення його функціональної цінності порівняно з іншими видами масла і для збільшення термінів придатності до споживання [33]. Молочна кислота та діацетил проявляють антибактеріальну активність щодо сторонньої мікрофлори — інгібують розвиток гнильних бактерій, ріст *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*. Це має важливе значення з позиції безпеки продукту та тривалості його зберігання. Водночас кисловершкове масло є джерелом цілого ряду корисних речовин завдяки високому вмісту молочного жиру [32].

1.3.2. Технологія кисловершкового масла

Специфічний смак та аромат масла забезпечується достатньою концентрацією у ньому діацетилену та молочної кислоти. Оскільки кислотність останньої є визначальним показником активності розвитку молочнокислих бактерій, — основним об'єктом контролю є титрована кислотність. Протягом перших чотирьох годин дозрівання при двох режимах зміна кислотності не спостерігалась. Це свідчить про необхідність внесення у вершки більшої кількості закваски з метою прискорення процесу дозрівання. У випадку застосування температурного режиму $15\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ вершки сколочували при кислотності $31\text{ }^{\circ}\text{T}$ з метою попередження появи вад консистенції продукту [39].

Кисловершкове масло виготовляють шляхом сквашування вершків чистими бактеріальними культурами з відповідним витриманням певний час при певній температурі. Адже власне саме температура здійснює суттєвий вплив на динаміку сквашування вершків, а також на органолептичну оцінку та мікробіологічні показники готового продукту [34].

На сьогодні кисловершкове масло виготовляють двома способами — перетворенням високожирних вершків та збиванням із використанням масловиготовлювачів періодичної і безперервної дії [37].

При виробництві кисловершкового масла способом збивання відбуваються такі технологічні операції: Оцінка та приймання молока, охолодження, сепарування, пастеризація вершків, охолодження, внесення бактеріальної закваски, фізичне та біологічне дозрівання вершків, збивання, промивання масляного зерна водою, механічна обробка, фасування, пакування, маркування, зберігання [33].

При виробництві кисловершкового масла способом перетворення високожирних вершків відбуваються такі технологічні операції: Оцінка та приймання молока, охолодження, сепарування, пастеризація вершків, охолодження, внесення бактеріальної закваски насосом-дозатором, термомеханічна обробка, фасування, пакування, маркування, зберігання [33].

Особливістю виробництва кисловершкового масла способом перетворення високожирних вершків є отримання вершків з пониженим вмістом води (12- 14%), їх охолодження до температури 41-45°C та внесення бактеріальної закваски в кількості 2-4%. Бактеріальну закваску можна вносити насосом-дозатором в охолоджені до 40-45°C високожирні вершки у маслоутворювач. При внесенні менше 3% закваски, для інтенсифікації мікробіологічних процесів, додають лимонну кислоту в кількості 180 г на 1 т масла. При внесенні закваски у ванни, потужність маслоутворювача збільшують на 10-15%. На сьогодні кисловершкове масло цим способом не виробляють [20]. Із погляду якості одержуваного продукту кращі умови забезпечує спосіб збивання, який передбачає проведення таких операцій:

пастеризацію вершків, охолодження, внесення заквашувальних культур, період фізичного та біологічного дозрівання вершків, збивання їх у масло, фасування [32].

Для завершення фазових перетворень молочного жиру, з метою формування хорошої структури масла та для накопичення достатньої кількості ароматичних речовин доцільно застосовувати метод збивання із тривалим періодом ступеневого дозрівання сквашених вершків. Для покращення якості масла можна використовувати кухонну сіль, що одночасно покращує його зберігання (при плюсових температурах) і збільшує вихід готового продукту. На утворення і накопичення ароматичних речовин у вершках і маслі великий вплив має температура пастеризації і умови середовища. Оптимальною температурою пастеризації вершків є 85-90°C; вершки з вираженими кормовими присмаками піддають інтенсивній дезодорації. Підвищення температури пастеризації вершків, їх витримка, повторна пастеризація обумовлює збільшення редукуючих речовин у вершках і плазмі масла, які негативно впливають на розвиток ароматоутворюючих бактерій і накопичення ароматичних речовин у маслі [30]. Охолодження і температурна підготовка вершків до моменту збивання повинні забезпечувати достатнє затвердіння гліцеролів молочного жиру і оптимальні умови для протікання біологічного сквашування. З врахуванням цього вершки після пастеризації охолоджують до 16-20°C, вносять розрахункову кількість бактеріальної закваски і залишають на 4-6 год при цій температурі для розвитку мікробіологічних процесів. При цьому вершки 3-4 рази перемішують протягом 3-5 хв. Температуру і тривалість сквашування вершків регулюють з врахуванням збільшення кислотності плазми вершків. При заданій кислотності плазми, кислотність вершків встановлюється з врахуванням жирності [39].

Основою виробництва кисловершкового масла є біологічне сквашування вершків. Суть цього процесу полягає у ферментації лактози з допомогою молочнокислих бактерій. В результаті цього у вершках накопичується комплекс ароматоутворюючих речовин і молочна кислота, які

обумовлюють формування в маслі специфічного запаху та приємного кисломолочного смаку. Крім цього, молочна кислота здійснює консервуючий вплив, зменшує розвиток гнильних бактерій, які чутливі до кислої реакції. При надлишковій концентрації молочної кислоти життєдіяльність молочнокислих бактерій може бути знижена, при цьому дріжджі і цільові гриби, які мають високу кислотостійкість, будуть розвиватися, що є небажаним. [34].

Численними дослідженнями, проведеними в останні роки, продемонстровано можливість моделювання жирнокислотного складу молочного жиру в напрямі підвищення оздоровчих властивостей вершкового масла. Це стосується зниження частки кислот C12:0, C14:0 і C16:0 [31, 32], підвищення частки довголанцюгових ненасичених жирних кислот [31,33,34], а також підвищення вмісту цис-9, транс-11 ізомеру лінолевої кислоти [17,35,36]. Однак, підвищений вміст довголанцюгових ненасичених жирних кислот у складі молочного жиру, підвищує чутливість молока і молочних продуктів до пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) [46]. Підвищене надходження вільних радикалів та продуктів ПОЛ з їжею, можуть спричинити неконтрольований розвиток реакцій вільнорадикального окиснення ліпідів, а також порушення балансу пероксидазних і антиоксидантних систем. Вторинні продукти окиснення ліпідів, включаючи насичені і ненасичені альдегіди, кетони, вуглеводні, спирти, навіть у невеликих концентраціях, зумовлюють виникнення вад смаку і аромату [46]. На стійкість вершкового масла при зберіганні впливає велика кількість факторів: якість вершків, спосіб виробництва, жирнокислотний склад масла, його якість, кислотність плазми масла, вміст і дисперсність води в маслі, розмір масляного зерна, колоїдно-хімічна структура масла, вміст повітря в маслі, температура зберігання, тривалість зберігання і т. д. [15]. Попередніми дослідженнями встановлено, що застосування заквашувальних культур прямого внесення при виробництві кисловершкового масла приводить до зміни жирнокислотного складу молочного жиру, зокрема, підвищення частки загальних C18 кислот, при цьому зростає кількість C18:0 та C18:1, більш істотно C18:2 та підвищення

суми ненасичених жирних кислот [19]. Механізм реакції окиснення жирів пояснюється пероксидною теорією Баха-Енглера та теорією ланцюгових реакцій Семенова. Вихідними продуктами окиснення, які накопичуються, є гідропероксиди, які можуть згодом руйнуватися з утворенням сполук з меншою молекулярною масою, таких як спирти, альдегіди, вільні жирні кислоти і кетони, що призводить до автоокисненої прогірклості. Вміст пероксидів, як присутні в харчових жирах, свідчить про стан первинного окиснення. Ненасичені жирні кислоти вступають в реакцію з киснем і пероксидами, запускаючи серію ланцюгових реакцій. Кінцевими сполуками є леткі речовини, що мають характерний запах згірклості. Ці реакції прискорюються при високих температурах зберігання і під впливом світла і кисню. Початок та протікання вказаних процесів у жировій фазі масла визначається показниками пероксидного та кислотного чисел жиру. Чим нижче значення пероксидного числа, тим краща якість харчових жирів і довший термін зберігання [40].

Таким чином, можна стверджувати, що кисловершкове масло, виготовлене при застосуванні *Flora Danica*, до складу якої входять *Lactococcus lactis* підвид *cremoris*, *Lactococcus lactis* підвид *lactis*, ароматоутворювальні культури *Lactococcus lactis* підвид *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* підвид *cremoris* самотійно і поєднання з пробіотичною культурою *Lactobacillus acidophilus* штам La-5 і сквашування вершків за температури 30 °C характеризувалося вищою стійкістю до процесів окиснення. Для встановлення причин покращення антиоксидантних властивостей кисловершкового масла, необхідні подальші дослідження. На нашу думку, це може бути пов'язано із застосуванням молочнокислих мікроорганізмів, які синтезують антиоксиданти, зокрема вітамін С. Отже, введення заквашувальних культур прямого внесення при виробництві кисловершкового масла дасть можливість не лише отримати продукт із сталими показниками якості під час всього терміну зберігання [40].

1.4. Молочнокислі бактерії для виробництва кисловершкового масла. Пробіотичні молочнокислі бактерії

Для виробництва кисловершкового масла використовують бактеріальні закваски із спеціально підібраним видовим складом переважно мезофільних молочнокислих бактерій, таких як *Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetilactis*, *Leuconostoc* [49].

Lac. lactis — молочнокислий лактокок, оптимальна температура росту 30- 35°C. Молочнокислий лактокок входить до складу нормальної мікрофлори молока, відноситься до гомоферментативних бактерій, утворює рівний, щільний згусток, гранична кислотність досягає 110-120°Т. Цей лактокок здатний зброджувати, крім лактози, мальтозу і декстрини. Він не розвивається в лужному середовищі при рН 9,5 [18].

Lac. cremoris — вершковий лактокок, оптимальна температура його росту 25-30°C. Він утворює згусток сметаноподібної консистенції, гранична кислотність досягає 110-115°Т. Вершковий лактокок входить до складу нормальної мікрофлори молока, відноситься до групи гомоферментативних бактерій, хоча при пониженій температурі культивування здатний утворювати велику кількість летких кислот, зброджує лактозу, мальтозу і декстрини. Окремі його штами синтезують антибіотик диплококцин, який є розчинним у воді протеїном, стійким до дії високих температур у кислому середовищі [20].

Lac. diacetilactis — ароматоутворюючий лактокок, порівняно слабкий кислотоутворювач, згусток утворюється більше як за 16 год., гранична кислотність досягає 70-100°Т. Він відноситься до гетероферментативних молочнокислих бактерій, клітини дрібніші, ніж молочнокислого лактокока, поодинокі, диплококи, інколи утворюють ланцюги різної довжини. *Lac. diacetilactis* продукує фермент цитритазу, яка розщеплює цитрати з утворенням диоксиду вуглецю (CO₂) і ароматичних речовин – ацетоїну і діацетилу [20].

Лейконостоки є достатньо сильними кислотоутворювачами, протеолітичної активності не проявляють [20]. Утворення діацетилу й

ацетоїну у великих кількостях спостерігається тільки у *Leu. cremoris*. Оптимальна температура ароматоутворення 18-20°C, яке проходить при низькому значенні рН (менше 6,0). Лейконостоки є факультативними анаеробами. Враховуючи органолептичні характеристики кисловершкового масла, ключовими критеріями оцінки перспективності використання того чи іншого штаму як складової бактеріальних заквасок є продукування ним молочної кислоти у кількості, достатній для забезпечення бажаного рівня титрованої кислотності у плазмі та/або активний синтез смако-ароматичних сполук [18].

1.5. Ентерококи при виробництві молочнокислих продуктів

Ентерококи відіграють важливу роль в процесі виробництва кисломолочних продуктів. Їх відносять до нестартових культур молочнокислих бактерій “nonstarter lactic acid bacteria” (NSLAB), які ідентифіковані при виготовленні різноманітних кисломолочних продуктів з сирого або пастеризованого молока, в основному на півдні Європи [20].

Таким чином, використання ентерококів при виготовленні національних кисломолочних продуктів, може бути обґрунтовано їх важливими технологічними і біологічними властивостями, що дасть можливість отримати продукт із заданими технологічними та смаковими характеристиками. повідомляється, що ентерококи продукують низькомолекулярні білки, які називаються бактеріюцинами. Ці бактеріюцини проявляють антибактеріальну активність та пригнічують ріст та розвиток патогенних мікроорганізмів, які викликають псування продуктів харчування. [10] Використання бактеріюцинів підвищує безпеку харчових продуктів та подовжує їх термін придатності. Ентерококи, які володіють хорошими технологічними властивостями і виділені з ферментованих молочних продуктів кустарного виробництва, зустрічаються нечасто і складають лише 3,6–11,6 % [15]. Ізольовані ентерококи з продуктів непромислового виробництва, характеризуються низькою кислотоутворювальною здатністю, але невеликий відсоток ізолятів здатні виробляти кислоту, достатню для того, щоб рН знижувалось нижче 5,0–5,2

після інкубації протягом 16–24 год при 37 °C.[7]. Через низьку здатність до кислотоутворення та обмежені протеолітичні властивості, ентерококи доволі рідко розглядають, як основну культуру у складі бактеріального препарату однак їх використовують як допоміжні або як захисні культури. Отже, крім впливу на формування сенсорних властивостей, ентерококи відіграють важливу роль в процесах розщеплення білків молока та накопичення біоактивних пептидів з потенційною користю для здоров'я споживачів [21]

Ентерококи, практично не використовують у технології ферментованих молочних продуктів в Україні, хоча йогурт – це найпоширеніший ферментований харчовий продукт, який часто споживають жителі нашої та інших країн [5].

Ентерококи є одними із мікроорганізмів, які використовуються в харчовій біотехнології, як продуценти кон'югованої лінолевої кислоти (CLA) та її похідної альфа-ліноленової та арахідонової кислот, до яких прикута значна увага через потенційний вплив на здоров'я людини [6]

Ентерококи — молочнокислі грампозитивні бактерії, що не утворюють спор і капсул, факультативні анаероби (здатні використовувати енергію бродіння і тому, жити і при великих і при незначних кількостях кисню). Оптимальна температура культивування ентерококів від 35 до 37 ° C. Ентерококи здійснюють метаболізм бродильного типу, ферментують різноманітні вуглеводи з утворенням в основному молочної кислоти, але не газу, знижуючи кислотність середовища до 4,2-4,6 рН. Ентерококи високорезистентні до різних факторів зовнішнього середовища і дезінфікуючих засобів, можуть тривалий час зберігати життєздатність на предметах домашнього вжитку, витримують нагрівання до 60 °C протягом 30 хвилин [12].

До 80-років минулого століття, ентерококи, зокрема, *E. faecium* разом з *E. faecalis*, відносили до стрептококів. І лише в середині 80-х між цими видами виявлені відмінності, через які вони стали класифікуватися окремо [21].

Ентерококи вирізняються своєю здатністю рости в 6,5% суміші хлориду натрію і витримувати нагрівання при 60 °C протягом 30 хвилин [20].

Але не варто забувати, що *Enterococcus faecium* – умовно-патогенна бактерія, яка за певних умов може призвести до розвитку інфекційного ураження. Як правило, поки *Enterococcus faecium* живе в кишечнику, вона абсолютно безпечна. Але при потраплянні у кров чи сечу може стати причиною серйозного інфікування [21].

З іншого боку, як показують досліді на тваринах, якщо *Enterococcus faecium* у кишечнику відсутній, це також може призвести до розвитку інфекцій, спричинених іншими бактеріями. Навіть до тих, що можуть мати летальні наслідки [42].

Адже *Enterococcus faecium* має здатність виробляти протимікробні сполуки, включаючи бактеріоцини. Така властивість нині вважається пробіотичною ознакою [41].

Бактеріоцини, які виробляє *E. faecium*, широко застосовуються в харчовій промисловості.

Enterococcus faecium, як і інші ентерококи, застосовуються в харчовій промисловості, де використовуються здатність ентерококів гідролізувати лактозу, зброджувати молоко, ефективно пригнічувати хвороботворні бактерії в самих харчових продуктах, а також їх висока стійкість до дії кислот, солей і високої температури. Різні штами *Enterococcus faecium* широко застосовуються при виготовленні різних сортів сиру і копченостей [18].

Наприклад, штам RZS C5, присутній в молоці та сирі, може запобігати росту таких патогенних бактерій як *L. monocytogenes*, золотистий стафілокок та холерний вібріон [32].

Крім того, ентерококи в сирому коров'ячому, козячому та овечому молоці здатні виживати під час охолодження молока та при температурі пастеризації. Тобто, діють як природні закваски [18].

Штам *E. faecium* FAIR-E 198 допомагає виробляти сир «Фета», а штами RZS C5 та DPC 1146 – сир «Чеддер» [19].

Деякі штами (CCM 4231, RZS C13 CTC49 2) використовуються при копченні ковбас та свинини, сприяючи покращенню органолептичних характеристик цих продуктів [19].

Крім того, *E. faecium* бере участь у ферментації зелених оливок, сої, сорго та присутній в сироватці, що використовується для виробництва пива.

Однією з головних переваг *E. faecium* є те, що він має унікальну здатність виживати під час травного процесу та розмножуватись у кишечнику. Він сприяє утворенню збалансованого середовища кишечника, конкуруючи за ресурси з шкідливими організмами і таким чином придушуючи їх ріст. Він також конкурує зі шкідливими організмами за місця адгезії – ділянки на поверхні клітин, до яких можуть прикріплюватись інші клітини та молекули [20].

Деякі штами, такі як *E. faecium* M74 та *E. faecium* SF-68, включені як харчові добавки до кількох пробіотичних препаратів. І, як було доведено, є ефективними та безпечними. Вони можуть застосовуватися для полегшення симптомів синдрому подразненого кишечника, покращення обміну речовин, лікування або профілактики діареї, індукованої антибіотиками, а також як профілактика різних функціональних та хронічних кишкових захворювань [31].

Окремі препарати, які містять *E. faecium*, завдяки своїй природній стійкості, добре підходять до вживання разом з антибіотиками як для профілактики, так і для усунення діареї, викликані останніми. Але тут є свої "але". Наприклад, штам SF68 стійкий до стрептоміцину, метициліну, азтреонаму, цефуроксину, міпраміну, тобраміцину. Разом з тим, він чутливий до таких антибіотиків як: ванкоміцин, ампіцилін, пиперацилін, хлорамфенікол, еритроміцин, іміпенем, ципрофлоксацин [20].

Крім того, деякі ентерококи, зокрема і штами *E. faecium*, наприклад M74, мають імуномодельний ефект, а також позитивно впливають на зниження рівня холестерину у крові [21].

Два пептиди, вироблені *E. faecium* DSH20 (35 кДа) та *E. faecalis* 478, виявляють потужну активність проти VRE (ванкоміцин-резистентних ентерококів), що може забезпечити альтернативну терапію проти стійких до лікарських засобів штамів [21].

Традиційно, в Україні вид *E. faecium* використовують в технології кисломолочного продукту Геролакт. Технологію виробництва Геролакту було розроблено у 1984 році вітчизняними науковцями Інституту продовольчих ресурсів, Інституту геронтології, Інституту мікробіології і вірусології із застосуванням спеціального бактеріального концентрату на основі традиційних молочнокислих бактерій та культури *E. faecium*, характерної для довгожителів Абхазії [12].

Сьогодні молочнокислі бактерії родини *Lactobacteriaceae* (роди *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Lactobacterium* і *Enterococcus*) є основою більшості заквашувальних препаратів, які використовуються для виробництва різних кисломолочних продуктів. Тому актуальним підходом для пошуку нових штамів молочнокислих мікроорганізмів, перспективних у ролі заквашувальних препаратів і пробіотиків, є вивчення видового складу мікрофлори традиційних кисломолочних продуктів, виділення із них молочнокислих культур і вивчення їх властивостей [1].

Штам *E. faecium* SB 18 виділений із традиційної карпатської бринзи, яка виготовляється із сирого овечого молока у високогір'ї Карпат. Культура *E. faecium* SB 18 ідентифікована на молекулярно генетичному рівні (секвеновано ген 16S рРНК) та внесена в міжнародну генетичну базу даних GenBank, оскільки є абсолютно новою мікробіальною культурою. Реєстраційний номер послідовностей гену 16S рРНК в GenBank: MZ227257 (Slyvka et al., 2018).

Проведено депонування штаму *E. faecium* SB 18 (реєстраційний № 796) в Депозитарій Державного науково-контрольного інституту біотехнології і штамів мікроорганізмів з метою використання його в промисловості, як штам, що входить в склад бактеріального препарату для виробництва ферментованих молочних продуктів. Штам *E. faecium* SB 18 попередньо вивчений щодо

можливості проявляти цінні пробіотичні властивості [36]. Встановлено, що мікроорганізм здатний підвищувати кислотність середовища культивування за різних температурних режимів та проявляє антагоністичну активність щодо патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів. Щодо синтезу біологічно активних речовин, досліджено, що *E. faecium* SB 18 здатний синтезувати як замінні (серин, гліцин) так і незамінні (лізин, гістидин, треонін) амінокислоти, а також вітаміни групи В [4] .

При використанні додаткової культури *E. faecium* SB 18 в технології йогурту “Карпатський” відзначено незначні зміни та відмінності в показниках активної та титрованої кислотності, консистенції та мікробіологічних властивостях продукту, тоді як значних відмінностей між сенсорними властивостями не було.[37] Позитивний вплив відзначено на функціональні властивості продукту шляхом збільшення вмісту життєздатних клітин пробіотичних бактерій [12].

Висновок з огляду літератури: На даному етапі вчені провели достатню кількість дослідів та лабораторних досліджень. З огляду на те, що досліджено велику кількість молочнокислих бактерій зокрема ентерококів, зокрема, штам *Enterococcus faecium* SB 18, який продемонстрував добрі технологічні та пробіотичні властивості, вважаємо, що доцільно цей штам використати у технології кисловершкового масла. Однак його застосування потребує досліджень, чому й присвячено магістерську роботу.

Розділ 2. Матеріали та методи досліджень

Експериментальні дослідження були виконані в лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького.

Дослідження проведено в чотири етапи. На першому етапі дослідили вершки-сировину для виробництва кисловершкового масла. На другому етапі досліджували динаміку ферментації вершків з використанням культури RSF-742 та штаму *Enterococcus faecium* SB 18. На третьому етапі виготовляли кисловершкове масло способом збивання та дослідили його властивості. На четвертому етапі дослідили властивості кисловершкового масла під час зберігання за температури 4°C.

Для проведення досліджень виготовили 3 зразки масла з триразовим повторенням:

1-солодковешкове масло

2-кисловершкове масло сквашене мезофільно-термофільною закваскою RSF-742 (*Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus thermophilus*)

3-кисловершкове масло сквашене мезофільно-термофільною закваскою RSF-742(*Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Streptococcus thermophilus*) та штамом *Enterococcus faecium* SB 18.

При виконанні магістерської роботи використовували загальноприйняті та спеціальні методи досліджень.

2.1. Методи досліджень молока і вершків

При виконанні роботи використовували комплекс загальноприйнятих і спеціальних технологічних, органолептичних, фізичко-хімічних, біохімічних, реологічних, інструментальних з використанням сучасних хроматографів, мікробіологічних, статистичних.

Відбір проб молока і вершків до аналізів проводили згідно ДСТУ ISO 707-2002 (ISO 707:1997, IDT) «Молоко та молочні продукти. Настанови з

відбирання проб» [29]. Підготовку молока і вершків до аналізів проводили згідно з ДСТУ 4834:2007 «Молоко та молочні продукти . Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання»[25] . Визначення м.ч.ж. у молоці і вершках проводили згідно ДСТУ ISO 11870:2007 (ISO 11870:2000, IDT) «Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів» [28].

Визначення титрованої кислотності у молоці і вершках проводили згідно ДСТУ ISO 4314:2008 Речовини поверхнево-активні. Визначення вільної лужності чи вільної кислотності титриметричним методом [3].

Мікробіологічні дослідження проводили згідно з IDF 122C:1996, IDT: ДСТУ IDF 122C:2003. Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів [26].

2.2. Методи визначення властивостей масла

Відбір проб зразків масла до аналізів проводили згідно ДСТУ ISO 707-2002 (ISO 707:1997, IDT) «Молоко та молочні продукти [29].

Визначення органолептичних показників зразків масла проводили за температури 12 ± 2 °C за вимогами ДСТУ 4399:2005 «Масло вершкове[22]. Технічні умови» та згідно з вимогами ТУ У 10.5-00492990-006:2014 «Масло кисловершкове з пробіотичними властивостями» [47]. Органолептичний аналіз та бальну оцінку масла здійснювали відповідно до шкали: смак і запах – максимально 10 балів, колір – 2 бали; консистенція і зовнішній вигляд – 5 балів [22].

Підготовку проб до мікробіологічних аналізів та культивування мікроорганізмів проводили згідно з вимогами існуючих нормативних документів та за загальноприйнятими методиками: Молоко і молочні продукти. Підготовка зразків і розведень для мікробіологічних досліджень (IDF 122C:1996, IDT): ДСТУ IDF 122C:2003; Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів.

Дослідження жирнокислотного складу ліпідів масла. Для виділення ліпідів 100 г масла розтоплювали в сушильній шафі за температури 50 °C і

фільтрували через фільтрувальний папір зі зневодненим сульфатом натрію у нагріту до 50 °C хімічну склянку. Метилування жирних кислот проводили методом лужного гідролізу, який дозволяє уникнути утворення метокси- та гідрокси-сполук, що заважатимуть ідентифікації піків дієнових кон'югатів на хроматограмі. Для цього 100 мг ліпідів розчиняли в 5 см³ н-гептану і ретельно перемішували. Додавали 0,2 см³ розчину метоксиду натрію в метанолі, закривали притертим корком та струшували протягом 1 хв. Через 5 хвилин додавали 5 г сухого NaHSO₄·H₂O, знову струшували і центрифугували при 1000 g впродовж 3 хвилин. 1 см³ надосадової рідини відбирали для газохроматографічного аналізу.

Жирнокислотний склад досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 із застосуванням капілярної колонки HP-88 (88 %-суанопропіл арил-полісилоксан, Agilent Technologies) довжиною 100 м, з внутрішнім діаметром 0,25 мм та товщиною нерухомої фази 0,2 мкм за наступних умов: швидкість потоку газу-носія – 1,2 см³/хв., коефіцієнт поділу потоку – 1:100, температура випаровувача – 280 °C, температура детектора (ПД) – 290 °C, температурний режим колонки – поступовий нагрів від 60 °C до 230 °C.

Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували суміш метилових ефірів жирних кислот 37 Component FAME Mix т.м. Supelco (кат. № 47885-U) та суміш метилових ефірів кон'югованої лінолевої кислоти т.м. Sigma (кат. № 05632).

Реєстрацію та обробку хроматограм здійснювали за допомогою персонального комп'ютера, оснащеного програмним забезпеченням HP ChemStation [40].

Твердість та пластичність масла визначали методом, запропонованим Міжнародною Молочною Федерацією за допомогою пенетрометра (рис. 2.1). Нами було зібрано установку, яка складалась із індентора у вигляді конуса з кутом при вершині 40° та мікрометричного індикатора з точністю 0,01 мм, закріплених на штативі. Вільний хід конуса забезпечувався підшипниками.

Бюкс наповнювали маслом, поверхню ретельно вирівнювали і термостатували 24 години за температури $(4 \pm 2)^\circ \text{C}$. Бюкс поміщали на столику, що піднімається, до зіткнення з нижнім кінцем конуса. Після цього знімали гальмівний пристрій, і конус занурювався у масло. Фіксували глибину заглиблення за 15, 30, 45 і 60 с [40].

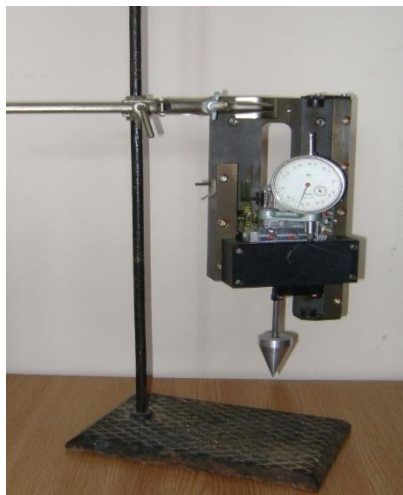


Рис. 2.1. Пенетрометр

Оцінка консистенції масла за пробою на зріз. Дослідження консистенції масла проводили після 12-годинного витримання масла при мінусових температурах для кристалізації триацилгліцеролів та наступного утеплення масла до температури $(4 \pm 2)^\circ \text{C}$. Пробу масла 200...300 г дефростували при кімнатних умовах до температури 5°C . Із підготовленої проби відрізали загостреним шпателем пластинку масла товщиною 1,5...2,0 мм, довжиною 5...7 см і досліджували на згин та деформацію. Консистенцію масла встановлювали за шкалою оцінки залежно від характеру зрізів:

- добра консистенція масла – пластинка має щільну рівну поверхню і краї, при легкому натисканні прогинається;
- задовільна – пластинка витримує невеликий згин, потім повільно ламається;
- слабокрихка – пластинка має нерівні краї при легкому згині ламається;
- крихка – при відрізанні пластинка розпадається на кусочки;
- пошарова – при відрізанні і згині пластина розділяється на шари;

– надто м'яка – пластинка при натисканні легко деформується, поверхня на вид сальна [42].

Шкала визначення консистенції масла методом зрізів зображена на рис.2.2.



Рис. 2.2. Шкала визначення консистенції масла методом зрізу:

1 – добра; 2 – задовільна; 3 – слабокрихка; 4 – крихка; 5 – пошарова.

Визначення термостійкості – метод базується на здатності масла зберігати форму за підвищених температур. За допомогою пробовідбирника з масла вирізали циліндрики висотою і діаметром по 20 мм, які розташовували на скляній пластинці і поміщали у повітряний термостат з температурою $+30^{\circ}\text{C}$, де витримували впродовж 2-х годин. Після цього визначали діаметр основи циліндриків за допомогою міліметрового паперу [100]. Як показник термостійкості використовували відношення початкового діаметру основи циліндрика до його діаметру після термостатування. Користувалися шкалою оцінки термостійкості масла: добра термостійкість – $1,0 \dots 0,86$; задовільна – $0,85 \dots 0,70$; незадовільна – менше $0,70$ [40].

Визначення схильності масла до пліснявіння. Зразки масла на скляній пластині поміщали у вологе середовище – ексікатор заповнювали дистильованою водою, поміщали масло і щільно закривали ексікатор кришкою.

Визначення пероксидного числа молочного жиру [40]. Методика визначення пероксидних сполук у жирі ґрунтується на взаємодії жиру, який містить органічні пероксида, з йодистоводневою кислотою з виділенням йоду, який відтитровують тіосульфатом натрію. Йодистоводнева кислота утворюється у результаті реакції між йодистим калієм і оцтовою кислотою. Для аналізу відбирали 1 г жиру, додавали 10 см^3 хлороформу і 10 см^3 льодяної

кислоти, після чого вносили $0,5 \text{ см}^3$ насиченого розчину йодистого калію. Закривали корком, ставили на 3 хв. у темне місце. Після цього у колбу вливали $0,5 \text{ см}^3$ розчину крохмалю та 5 см^3 дистильованої води і титрували виділений йод $0,01 \text{ н}$ розчином тіосульфату натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Пероксидне число виражали у кількості $\text{см}^3 0,01 \text{ н}$ розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, витраченого на титрування.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження вершків-сировини

На даному етапі продуктом дослідження є сировина – вершки Аджє саме безпосередньо від сировини залежить якість та смак готового продукту.

Вершки заготовлювали в весняно-літній період. Вершки за якістю повинні відповідати ДСТУ 8131:2015.

Вершки повинні мати чистий, свіжий, солодкуватий смак без сторонніх присмаків і запахів та однорідну нормальну консистенцію; кислотність не більше 21⁰T. Вершки не повинні мати механічних забруднень.

Отже, для певності було прийняте рішення порівняти вимоги до вершків згідно ДСТУ 8131:2015 та тих, які підготували для дослідження. Як свідчать дані таблиці, органолептичні та фізико-хімічні показники вершків, які ми використали у дослідженнях, відповідають вимогам 1 сорту.

Таблиця 3.1

Порівняння властивостей досліджуваних вершків зі стандартом

Показник	Властивості вершків		
	Нормативи для I сорту	Нормативи для II сорту	Досліджувані вершки
Смак і запах	Чисті, свіжі, солодкуваті, без зайвого присмаку і запаху		
Консистенція	Однорідна, без грудочок жиру і забруднення, вершки незаморожені		
Колір	Білий з жовтуватим відтінком		
Вміст жиру, %	30–40	30–40	32
Кислотність, °T	15–21	17–26	19
Проба на кип'ятіння	Відсутність пластівців білка		
Температура, °C, не вище	+10 °C	+10 °C	+10 °C

3.2. Дослідження процесу ферментації вершків

Визначальними чинниками виготовлення якісного кисловершкового масла, окрім сировини відповідної якості, є дотримання усіх технологічних операцій та безпосередньо концентрація уваги на процесах ферментації (підборі заквашувальних культур, їх дозуванні та визначенні оптимальних технологічних параметрів сквашування) та фізичного визрівання вершків.

При спільному культивуванні двох культур можливе виникнення як синергізму, так і антагонізму, тому необхідним етапом експериментальних досліджень було встановити особливості взаємного впливу використаних у складі заквашувальних композицій змішаних культур RSF і *E. faecium* штам SB 18 при культивуванні у вершках.

Для детальнішого дослідження властивостей *E. faecium* штам SB 18 при виробництві кисловершкового масла був виготовлений зразок, де вершки заквашували мезофільно-термофільною закваскою RSF з додаванням штаму ентерококу.

Перед ферментацію вершки піддали нагріванню до температури 17°C. У відповідності з діючою інструкцією з виробництва кисловершкового масла у весняно-літній період року (данський режим) рекомендується застосовувати температурні режими підготовки вершків за схемою (16...20)→(4...6)→(7...12) °C. Закваску вносять при температурі 16...20 °C адже саме так створюються сприятливі умови для перерозподілу високоплавних гліцеридів.

Виготовили три зразки масла. Зразок 1 – масло солодковершкове; зразок 2 – масло кисловершкове, для заквашування вершків якого використали мезо-термофільну культуру; зразок 3 – масло кисловершкове, для заквашування якого використали мезо-термофільну культуру RSF та культуру *E. faecium* штам SB 18 у співвідношенні 1:1.

Вершки для солодковершкового масла (зразок 1) піддали фізичному визріванню за температури 14°C протягом 3 годин, охолоджували до

температури 6°C протягом 3 годин, після чого підігрівали до температури збивання – до 10°C.

Для ферментації вершків зразка 2 у підготовлені вершки масою 500 г внесли препарат прямого внесення RSF кількості 0,01 г. Для ферментації вершків зразка 3 внесли у підготовлені вершки також масою 500 г препарат RSF у кількості 0,01 г та додатково внесли культуру штаму *E. faecium*. Культуру ентерококу попередньо активували шляхом внесення у ампулу із сублімованою культурою 1 мл безлактозного знежиреного молока, після чого 30 мкл внесли до вершків.

Оскільки ми хотіли бачити різницю у ферментації зразків 2 та 3, то сквашування проводилось за однакової температури адже температура має суттєвий вплив на динаміку сквашування вершків, а у подальшому і на органолептичну оцінку та мікробіологічні показники продукту. Згідно з оглядом літературних даних та технологічних інструкцій відомо, що оптимальною температурою сквашування вершків при виробництві кисловершкового масла є температура 16-20°C. Однак, враховуючи те, що ми використали мезо-термофільні культури, то ферментацію проводили за температури 30°C. Вихідними факторами обрано активність кислотоутворення при ферментації вершків, яку визначали за змінами титрованої та активної кислотності (табл. 3.2.). Згідно даних таблиці бачимо, що після ферментації в термостаті при температурі 30°C активно змінювалась титрована кислотність в обох зразках. Відомо, що максимальне накопичення діацетилу відбувається при активній кислотності середовища 4,7...5,2 од. рН. Тривалість ферментації 3 години. Після закінчення ферментації і фізичного визрівання активна кислотність вершків була у межах 5,7...5,65 од. рН. Протягом ферментації вершків у зразку 2 активна кислотність за 3 год. зменшилася на 0,98, тоді як у зразку 3 за 3 год. – на 1,03 од. рН. Ентерокок, використаний у експериментах, не є сильним кислотоутворювачем

Таблиця 3.2

Зміна активної та титрованої кислотності під час ферментації

Тривалість ферментації	Зразок 2		Зразок 3	
	Активна кислотність, од рН	Титрована кислотність, °Т	Активна кислотність, од рН	Титрована кислотність °Т
1 год.	6,68	19	6,68	19
2 год.	6,1	28	6,0	29
3 год.	5,7	32	5,65	33

вершків

На рисунку 3.1. показано зміну рН під час ферментації вершків. Активна кислотність змінювалась майже синхронно у двох зразках вершків, зразок 3 відрізнявся дещо активнішим зниженням рН.

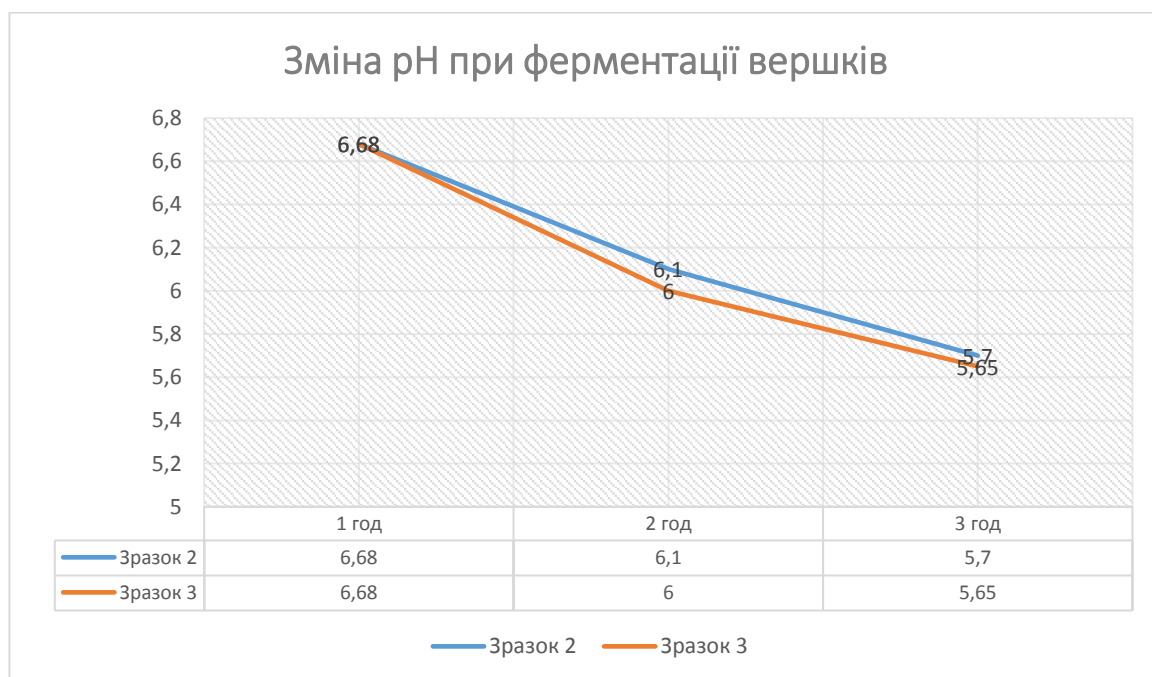


Рис.3.1. Зміна активної кислотності під час ферментації вершків

Важливим фактором також є зміна титрованої кислотності під час ферментації вершків. На рис.3.2 вказано зміну титрованої кислотності вершків під час кожної години ферментації, як свідчить рисунок, титрована кислотність змінювалась також майже синхронно, незначно активніше вона зростала для зразка 3. Титрована кислотність вершків протягом ферментації для зразка 2 протягом 3 годин зростає з 19 до 32⁰Т, тоді як для зразка 3 до 33⁰Т. Таким чином, можна зробити висновок, що *Enterococcus faecium* штам SB 18 не є активним кислотоутворювачем.



Рис.3.2. Зміна титрованої кислотності під час ферментації вершків.

Охолодження ферментованих вершків починали, коли титрована кислотність була на 8...10 °С меншою від потрібної, для уникнення зайвого наростання кислотності.

3.3. Виготовлення кисловершкового масла

Після ферментації наступним технологічним процесом при виготовленні кисловершкового масла є фізичне визрівання вершків.

Воно необхідне для того щоб частина молочного жиру перейшла у твердий стан. Оскільки масляне зерно утворюється внаслідок агрегації жирових кульок вершків.

Після закінчення ферментації вершків всі зразки проходили фізичне дозрівання за температури 6°C протягом 6 годин (перемішуючи щогодини 2-3 рази по 3-5 хв).

Через 6 годин після фізичного дозрівання титрована кислотність вершків становила: для зразка 2 – 40⁰T, для зразка 3 – 38⁰T. З огляду на те, що титрована кислотність вершків після фізичного дозрівання у зразку 2 більша ніж у зразку 3 це ще раз доводить, що *E. faecium* SB штам 18 SB не є активним кислотоутворювачем.

Наступним етапом виробництва кисловершкового масла є процес збивання вершків. Згідно Технологічної інструкції перед збиванням вершки потрібно підігріти на водяній бані у весняно-літній період до 7-10⁰C. Коли вершки досягли температури 8°C, перемістили їх в чашу міксера і збивали при середній швидкості на невеликих обертах. Під час збивання спостерігали руйнування жирової емульсії.

Під час процесу збивання слід зазначити, що тривалість збивання зразка 2 та зразка 3 масла значно більший, ніж зразка 1 (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Тривалість збивання вершків у масло

Зразок	Час збивання, хв
1-солодковешкове	7
2-RSF	36
3-RSF+E	35

Одним із заключиних етапів виробництва кисловершкового масла є механічна обробка масляного зерна і формування пласту масла. Формування

пласту масла здійснювали за допомогою шпателя, контролюючи виділення вологи.

Після формування масло зважили (дані занесли до таблиці 3.5), а слідом помістили в спеціальні стерильні ємності щоб продовжувати дослідження. Як свідчать дані таблиці, маса масла та маслянки для зразків масла істотно не відрізнялися.

Таблиця 3.5

Вихід масла і маслянки

Зразок	Маса масла, г	Маса маслянки, г
1	118,9	225
2	117,8	228
3	118,7	225

3.4 Органолептичні та фізико-хімічні показники масла

Залежно від складу заквашувальної композиції вершків формуються органолептичні показники кисловершкового масла, які наведені у табл. 3.6. Згідно органолептичної оцінки зразок 3 при поєднанні культур RSF і *E. faecium* штам SB характеризувався чистим, без сторонніх присмаків і запахів, з характерним легким та приємним кисломолочним смаком і запахом. Зразок 2 характеризувався слабо-вираженим кисломолочним смаком і ароматом. Солодковершкове масло характеризувалося приємним смаком і запахом, з присмаком пастеризованих вершків. Колір у зразках масла від світло-жовтого до жовтого, однорідний по всій масі.

Таблиця 3.6

Органолептичні показники масла

Зразки масла	Характеристика
Зразок 1	Колір: жовтий, однорідний по всій поверхні масла ; Консистенція: пластична, однорідна, щільна, поверхня масла на розрізі блискуча і суха на вигляд з присутністю поодиноких найменших крапель вологи; Смак і запах: чистий, чітко виражений смак пастеризованих вершків, без сторонніх присмаків і запахів.
Зразок 2	Колір: світло-жовтий, однорідний по всій поверхні; Консистенція: однорідна, недостатньо пластична, щільна поверхня масла на розрізі слабо-блискуча і суха на вигляд з присутністю поодиноких найменших крапель вологи; Смак і запах: чистий, приємний, кисловершковість слабо виражена.
Зразок 3	Колір: жовтий, однорідний по всій поверхні; Консистенція: однорідна, пластична, щільна. Поверхня масла на розрізі блискуча і суха на вигляд з присутністю поодиноких найменших крапель вологи. Смак і запах: чистий, приємна легка кисловешковість виражена.

Фізико-хімічні показники масла

Результати фізико-хімічних показників дослідних зразків кисловершкового масла наведені у таблиці 3.7

Таблиця 3.7

Фізико-хімічні показники масла

Зразки	Титрована кислотність плазми, °T	Масова частка жиру, %	Масова частка вологи, %
1	26,8±0,02	72,5±0,3	25,0±0,2
2	50,7±0,03	72,5±0,3	25,0±0,2
3	55,2±0,02	72,5±0,3	25,0±0,2

При сквашуванні вершків заквашувальними композиціями *RSF* та штамом *SB 18* змінюється титрована кислотність плазми масла. Найвищими показниками кислотності плазми (55,2 °T) характеризувався зразок 3. Висока кислотність плазми масла, що обумовлена молочною кислотою, яка сповільнює розвиток сторонньої мікрофлори.

З вище наведених даних можна зробити висновок, що склад заквашувальної композиції впливає на титровану кислотність плазми масла.

Твердість масла

Методи дослідження консистенції масла ґрунтуються на імітації органолептичної її оцінки. Так, глибина проникнення конуса пенетрометра у масло визначає його твердість. Фіксували глибину заглиблення за 15, 30, 45 і 60 с. Отримані результати представлені у таблиці 3.7

Таблиця 3.8

Показники твердості масла

Тривалість занурення пенетрометра, с	Глибина занурення пенетрометра, мм		
	1	2	3
15	6,85	6,84	6,80
30	6,87	6,85	6,84
45	6,89	6,86	6,85
60	6,90	6,86	6,86

З даних, які представлені в таблиці 3.8 можна зробити висновок, що солодковершкове масло дещо м'якше в порівнянні з кисловершковим. Це може обумовлюватись тим, що при зміні властивостей плазми масла може змінюватись його пластичність, твердість та терmostійкість.

Однак, зниження терmostійкості масла може супроводжувати підвищення його м'якості. Згідно даних, які зображені на рисунку 3.3 можна з впевненістю сказати, що кожен зі зразків має добру терmostійкість, але в порівнянні найнижчу терmostійкість має кисловершкове масло з використанням препарату RSF, в той час кисловершкове масло з додаванням штаму SB 18 проявляє найвищу терmostійкість.

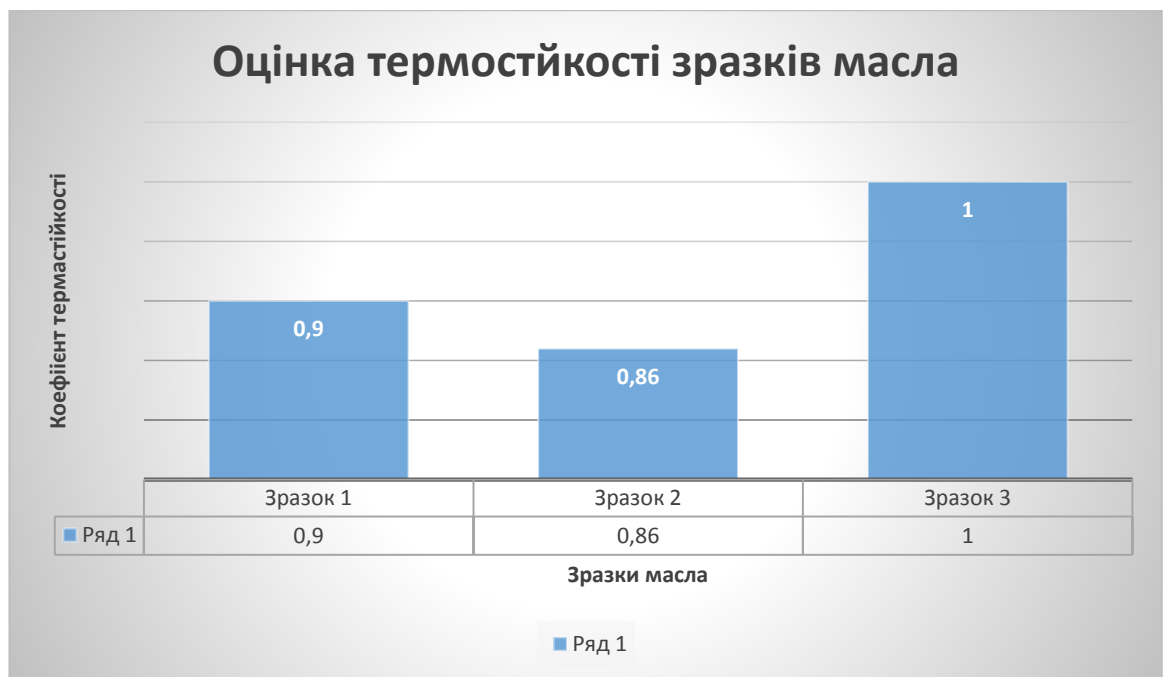


Рисунок 3.3

3.5. Мікробіологічні показники масла

Мікробіологічні показники зразків масла наведено у таблиці 3.9. Як свідчать дані, кількість молочнокислих бактерій у зразку 3 була майже на один порядок більшою, ніж у зразку 2, де для ферментації використали культуру RSF самостійно. При цьому кількість ентерококів у зразку 3 становила $3,2 \cdot 10^8$,

що, враховуючи пробіотичні властивості ентерококів, робить можливим зарахування масла з їх використанням до продуктів функціонального призначення.

Таблиця 3.9

Мікробіологічні показники масла

Загальна кількість молочнокислих мікроорганізмів КУО/г	Зразки	
	2	3
	$1,7 \cdot 10^8$	$1,13 \cdot 10^9$
Кількість ентерококів КУО/г	-	$3,2 \cdot 10^8$

3.6 Жирнокислотний склад масла

Нами було досліджено склад жирних кислот кисловершкового масла, виготовленого із застосуванням бактеріального препарату RSF-742 та із включенням культури *Enterococcus faecium*, виділеного з карпатської бринзи, порівняно із солодковершковим маслом (табл. 3.10).

Зразки масла характеризувалися великим спектром жирних кислот, серед яких є кислоти насичені і ненасичені, ізо- та антеізо-форми, цис- та транс-ізомери. Щодо жирних кислот, наділених біологічними властивостями, слід виокремити масляну C4:0, яка проявляє антиканцерогенну дію, вміст її збільшився з 2,87 у зразку 1 до 3,52 % у зразку 2. При використанні *Enterococcus faecium*, як додаткової культури вміст масляної кислоти становив 2,31 %. Масляна кислота є домінуючою серед коротколанцюгових жирних кислот.

Характерними компонентами молочного жиру є жирні кислоти із розгалуженим вуглецевим ланцюгом (ізо-C14:0, ізо-C15:0, антеізо-C15:0, ізо-C16:0, ізо-C17:0, антеізо- C17:0, ізо-C18:0), які є складовими ліпідів мікробних клітин. Істотних відмінностей щодо цих кислот не встановлено. Найбільшу кількість з цієї групи кислот у зразках масла становила кислота ізо-C18:0.

Небажаними жирними кислотами молочного жиру є середньоланцюгові насичені C12:0, C14:0 і C16:0, оскільки вони сприяють підвищенню рівня холестеролу і ліпопротеїнів низької щільності у крові і таким чином проявляють атерогенні та тромбогенні властивості. Вміст лауринової кислоти був найнижчий для зразка 3 при використанні культури *Enterococcus faecium* і становив 3,29 %, проте у зразку 2 при використанні бактеріального препарату RSF-742 був найвищий і становив 3,57 %. Вміст міристинової кислоти був найвищий у зразку солодковершкового масла.

На противагу насиченим кислотам, мононенасичені і, особливо, поліненасичені жирні кислоти n-3 та n-6 ряду, проявляють антиатерогенні і антитромбогенні властивості. Серед кислот родини n-3 у зразках масла виявлена α -ліноленова кислота (*цис*-9, *цис*-12, *цис*-15 C18:3), вміст якої був дещо вищий у зразку 3 – 0,35 %, у зразку 1 і 2 вміст цієї кислоти становив 0,33 %. Серед кислот родини n-6 у зразках масла переважала лінолева (*цис*-9, *цис*-12 C18:2), вміст якої становив 1,64...1,74 %, зокрема у зразку 3 був найвищий.

Наявність у молочних продуктах *транс*-ізомерів ненасичених жирних кислот пов'язують із ризиком для здоров'я людини. Однак, основними *транс*-кислотами молочного жиру є вакценова (*транс*-11 C18:1) та дієнові (*транс*-11) кон'югати лінолевої кислоти, які проявляють різносторонні позитивні біологічні впливи на організм людини. Найбільш вивченим ізомером лінолевої кислоти є *цис*-9, *транс*-11 C18:2, що виявляє антиканцерогенну, антиатерогенну, антидіабетичну, протизапальну та імуномодуляторну дію. Результати досліджень показали, що вміст *цис*-9, *транс*-11 КЛК у зразках кисловершкового масла був вищим, зокрема у зразку 3, де застосовували поєднання змішаних культур RSF-742 і культури *Enterococcus faecium*.

Таблиця 3.10

**Жирнокислотний склад ліпідів у зразках масла, порівняно із
солодковершковим маслом, % загальної кількості жирних кислот**

($M \pm m$, $n=3$)

Жирні кислоти	Зразки масла		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
C4:0	2,87±0,07	3,52±0,09	2,31±0,04
C6:0	1,81±0,009	2,16±0,02	1,43±0,04
C8:0	1,13±0,009	1,29±0,02	0,94±0,01
C9:0	0,04±0,11	-	0,03±0,11
C10:0	2,78±0,03	2,99±0,03	2,49±0,01
C10:1	0,29±0,04	0,31±0,05	0,26±0,01
C11:0	0,06±0,02	0,07±0,02	0,06±0,05
C12:0	3,49±0,05	3,57±0,08	3,29±0,03
C14:0	11,48±0,49	11,41±0,25	11,29±0,18
ізо-C14:0	0,10±0,02	0,11±0,04	0,10±0,07
C14:1	1,46±0,07	1,45±0,15	1,44±0,14
C15:0	1,18±0,14	1,16±0,11	1,17±0,09
ізо-C15:0	0,23±0,01	0,23±0,02	0,21±0,05
антеізо-C15:0	0,04±0,02	0,03±0,009	0,04±0,02
C16:0	32,84±0,69	32,28±0,57	33,34±0,23
ізо-C16:0	0,27±0,05	0,26±0,04	0,27±0,05
транс-C16:1	0,04±0,02	0,04±0,02	0,05±0,02
<i>цис</i> -9 C16:1	0,50±0,13	0,50±0,09	0,52±0,11
<i>цис</i> -11 C16:1	1,71±0,06	1,69±0,11	1,75±0,02
ізо-C17:0	0,48±0,07	0,49±0,05	0,53±0,08
антеізо-C17:0	0,17±0,04	0,17±0,06	0,18±0,07
C17:0	0,60±0,09	0,58±0,11	0,61±0,14

C17:1	0,13±0,06	0,12±0,009	0,13±
ізо-C18:0	0,28±0,04	0,27±0,02	0,28±0,01
C18:0	9,25±0,18	9,02±0,15	9,51±0,12
<i>транс</i> -6 C18:1	0,26±0,04	0,26±0,02	0,26±0,02
<i>транс</i> -9 C18:1	0,22±0,02	0,20±0,04	0,23±0,05
<i>транс</i> -10 C18:1	0,36±0,01	0,35±0,06	0,38±0,009
<i>транс</i> -11 C18:1	0,84±0,11	0,84±0,15	0,87±0,14
<i>цис</i> -6 C18:1	0,35±0,04	0,36±0,07	0,37±0,01
<i>цис</i> -9 C18:1	19,77±0,43	19,35±0,36	20,61±0,42
<i>цис</i> -10 C18:1	0,17±0,06	0,14±0,06	0,13±0,06
<i>цис</i> -11 C18:1	0,61±0,07	0,62±0,09	0,63±0,11
<i>цис</i> -12 C18:1	0,29±0,01	0,32±0,009	0,30±0,02
<i>цис</i> -13 C18:1	0,06±0,02	0,09±0,06	0,06±0,009
<i>цис</i> -14 C18:1	0,28±0,06	0,29±0,04	0,30±
<i>транс</i> -9, <i>транс</i> -12 C18:2	0,16±0,009	0,16±0,006	0,18±0,01
<i>цис</i> -9, <i>транс</i> -12 C18:2	0,15±0,08	0,16±0,11	0,16±0,06
<i>транс</i> -9, <i>цис</i> -12 C18:2	0,06±0,009	0,06±0,009	0,06±0,02
<i>цис</i> -9, <i>цис</i> -12 C18:2	1,68±0,1	1,64±0,09	1,74±0,12
C20:0	0,15±0,04	0,15±0,06	0,16±0,07
<i>цис</i> -9, <i>цис</i> -12, <i>цис</i> -15 C18:3	0,33±0,09	0,33±0,1	0,35±0,12
C 20:1	0,12±0,02	0,13±0,009	0,13±0,02
<i>цис</i> -9, <i>транс</i> -11 C18:2	0,49±0,11	0,50±0,14	0,53±0,1
КЛК			
<i>транс</i> -9, <i>цис</i> -11 C18:2	0,05±0,02	0,03±0,06	-
<i>цис</i> -9, <i>цис</i> -11 C18:2	0,04±0,003	0,02±0,003	-
C20:3	0,14±0,004	0,14±0,006	0,16±0,009
C20:4	0,17±0,02	0,14±0,009	0,15±0,006

3.7. Зміна властивостей масла під час зберігання.

3.7.1. Мікробіологічні показники масла на 30-ту добу зберігання

Наступним етапом експериментальних досліджень було визначення загальної кількості молочнокислих мікроорганізмів КУО/г у кисловершковому маслі. Кисловершкове масло, виготовлене самостійно із заквашувальним препаратом RSF (зразок 2) та зразок 3 виготовлене з заквашувальним препаратом RSF з додаванням штаму SB 18 зберігали за температури 5°C. У таблиці 3.11 вказано як змінилась кількість КУО/г протягом 30 діб.

У зразках масла кількість молочнокислих бактерій під час зберігання дещо знизилась, також знизилась кількість ентерококів у зразку 3 порівняно із свіжим маслом.

Таблиця 3.11

Мікробіологічні показники масла

	Зразки	
	2	3
	1,0*10 ⁸	7,5*10 ⁸
Загальна кількість молочнокислих мікроорганізмів КУО/г	1,0*10 ⁸	7,5*10 ⁸
Кількість ентерококів КУО/г	-	1,7*10 ⁸

3.7.2. Чутливість масла до процесів окиснення

Дослідження пероксидного числа проводили у свіжовиготовлених зразках масла та при їх зберіганні на п'яту т 20-ту доби. Зберігання здійснювали за температури 5 °C. Отримані результати представлено на рис. 3.4 які свідчать, що у свіжовиготовлених зразках масла показники пероксидного числа жиру практично однакові, але при зберіганні накопичення продуктів окиснення у зразку 1 проходило швидше, ніж у зразках кисловершкового масла. Збільшення кількості пероксидів спостерігається вже на п'яту добу зберігання. Найвищою стійкістю до процесів окиснення

характеризувалося масло яке сквашували за допомогою препарату RSF з додаванням штаму ентерококу.



Рисунок 3.4. Зміна пероксидного числа молочного жиру масла під час зберігання на п'яту та 20-ту добу

3.7.3. Схильність масла до пліснявіння

Ми визначили схильність масла до пліснявіння в умовах вологості в ексикаторі. Результати представлені на рисунку 3.5. Масло кисловершкове, виготовлене із використанням ентерококу, відрізнялося від солодковершкового і масла, виготовленого з препаратом RSF самостійно тим, що на 30-ту добу перебування його у вологих умовах на ньому не було виявлено плісняви. При чому, на 40-ву добу воно також характеризувалося чистою поверхнею, без плісняви. Це свідчить про те, що ентерокок продукує антимікотичні субстанції.



Рисунок 3.5. Масло через 30 діб в ексікаторі

Розділ 4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОВЕРШКОВОГО МАСЛА З ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Основою для проведення оцінки економічної ефективності виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями, стали розрахунки витрат основної сировини та матеріалів, необхідних для отримання готового продукту з використанням заквашувальної композиції RSF і *Enterococcus faecium* штам SB 18. Вартість сировини для виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями наведена у табл. 4.1.

Очікувана кількість виготовленого масла:

$M_{\text{вершків}}$ – кількість вершків, кг;

$J_{\text{вершків}}$ – жирність вершків, %;

$J_{\text{маслянки}}$ – жирність маслянки, %;

$J_{\text{масла}}$ – в критичний момент за даними лабораторії.

Маса вершків:

$$M_{\text{вершків}} = \frac{M_{\text{масла очікувана}} (J_{\text{масла}} - J_{\text{маслянки}})}{J_{\text{вершків}} - J_{\text{маслянки}}}$$

Масу вершків для виготовлення 1 т масла:

$$M_{\text{вершків}} = \frac{1000(72,5 - 0,5)}{32 - 0,5} \approx 2286 \text{ кг}$$

Транспортно-заготівельні витрати приймаємо в кількості 10 % від вартості сировини:

$$B_{\text{т.з.}} = B_{\text{о.м.}} \cdot 0,1, \text{ де}$$

$B_{\text{т.з.}}$ – витрати на транспортно-заготівельні потреби, грн.

$B_{\text{о.м.}}$ – вартість сировини та основних матеріалів, грн.

Таблиця 4.1

**Вартість сировини для виробництва кисловершкового масла з пробіотичними
властивостями**

Найменування сировини	Ціна за кг, грн.	Норма витрат, кг/т		Сума, грн.	
		Солодковершко- ве масло	Кисловершкове масло з пробіотичними властивостями	Солодковершкове масло	Кисловершкове масло з пробіотичними властивостями
1. Вершки з масовою часткою жиру 32 %, кг	40,0	2286,0	2285,748	91440,0	91429,92
2. Закваска <i>RSF</i> 472	5300,0	-	229	-	1213,7

3. <i>Enterococcus faecium</i> штам SB 18	20000,0	-	22,9	-	458,0
Всього		2286,0	2286,0	91440,0	93101,62

Транспортно-заготівельні витрати на виробництво солодковершкового масла:

$$B_{\text{т.з.}} = 91440,0 \cdot 0,1 = 9144,0 \text{ грн.}$$

Транспортно-заготівельні витрати на виробництво кисловершкового масла з ентерококк властивостями:

$$B_{\text{т.з.}} = 93101,62 \cdot 0,1 = 9310,1 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів та енергоресурсів наведений в табл. 2,3:

Таблиця 4.2

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Найменування витрат	Одиниця виміру	Норма витрату на 1 т продукту	Ціна за одиницю	Вартість витрат на 1 т продукції, грн
Коробки	шт.	50	4,54	227
Пакувальні матеріали	м	3,0	18,31	54,93
Миючі та дезенфікуючі речовини	грн.	-	-	30,78
Всього	312,77			

Витрати за статтею «Основна заробітна плата».

Витрати праці на виготовлення 1 т кисловершкового масла з пробіотичними властивостями становить складають 31,2 люд./год. Середній розряд по бригаді – 3. Годинна тарифна ставка 3-го розряду становить 4,74 грн. Заробітна плата складає: $31,2 \cdot 4,74 = 147,88$ грн.

Витрати за статтею «Додаткова заробітна плата» становить 42 % від тарифу заробітної плати: $147,88 \cdot 0,42 = 62,11$ грн.

Основна заробітна плата складає: $147,88 + 62,11 = 209,99$ грн.

Витрати за статтею «Соціальне відрахування» складають 38,08 % від суми фонду основної заробітної плати: $209 \cdot 0,381 = 80,0$ грн.

Таблиця 4.3

**Вартість палива на технологічні цілі для виробництва
кисловершкового (К/В) масла з пробіотичними властивостями та
солодковершкового (С/В) масла**

Найменування енергозатрат	Ціна за од., грн.	Норма витрат		Сума, грн.	
		для С/В	для К/В	для С/В	для К/В
Електроенергія, кВт/год.	6,80	24,1	26,4	163,88	179,52
Вода, м ³	28,23	19,0	24,0	536,37	677,52
Пара, кДж	98,56	3,08	3,55	303,6	349,9
Холод, кДж	0,4	157,0	176,0	62,8	70,4
Всього				1066,65	1277,34

«Витрати на утримання та експлуатацію обладнання» – 120 % до загальної заробітної плати: $209,99 \cdot 1,20 = 251,98$ грн.

Витрати пов'язані із розробкою та освоєнням нового виду продукту приймаються у кількості 0,65 % від фонду заробітної плати: $209,99 \cdot 0,0065 = 1,36$ грн./т.

Витрати за статтею «Загальновиробничі витрати» – 200 % від загальної заробітної плати: $209,99 \cdot 2 = 419,98$ грн.

Інші виробничі витрати розраховуються в розмірі 1,5 % від суми 1-10 статей витрат калькуляції собівартості продукції: для солодковершкового масла $102\,925,37 \cdot 0,0015 = 154,38$ грн.; для кисловершкового масла: $104\,965,14 \cdot 0,0015 = 157,44$ грн.

Адміністративні витрати становлять 4 % від виробничої собівартості: для солодковершкового масла $103\,079,75 \cdot 0,04 = 4\,123,19$ грн.; для кисловершкового масла: $105\,122,58 \cdot 0,04 = 4\,204,90$ грн.

Витрати на збут встановлюються як 1 % від виробничої собівартості: для солодковершкового масла $103\,079,75 \cdot 0,01 = 1\,030,79$ грн.; для кисловершкового масла: $\cdot 0,01 = 1\,051,22$ грн.

Повні витрати є сумою собівартості готової продукції та всіх виробничих витрат.

Проведені розрахунки економічних показників солодковершкового та кисловершкового масла з ентерококом наведені у табл. 4.4 для порівняння вартості готових продуктів та встановлення затрат на виготовлення одиниці продукції розраховано собівартість однієї упаковки солодковершкового та кисловершкового масла масою нетто 200 г.

Таблиця 4.4

**Калькуляція собівартості 1 т кисловершкового масла з ентерококом
та солодковершкового масла**

№ п/п	Статті витрат	Солодковершкове масло грн./т	Кисловершкове масло грн./т
1	2	3	4
1.	Сировина і основні матеріали	91440,0	93101,62

2.	Транспортно – заготівельні витрати	9144,0	9310,1
3.	Вартість допоміжних матеріалів	312,77	312,77
4.	Вартість енергетичних витрат	1066,65	1277,34
5.	Основна заробітна плата	209,99	209,99
6.	Додаткова заробітна плата	62,11	62,11
7.	Відрахування на соціальне страхування	80,0	80,0
8.	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	251,98	251,98
9.	Витрати на розроблення та освоєння нового виду продукту	-	1,36
10.	Загальновиробничі витрати	419,98	419,98
11.	Інші виробничі витрати	154,38	157,44
Виробнича собівартість		102 925,37	104 965,14
12.	Адміністративні витрати	4123,19	4204,9
13.	Витрати на збут	1030,79	1051,22
Повна собівартість		108 079,35	110 221,26
14.	Собівартість одиниці продукції 1 кг	108,07	110,22

15.	Собівартість одиниці продукції (200 г)	21,61	22,04
16.	Ціна, що пропонується за 1 кг	135,20	139,20
17.	Ціна, що пропонується за 200 г	28,40	29,75
18.	Прибуток з одиниці продукції (1 кг)	27,13	28,98
19.	Прибуток з одиниці продукції (200 г)	6,79	7,71
20.	Рентабельність, %	19,9	19,9

Наведені в табл. 4 дані свідчать, що вартість 1 т кисловершкового масла з пробіотичними властивостями на 2141,91 грн. вища, ніж солодковершкового масла, при збереженні рентабельності продукту на рівні 20 %. Вартість одиниці продукції (брикети масою 200 г) збільшується з 28,40 грн. до 29,75 грн.

З точки зору дієтології некоректно порівнювати солодковершкове масло з кисловершковим маслом, оскільки для виробництва кисловершкового масла з пробіотичними властивостями застосовують заквашувальні культури безпосереднього внесення, які надають продукту функціонального значення. Сировиною для солодковершкового масла є тільки вершки.

ВИСНОВКИ

На основі теоретичних даних та даних проведених досліджень обґрунтовано та розроблено технологію кисловершкового масла з додаванням заквашувальних змішаних культур прямого внесення RSF і *Enterococcus faecium* штам SB 18, виділеного із традиційної карпатської бринзи.

1. Встановлено можливість поєднання RSF і *Enterococcus faecium* штам SB 18 при ферментації вершків у технології кисловершкового масла.
2. Встановлено параметри процесу ферментації вершків за поєднання заквашувальних культур RSF і *Enterococcus faecium*: температура ферментації $(30 \pm 1) ^\circ\text{C}$, тривалість 3 год. Титрована і активна кислотність під час ферментації вершків змінювалась у двох зразках майже синхронно. Параметри процесу фізичного визрівання вершків у весняно-літній період року – температура $(5 \pm 1) ^\circ\text{C}$ тривалість 6 год.
3. Досліджено, що твердість кисловершкового масла дещо вища від солодковершкового, термостійкість найвища для зразка з використанням штаму ентерококу.
4. Встановлено, що кисловершкове масло відрізняється за жирнокислотним складом від солодковершкового, зокрема у ньому більший вміст масляної кислоти та менший середньоланцюгових насичених жирних кислот. У зразках кисловершкового масла був більший вміст транс-11 ізомерів C18 жирних кислот, найвищий їх вміст зареєстровано у зразку із включенням штаму ентерококу. Транс-11 ізомери C18 жирних кислот наділені потужними функціональними властивостями.
5. Визначено, що інтенсивність перебігу ліполітичних процесів у зразках кисловершкового масла є меншою порівняно з солодковершковим маслом. Для цих зразків відзначено також вищу стійкість до процесів окиснення, що засвідчується меншим значенням пероксидного числа при зберіганні за температури $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$.
6. Встановлено, що кисловершкове масло з додаванням штаму ентерококу найменш схильне до пліснявіння в умовах підвищеної вологості.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Пропонуємо виробляти кисловершкове масло з використанням *Enterococcus faecium* штаму SB 18. Це новий продукт, якому немає аналогів. Кисловершкового масла з пробіотичними властивостями сьогодні на ринку немає, що свідчить про перспективність впровадження розробленої технології.

Масло із застосуванням вказаного штаму ентерококу наділене функціональними властивостями та має подовжений термін зберігання.

Список використаних джерел

1. Bauman D. E. Production and use of high foods in human health D. E. Bauman, C. Tyburczy, A. M. O'Donnel, A. L. Lock. J. Dairy Sci. 2007. 90 (Suppl.1). P. 429 (Abstr.).
2. Field C. J. Human health benefits of vaccenic acid. C. J. Field, H. H. Blewett, S. Proctor, D. Vine. Appl. Physiol. Nutr. Metab. 2009. 34. P. 979–991.
3. IDF 122C:1996, IDT: ДСТУ IDF 122C:2003. Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів.
4. James M. Jay. Antimicrobial properties of diacetyl. M. Jay James. Applied and Environmental Microbiology. 1982 Vol. 44, No 3 P. 525–532.
5. Jensen R. G. Invited review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to december 2000. R. G. Jensen. J. Dairy Sci. 2002. 85. P. 295–350.
6. Lanciotti R. Evaluation of diacetyl antimicrobial activity against Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Staphylococcus aureus/R. Lanciotti, F. Patrignani - Food Microbiology. 2003. No 5. P. 537-543.
7. Macciola V. Rapid gas-chromatographic method for the determination of diacetyl in milk, fermented milk and butter. V. Macciola, G. Candella, A. Leonardis - Food control. 2008. Vol. 19, № 9. P. 873–878.
8. MacGibbon A. K. H. Composition and structure of bovine milk lipids. A. K. H. MacGibbon, M. W. Taylor. In Advanced Dairy Chemistry Vol. 2: Lipids, 3rd ed. Ed by Fox P.F. and McSweeney P.L.H. New York: Springer, 2006. P. 1– 42.
9. Mallia S. Aroma-active compounds of butter: a review. S. Mallia, F. Escher, H. Schlichtherle-Cerny . European Food Research and Technology. 2008. Vol. 226. P. 315-325.
10. Marshall, V. M. Probiotics and Prebiotics: Scientific Aspects Int. J. Dairy Tech. 2005. 60(1), 63–64. doi: 10.1111/j.1471-0307.2007.00272.x.
11. Mottram H. R. Elucidation of the composition of bovine milk fat triacylglycerols using high-performance liquid chromatography – atmospheric pressure chemical ionisation mass spectrometry. H. R. Mottram, R. P. Evershed , J. Chromatogr. 2001. 926. P. 239-253.

12. O. Tsisaryk¹, I. Slyvka¹, G. Dronyk², L. Musii¹, O. Senchenko¹
Технологія йогурту «Карпатський» із використанням штаму *Enterococcus faecium*, як допоміжної культури з пробіотичними властивостями. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології, 2021, Т 23, № 96. С.93-101.

13. Rombault R. Analysis of phospho- and sphingolipids in dairy products by a new HPLC method. R. Rombault, J. V. Camp, K. Dewettink, J Dairy Sci. 2005. 88. P. 482-488.

14. Samarzija D. Characteristics and role of mesophilic lactis cultures. D. Samarzija, J. Lukas Havranek, N. Antunac, S. Sikora. Agriculturae Conspectus Scientificus, 2001. Vol. 6, №2. P. 113-120.

15. Serio, A., Chaves-López, C., Paparella, A., & Suzzi, G. Evaluation of metabolic activities of enterococci isolated from Pecorino Abruzzese cheese. Int. Dairy J. 2010. 20(7), 459-464. doi: 10.1016/j.idairyj.2010.02.005.

16. Spitsberg V. L. Invited review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. V. L. Spitsberg, J. Dairy Sci. 2005. 88. P. 2289-2294.

17. Виготовлення масла та спредів :навч.посібник. М. В.Козак, В. О. Наговська, Ю. Р. Гачак, Н. Б. Сливка. Львів, 2011. 192 с.

18. Гарда С.О. Пробиотичні властивості мікроорганізмів. С.О. Гарда, С.Г. Даниленко, І.В. Панасюк. IX міжнародна науково-практична конференція «Наука в інформаційному просторі» Інститут продовольчих ресурсів – Київ, 2013. С. 28-31.

19. Грек О. В. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі : підручник О. В. Грек, Т. А. Скорченко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 362 с.

20. Даниленко С.Г. Оцінка пробіотичного потенціалу штамів молочнокислих бактерій автореферат дис., доктор тех. наук : С.Г. Даниленко. Київ, 2014. С 525

21. Дідух Н. А. , Чагаровський О. П. , Лисогор Т. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса “Поліграф”, 2008. 44 с.

22. ДСТУ 4339:2005. Масло вершкове
23. ДСТУ 4445:2005 Спреди та суміші жирів
24. ДСТУ 4592:2006 Масло вершкове з наповнювачами
25. ДСТУ 4834:2007 Молоко та молочні продукти . Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання
26. ДСТУ IDF 122C:2003; Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів.
27. ДСТУ ISO 11870:2007 (ISO 11870:2000, IDT) Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів
28. ДСТУ ISO 4314:2008 Речовини поверхнево-активні. Визначення вільної лужності чи вільної кислотності титриметричним методом.
29. ДСТУ ISO 707:2002 (ISO 707:1997, IDT) Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб
30. Загоруй Л. П. Ветеринарно-санітарна оцінка вершкового масла з антиоксидантами рослинного походження : автореферат дис. ... канд. вет. наук : Л. П. Загоруй. Львів, 2008. 21 с.
31. Зубар Н.М. Основи фізіології і гігієни харчування. 2010. 331 с.
32. Король О. В. Виробництво якісного кисловершкового масла. О. В. Король. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні технології оздоровчих продуктів харчування ХХ століття. Харків, 2010. С. 333-334.
33. Король О. В. Технологія виробництва кисловершкового масла О. В. Король. Вісник аграрної політики Причорномор'я. 2010. Т. 2. Ч. 1. Вип. 3. С. 103-107.
34. Король О.В., Прокопчук О.В., Венцель О.О. Особливості процесу дозрівання вершків при виробництві кисловершкового масла Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2010. Том 12 № 2(44) Частина 4. С.43.
35. Мусій Л. Я., Цісарик О. Й. Оксидантна стабільність кисловершкового масла при зберіганні. Харчова наука і технологія. Львів, 2014.

36. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: Навч. видання. К. : Фірма «ІНКОС», 2007. 344 с.
37. Методичні положення та норми продуктивності у виробництві молочних продуктів В. В. Вітвіцький, Г. Т. Шкурін, В. І. Ковальчук, А. Є. Величко. Київ : Укراгропромпродуктивність, 2005. 468 с.
38. Молокопереробка. Інновації : підручник О. В. Грек, О. О. Красуля . М-во освіти і науки України. Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.
39. Мусій Л. Я. Особливості технології кисловершкового масла - Л. Я. Мусій, О. Й Цісарик Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького : зб. наук. праць. Львів, 2011. Т. 13, №4 (50), ч. 4. С. 99-105.
40. Мусій Л. Я. Розроблення технології кисловершкового масла з пробіотичними властивостями : автореферат дис., канд. тех. наук : Л. Я. Мусій. Одеса, 2014. 26 с.
41. Олійник О.М. Основи фізіології, санітарії та гігієни харчування – Львів, 1998. 122 с.
42. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Євлаш В. В. Фізіологія Підручник. – Харків: ХДУХТ, Світ книг, 2017, 316 с.
43. Сирохман І. В. Товарознавство продовольчих товарів : підручник І. В. Сирохман, І. М. Задорожний, П. Х. Пономарьов. 4-те вид., переробл. і допов. К. : Лібра, 2007. 600 с.
44. Технологія маслоробства та сироробства: навч. посібник. Рибак О. М. Тернопіль, 2016. 165с.
45. Технологія молочних продуктів : підручник. Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 502 с.
46. Технохімічний контроль підприємств молочної промисловості. Навчальний посібник для студентів за напрямком підготовки «Харчова технологія та інженерія». В.О. Ромоданова, Т.А. Скорченко, Т.П. Костенко, В.Є. Зубков. — Київ: НУХТ– 2017. 316 с.

47. ТУ У 10.5-00492990-006:2014. Масло кисловершкове з пробіотичними властивостями.

48. Цісарик О. Й. Жирнокислотний склад молочного жиру корів. О. Й. Цісарик, Г. В. Дроник. Біологія тварин. 2008. Т. 10, № 1–2. С. 84–102.

49. Цісарик О.Й. Мікробіальна композиція для кисловершкового масла функціонального призначення. О. Й. Цісарик, Л. Я. Мусій. Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. 2011. Т. 13. Ч. 2. №2 (48). С. 387-393.