

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

Факультет харчових технологій та біотехнологій

Кафедра технології молока і молочних продуктів

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та найменування спеціальності)

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

(назва магістерської програми)

на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КИСЛОМОЛОЧНОГО
СИРУ З ФРУКТОВИМ НАПОВНЮВАЧЕМ»

Виконавець:

Головатий М.А.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник:

Сливка І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Галух Б.І.

(прізвище та ініціали)

ЛЬВІВ – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ
ІМЕНІ С. З. ГИЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

Кафедра Технології молока і молочних продуктів

Ступінь вищої освіти 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» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

Головату Миколі Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **«РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ З ФРУКТОВИМ
НАПОВНЮВАЧЕМ»**

Керівник роботи: Сливка Ірина Миколаївна, к.с.-г. н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора закладу вищої освіти

№ 937/14 від «22» 11 2023 року

2. Строк подання студентом роботи 22.11.23

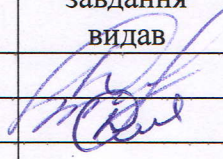
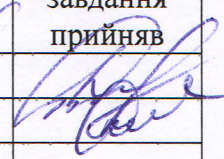
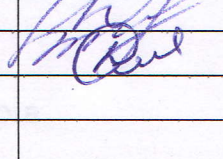
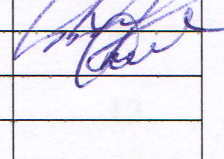
3. Вихідні дані до роботи

Технологічна інструкція та ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Загальні технічні умови.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, вступ, огляд літератури, матеріали і методи досліджень, результати власних досліджень, економічна ефективність проведених досліджень, висновки, пропозиції виробництву та список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу: таблиці, рисунки, графіки. Представлення результатів магістерської роботи у вигляді мультимедійної презентації.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Севченко Т.М.		
4	Куденко В.І.		

7. Дата видачі завдання 18 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	25.05.23	Виконано
2	Огляд літератури	30.05.23	Виконано
3	Матеріали та методи дослідження	29.06.23	Виконано
4	Результати власних досліджень	25.09.23	Виконано
5	Економічна ефективність проведених досліджень	25.10.23	Виконано
6	Висновки і пропозиції	28.10.23	Виконано

Магістрант

Головатий М.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

Сливка І.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічна цінність білків коров'ячого молока	7
1.2. Способи коагуляції білків при виробництві сирів	12
1.3. Молочнокисла мікрофлора для виробництва сиру	16
1.4. Обґрунтування вибору сиропу топінамбуру, як підсолоджувача	19

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріали використанні для досліджень	22
2.2. Методи дослідження молока, як сировини	23
2.3. Методи дослідження сирного згустку	25
2.4. Методи дослідження готового продукту	29

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Підбір способу виробництва кисломолочного сиру	32
3.2. Підбір та обґрунтування дози наповнювача для виробництва сиру	35
3.3. Органолептична оцінка дослідних зразків сиру	38
3.4. Рецепттура на виробництво сиру	40
3.5. Фізико-хімічні показники готового продукту	41
3.6. Технологічна схема виробництва продукту	42

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	46
--	----

ВИСНОВКИ	52
-----------------	----

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54
---------------------------------------	----

ВСТУП

В останній час багато уваги приділено створенню продуктів функціонального харчування, здатних надавати певну регулюючу дію на організм людини в цілому або на певні його системи і органи.

Перспективними напрямками для створення продуктів функціонального призначення є в першу чергу застосування пробіотиків, а також включення рослинних компонентів та інших до складу харчових продуктів.

Оскільки молочна продукція є продуктом щоденного споживання, то доцільним є розроблення на її основі нових технологій харчових продуктів з метою розширення асортименту та функціональності.

Частим та популярним сьогодні є використання різних замінників цукру та його похідних. Одним із таких альтернатив може бути топінамбур. В його складі міститься цілий комплекс вітамінів, пектин, вуглеводи та інулін. Цим речовинам наділена особлива увага, оскільки, саме завдяки їх наявності топінамбур знайшов широке застосування в медицині та харчовій промисловості [2,7].

Завдяки лікувальним і дієтичним властивостям, приємному смаку та користі - кисломолочні продукти мають велике значення в харчуванні людини. Сир та сиркові вироби дуже поживні, так як містять багато білків і жиру. Білки молока частково пов'язані з солями фосфору і кальцію. Це сприяє кращому перетравленні білків в шлунково-кишковому тракті. Тому білки молока, а кисломолочний сир є його багатим джерелом, добре засвоюється організмом. Кисломолочний сир - це концентрат молочного білка та інших складових молока.

Сучасні виробники харчової продукції пропонують як солодкі, так і солоні варіанти сирної маси. Як правило, до складу цього смачного та корисного продукту входить якісний свіжий сир, вершки або вершкове масло, а також цукор чи харчова сіль. Крім того, до складу сирної маси

також може входити згущене молоко. Для надання додаткових смакових та ароматичних якостей іноді, крім основних інгредієнтів, додають горіхи та сухофрукти, ванілін, свіжу зелень, а також свіжі фрукти або цукати [2,7, 21].

У зв'язку з цим є потреба та попит на така продукцію та широкий інтерес до створення нових десертів на основі кисломолочного сиру з функціональними властивостями з додаванням біологічно активних речовин природного походження: як живої пробіотичної мікрофлори так і природних біологічно активних речовин.

Тому **метою роботи** було розроблення технології кисломолочного сиру із додаванням фруктового наповнювача та частковою заміною фруктози на сироп топінамбура, як підсолоджувача.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. Біологічна цінність білків коров'ячого молока

У молочці є переважно три види білка: казеїн, альбумін, глобулін. Загальна кількість цих речовин становить середньому 3% (казеїну 2,5%, альбуміну 0,4%, глобуліну 0,1%). Залежно від переважання тих чи інших білків молоко поділяється на казеїнове та альбумінове. У казеїновому, характерному для більшості тварини (коров'яче, козяче, верблюже молоко), вміст казеїну досягає 75%, в альбуміновому (кобилля, осяче молоко) казеїну трохи більше 50%, а другу половину займають сироваткові білки. Казеїн знаходиться в молоці в трьох формах, що відрізняються за змістом фосфору. Альфа-форма містить 1% фосфору, бета- та гамма-форми - відповідно 0,7 і 0,5%, на альфа-форму припадає 83% казеїну. При згортанні молока в осад переходять альфа- та бета-форми [5,6].

Казеїн знаходиться в молоці у вигляді колоїдного розчину з величиною частинок від 400 до 2400 ангстрем і представляє собою дрібні кулясті частинки - глобули. Стійкість таких частинок казеїну в молоці обумовлена його сольовим складом. Частинки казеїну зв'язуються з кальцієм і фосфором та утворюють казеїн-фосфат-кальцієві комплекси. На відміну від інших білків молока казеїн термостійкий. При додаванні в молоко кислоти, а також при його тривалому нагріванні в умовах високої температури частина кальцію відщеплюється, частки казеїну укрупнюються і переходять в осад. У зв'язку з цим не рекомендується довго кип'ятити або стерилізувати молоко, призначене для звичайного споживання [1].

Додавання до молока розчину кальцію також викликає збільшення частинок та випадання їх у вигляді згустку. Це пов'язано із зниженням електричного заряду казеїну під впливом позитивно заряджених іонів

двовалентного металу кальцію. Такий метод осадження казеїну широко застосовується у молочній промисловості. При цьому казеїн збагачує кальцієм, що покращує його біологічні властивості [6].

Альбумін відрізняється від казеїну тим, що в його молекулі міститься багато сірки і практично немає фосфору. Альбумін майже повністю згортається при температурі 70^0 , але не згортається, на відміну від казеїну, сичужним ферментом і слабкими розчинами органічних кислот. Молекули альбуміну більш гідратовані та містять більше життєвонеобхідних амінокислот, ніж казеїн, що має велике значення у дитячому та спортивному харчуванні. Саме з лактоальбуміну отримують сироватковий протеїн, що використовується в ролі спортивної біодобавки [7].

Глобулін у розчиненому стані міститься в молоці у кількості приблизно 0,1%. При нагріванні кислоти сироватки глобулін переходить у осад. Вважають, що глобулін є носієм антибіотичних властивостей або антитіл у молоці. У молоці також міститься невелика кількість сироваткових білків та інших білкових речовин, які потрапляють із клітин молочної залози та є продуктами обміну речовин в організмі. Всі білки молока відносяться до повноцінних, так як в достатній кількості містять життєвонеобхідні амінокислоти: триптофан, фенілаланін, метіонін, лізин, валін, треонін, аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин без яких організм не може нормально розвиватися. Сироваткові білки мають антибактеріальні властивості і підтримують імунний захист організму [15].

Молоко, як рідкий продукт, затримується в шлунку на короткий проміжок часу - близько 2 год. В цей час у шлунку відбувається згортання казеїну молока, а вся лактоза, альбуміни та глобуліни швидко проходять в тонкий кишечник, де є молочні альбумінів та глобулінів може привести до алергічних реакцій через потрапляння цих білків у кров. При використанні в харчуванні молочних каш (замість холодного молочного сніданку, коли

молоком заливаються злакові пластівці) у людини зникає можливість виникнення алергічних реакцій на молочні білки. Це пов'язано з тим, що приготовані з молока страви не будучи рідиною, затримуються в шлунку на два-три години, завдяки чому альбуміни та глобуліни молока встигають перетравитися пепсином. А лактоза молока проходить в інші відділи кишечника повільніше, не створюючи особливих проблем [44].

Амінокислотний скор білка (АКС). Розрахунок амінокислотного скору заснований в порівнянні амінокислотного складу білка харчових продуктів з амінокислотним складом еталонного (ідеального) білка. Еталонний білок показує склад гіпотетичного білка високої харчової цінності, що ідеально задовольняє фізіологічну потребу в незамінних амінокислотах. (табл. 1.) [44].

Таблиця 1. Амінокислотний склад коров'ячого білка [8].

Амінокислота	Еталонний білок мг амінокислоти в 1 г білка	Білок коров'ячого молока	
		мг амінокислоти в 1 г білка	СКОР
Ізолейцин	40	47	117
Лейцин	70	95	136
Лізін	55	78	142
Метіонін+цистеїн	35	33	94
Фенілаланін+тирозин	60	102	170
Треонін	40	44	110
Триптофан	10	64	128
Валін	50	64	128

Амінокислота, скор якої має найменше значення, називається лімітуючою. У продуктах із низькою біологічною ціною лімітуючих амінокислот зі скором менше 100% може бути кілька. У такому випадку йдеться про першу, другу та третю лімітуючі амінокислоти. Як лімітуючі амінокислоти часто виступають лізин, треонін, триптофан та сірковмісні амінокислоти (метіонін, цистеїн). Найбільш близькі до "ідеального" білка білки яйця, м'яса, молока. Значення АК сора коров'ячого молока: метіонін + цистеїн - 78%, триптофан - 82%. Метіонін є першою лімітуючою АК для коров'ячого молока [8].

Біологічна цінність білків у процесі теплової, механічної, ультразвукового або інших видів обробки, а також транспортування та зберігання може знижуватися, особливо за рахунок взаємодії незамінних амінокислот, часто лізину, з іншими компонентами [44].

Таблиця

Вміст амінокислот в білках коров'ячого молока у %

Назва амінокислоти	Вміст білків молока, %		
	Казеїн	Альбумін	Глобулін
Гліцин	2,0	3,2	1,4
Аланін	3,2	2,4	7,4
Валін	7,2	4,7	5,8
Лейцин	9,2	11,5	15,6
Ізолейцин	6,1	6,8	8,4
Серин	6,3	4,8	5,0

Глютамінова к-та	22,4	12,9	19,5
Аспарингова к-та	7,1	18,7	19,5
Аргінін	4,1	1,2	2,9
Лізин	8,2	11,5	11,4
Цистин	0,34	6,4	2,9
Фенілаланін	5,0	4,5	3,5
Тирозин	6,3	5,4	3,8
Триптофан	1,3	7,0	1,9
Гістидин	3,1	2,9	1,6
Треонін	4,9	5,5	5,8
Метионін	2,8	1,0	3,2
Пролін	10,6	1,5	4,1

З таблиці 1.2 видно, що в білках молока містяться в достатній кількості всі життєвонеобхідні амінокислоти. Вміст деяких із них (лізин, лейцин) значно більше в альбуміні та глобуліні, ніж у казеїні. Майже вчетверо більше в молочному альбуміні триптофану, багаті на сироваткові білки і такий амінокислотою, як цистин. В альбуміні її майже на 19 разів більше, ніж у казеїні. У зв'язку з цим слід вживати заходи до того, щоб ці білки зберігалися в молоці та використовувалися в харчуванні [44].

Білки молока багаті найбільш дефіцитними незамінними амінокислотами, яких найчастіше бракує раціоні людини. До них відносяться триптофан, метіонін, лізин. Відомо, що без цих амінокислот або при їх нестачі організм не може синтезувати «власні» білки та «будувати» з них свої клітини, тканини, ферменти, антитіла, гормони та

інші структурні та фізіологічні елементи [44].

Метіонін бере участь у функціональній діяльності печінки, необхідної для профілактики атеросклерозу. Триптофан - регулює функцію ендокринного апарату, лізин бере участь у синтезі антитіл, гормонів, має протівірусну функцію, його недолік сприяє остеопорозу та атрофії м'язів. Тому збагачення раціону незамінними амінокислотами можна забезпечити поєднуючи молоко та молочнокислі продукти з продуктами рослинного походження, білки яких є менш повноцінними (приготування каш з додаванням молока, овочеві салати з бринзою, макаронні вироби із сиром) [44].

Всі білкові речовини молока легко і швидко розщеплюються травними ферментами організму. Виявлено, що за швидкістю перетравлення білки молока знаходяться на першому місці, випереджаючи білки м'яса, риби, злаків. Засвоюваність білків становить 95-97% [44].

Білок молока бере активну участь в обміні речовин, у пластичних процесах, в утворенні ферментів, гормонів, також він адсорбує отруйні солі важких металів, у тому числі ті, які викликають пухлинні процеси. Він не може бути замінений жодними іншими речовинами [44].

2. Способи коагуляції білків при виробництві сирів

За утворенням згустку розрізняють два способи виробництва сиру: кислотний і сичужно-кислотний.

Кислотний спосіб. Заснований тільки на кислотній коагуляції білків, шляхом сквашування молока молочнокислими бактеріями з подальшим нагріванням згустку для видалення зайвої сироватки. Таким способом виготовляється сир нежирний і пониженої жирності, тому що при нагріванні згустку відбуваються значні втрати жиру в сироватку. Крім того, цей спосіб забезпечує виготовлення нежирного сиру більш ніжної консистенції. Просторова структура згустків кислотної коагуляції білків менш міцна, формується слабкими зв'язками між дрібними частинками казеїну і гірше виділяє сироватку. Тому для інтенсифікації відділення сироватки потрібно підігрівання згустку [42].

Кислотна коагуляція казеїну викликається молочною кислотою, яка накопичується в молочних продуктах в результаті бродіння лактози. Молочна кислота знижує негативний заряд міцел казеїну і переводить його в ізоелектричний стан (рН 4,6-4,7), в якому макромолекули білка втрачають свою розчинність і стійкість. Крім того, відбувається перехід в плазму фосфату кальцію та органічного кальцію казеїнаткальційфосфатного комплексу, що дестабілізує міцели казеїну і викликає їх диспергування. [38].

Вміст сухих речовин, кількість казеїну і розмір міцел казеїну обумовлюють швидкість кислотної коагуляції білків, визначальну міцність отриманих згустків. Від складу молока залежить розвиток молочнокислих бактерій закваски і, отже, швидкість накопичення молочної кислоти [38].

При *сичужно-кислотному* способі згортання молока згусток формується комбінованим впливом сичужного ферменту і молочної кислоти. Казеїн при переході в параказеїн зміщує ізоелектричну точку з рН

4,6 до 5,2. У зв'язку з цим утворення згустку під дією сичужного ферменту відбувається швидше, при більш низькій кислотності, ніж при осадженні білків молочною кислотою, отриманий згусток має меншу кислотність, на 2-4 год. прискорюється технологічний процес. При сичужно-кислотній коагуляції кальцієві містки, що утворюються між великими частками, забезпечують високу міцність згустку. Такі згустки краще відокремлюють сироватку, ніж кислотні, тому що в них швидше відбувається ущільнення просторової структури білка. Тому підігрівання згустку для інтенсифікації відділення сироватки не потрібно зовсім або температура підігрівання знижується [1].

Сичужна коагуляція казеїну включає 2 стадії – ферментативну і коагуляційну. Механізм як першої, так і другій стадії остаточно не встановлений. Найбільш переконливою вважається теорія протеолітичної дії сичужного ферменту (гідролітична теорія). Відповідно до цієї теорії, на першій стадії під дією основного компонента сичужного ферменту Хімозину відбувається розрив пептидного зв'язку фенілаланін-метіонін в поліпептидних ланцюгах к-казеїну ККФК, в результаті чого молекули к-казеїну розщеплюються на гідрофобний пара-к-казеїн і гідрофільний глікомакропротейд. Гідратна оболонка міцел частково руйнується, сили електростатичного відштовхування між частинками зменшуються і дисперсна система втрачає стійкість. На другій стадії частково дестабілізувати міцели казеїну (параказеїну) збираються в агрегати, які потім з'єднуються поздовжніми і поперечними зв'язками в єдину сітку, утворюючи згусток [1].

Незалежно від способу коагуляції, розрізняють 4 стадії формування згустку:

- 1 – індукційний період;
- 2 – масова коагуляція;
- 3 – ущільнення згустку;

4 – стадія синерезису – мимовільне ущільнення структури за рахунок перегрупування частинок і збільшення числа контактів між ними, тобто стиснення гелю і відпресовування з нього дисперсійного середовища [1,8,40,44].

При структуроутворенні дисперсних систем можуть утворюватися два типи просторових структур – коагуляційні і конденсаційні. Коагуляційні структури володіють еластичністю, пластичністю і малою міцністю, так як частинки утримуються тільки міжмолекулярними силами. В конденсаційних структурах частинки з'єднані міцними хімічними зв'язками, які забезпечують їх міцність, але роблять їх крихкими, нееластичними [38].

До факторів, що впливає на властивості згустків, відносяться: склад молока і бактеріальних заквасок; режими пастеризації і гомогенізації; спосіб і тривалість коагуляції білків молока [44].

Введення до складу заквасок енергійних кислотоутворювачів сприяє отриманню щільного згустку з інтенсивним відділенням сироватки, а слабких кислотоутворювачів – більш ніжного згустку. Шляхом комбінування різних видів молочнокислих бактерій можна отримати продукт потрібної консистенції [38].

З підвищенням температури пастеризації збільшується міцність кислотного і кисло-сичужного згустків і знижується інтенсивність відділення ними сироватки. Це можна пояснити збільшенням вмісту в згустках денатурованих сироваткових білків, головним чином β -лактоглобуліну, які підсилюють жорсткість їх просторової структури і вологоутримуючу структуру [16].

Згустки, що утворюються при кислотній коагуляції білків, складаються з більш дрібних частинок, мають меншу в'язкість і міцність, ніж згустки, отримані при кисло-сичужній коагуляції [18].

3. Молочнокисла мікрофлора для виробництва сиру

Різноманітність складу бактеріальних препаратів і заквасок, які застосовують у сироробстві постійно зростає. Це пов'язано з розширенням асортименту сирів, покращенням їх смако-ароматичних властивостей, інтенсифікацією виробництва і визріванням продукту [42].

Заквашувальні препарати, які застосовуються у виробництві сиру, повинні мати протеолітичну, кислотоутворюючу і ліполітичну активності. Крім того, під час підбору штамів заквашувального препарату необхідно врахувати їх фагорезистентність і антагонізм до сторонньої мікрофлори, їх здатність утворювати ароматичні сполуки (діацетил, ацетоїн, альдегіди, леткі жирні кислоти тощо) [31].

У виробництві натуральних сирів молочнокислі бактерії відіграють надзвичайно важливу роль. Завдяки лактобактеріям відбувається перетворення основних компонентів молока у речовини, які обумовлюють смакові та ароматичні властивості готового продукту, його харчову та біологічну цінність за рахунок гліколізу, протеолізу і ліполізу. Підвищуючи активну кислотність сирної маси, вони створюють умови, які пригнічують ріст сторонньої мікрофлори [31].

Якість готового продукту, а також вміст ароматичних сполук безпосередньо залежить від заквашувальної мікрофлори, яку необхідно підбирати з врахуванням її здатності розщеплювати білки молока. Основною функцією заквашувальних препаратів у виробництві ферментованих молочних продуктів є їх здатність зброджувати лактозу з утворенням молочної кислоти, тобто їх кислотоутворювальна активність, внаслідок чого знижується активна кислотність середовища. Зниження кислотності середовища є одним із чинників зсідання молока і синерезису згустку під час виробництва сиру [4].

В останні роки ретельніше почали вивчати протеолітичну активність молочнокислих бактерій. Під час протеолізу молочнокислими бактеріями

утворюються цінні нітрогенвмісні сполуки, чим підвищується біологічна цінність готового продукту і його смакові властивості. Здатність до протеолізу є одним із біохімічних властивостей молочнокислих бактерій. Гідроліз білків молока ферментами молочнокислих паличок і стрептококів проявляється у перші години і дні їх культивування [4].

Напрямок і ступінь розщеплення білків у виробництві сирів залежить від складу заквашувальних препаратів і умов, що забезпечують дію їх протеолітичних ферментів [40].

Як правило, у виробництві сирів застосовують: *L. lactis*, *S. thermophilus*, *L. cremoris*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. helveticus* [40].

Відомо, що типовими представниками мікрофлори сирів є мезофільні та термофільні молочнокислі мікроорганізми з гомо- та гетероферментативним типом метаболізму. Гомоферментативні бактерії в основному утворюють молочну кислоту (близько 90 %) і лише незначну кількість побічних продуктів. Гетероферментативні бактерії лише 50 % глюкози перетворюють у молочну кислоту, а решта – у етиловий спирт, оцтову кислоту та вуглекислий газ [4].

Різні види молочнокислих бактерій мають різну протеолітичну активність. Вона характеризує здатність молочнокислих бактерій розщеплювати білки молока, з утворенням простіших нітровмісних сполук: пептонів, пептидів, амінокислот [4].

Зазвичай для виробництва сирів використовують заквашувальні культури, що містять кислотоутворювальні та ароматоутворювальні штами лактобактерій. Серед лактобацил найбільш активними вважають штами *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. helveticus*, *Lb. casei* [1]. До заквашувальної мікрофлори часто залучають термофільний стрептокок (*S. thermophiles*), який характеризується високою швидкістю росту [1].

Особливістю сироробної галузі є використання нестерильної сировини, проведення технологічного процесу у постійному контакті з

виробничим середовищем (обладнанням, повітрям, розсолем) і робочим персоналом, які можуть бути мікробіологічним джерелом вторинної контамінації кишковою паличкою, дріжджами, спороутворювальними бактеріями [23].

Загалом, ріст мікроорганізмів, зокрема молочнокислих бактерій, залежить від таких факторів: вміст поживних речовин, температура, активність води та активна кислотність [1].

Отже, заквашувальна мікрофлора є основним джерелом накопичення корисної мікрофлори в процесі виробництва сирів. Під її впливом проходять мікробіологічні процеси, які впливають на формування органолептичних показників готового продукту, що зумовлено якісним і кількісним складом заквашувального препарату, умовами розвитку, а також способом виробництва. Таким чином, застосування молочнокислих бактерій сприяє покращенню органолептичних властивостей сиру та підвищує його біологічну цінність, тим самим пригнічуючи розвиток сторонньої мікрофлори [1].

Penicillium camemberti — вид роду *Penicillium*, культура білої цвілі (використовується в ролі закваски для сирів) [35].

Має специфічний запах і смак, використовується при виробництві різних сортів сиру типу брі, камамбер, шаурс — сорти м'якого жирного сиру з коров'ячого молока. На поверхні сиру мікроорганізм утворює колонії *P. camemberti* утворюють тверду, білу кірку. Він відповідає за надання цим сирам своїх відмінних смаків[35].

При виробництві м'якого сиру, який включає *P. camemberti*, прес-форма може бути змішана з інгредієнтами перед тим, як вона поміщена у форми, або може бути додана до зовнішньої сторони сиру після її видалення з форм сиру. *P. camemberti* відповідає за м'яку, маслянисту текстуру брі і камамбера, але занадто висока концентрація може призвести до небажаного гіркого смаку [35].

Завдяки сучасним технологіям, використовуючи методики ПЛР, виробники сирів можуть контролювати виробництво сиру шляхом моніторингу росту міцелію *P. camemberti* [36]. Це особливо важливо, оскільки контроль росту є важливим для підтримки бажаних рівнів сполук для аромату і для збереження токсичності на безпечному рівні [18].

Оскільки *P. camemberti* відповідає за основний аромат і запах популярних сирів, гриб можна використовувати для ароматизації інших продуктів, таких як сухі, ферментовані ковбаски. Науковець і дослідник Хосе Бруна і його команда встановили, що аромат походить від сполук, які продукує гриб, таких як аміак, метилкетони, первинні і вторинні спирти, складні ефіри і альдегіди, і спробували використовувати на поверхні сухих ферментованих ковбасок *P. camemberti* щоб покращити їх сенсорні властивості. *P. camemberti* сприяє процесам протеолізу і ліполізу, який дає розпад білків і ліпідів, в результаті чого вільні амінокислоти, вільні жирні кислоти, і леткі сполуки, дозволяють формувати аромат [18].

4. Обґрунтування вибору сиропу топіамбуру, як підсолоджувача

Згідно з даними багатьох досліджень, топіамбур має високу харчовою, біологічною та дієтологічною цінність. Бульби топіамбуру містять цілий список вітамінів, мінералів та інших важливих для здоров'я елементів [17]:

- незамінні амінокислоти, в тому числі метіонін, лейцин, треонін, лізин та ін.;
- особливо цінні для людини макро та мікроелементів (залізо, кремній, калій, кальцій, магній, цинк, марганець, фосфор та ін.);
- вітаміни групи В: В₁, В₂, В₆, С. За кількістю мінеральних елементів бульби топіамбуру перевершують моркву, картоплю та буряк, а вітамінів В₁, В₂, С і РР, в ньому в 3 рази більше;
- органічні кислоти (яблучна, лимонна, фумарова, янтарна) [17].

Топіамбур багатий інуліном, особливо цінним для хворих на цукровий діабет, знижує потребу в інсулінових препаратах, стабілізує рівень цукру в крові. Інουλін має пробіотичні властивості, завдяки відновленню функцій шлунково-кишкового тракту, корисний при проявах дисбактеріозу. Топіамбур також відомий своїм імуностимулюючими властивостями, підвищує працездатність, життєвий тонус речовин в умовах несприятливого екологічного середовища [17].

Завдяки солодкому карамельному смаку, можна виступати у ролі корисного натурального замітника цукру з низьким глікемічним індексом.

Глікемічний індекс (англ. glycemіc (glysaemic) index, скорочено ГІ) - відносний показник впливу вуглеводів у продуктах харчування на зміну рівня глюкози в крові (рівень цукру в крові). Вуглеводи з низьким ГІ (55 і нижче) краще засвоюються, всмоктуються та метаболізують, і спричиняють менше і більш повільне підвищення рівня цукру в крові,

отже, як правило рівня інсуліну [17].

За зразок прийнято зміну рівня цукру в крові після вживання глюкози. ГІ глюкози прийнято за 100. ГІ інших продуктів відображає порівняння впливу вуглеводів, що містяться в них, на зміну рівня цукру в крові з впливом такої ж кількості глюкози [17].

З точки зору ГІ всі харчові продукти можна розділити на 3 великі групи:

- продукти з низьким ГІ - 45 і нижче: яблука, груші, молоко та кисломолочні. продукти, гриби, помідори, огірки, перлова крупа та ін.
- продукти із середнім ГІ - 46-59: хліб житній, овес, гречка, банани, ананас, квасоля, коричневий рис та ін.
- продукти з високим ГІ - понад 60: білий цукор, мед, кукурудза, білий рис, картопля, шоколад, солодка випічка та ін. [17].

Хворим на цукровий діабет рекомендовано вживання в їжу продукт переважно з низьким ГІ, продукт із середнім ГІ з обмеженнями. Продукти з високим ГІ можуть вживатися строго обмежених кількостях, або повністю виключаються з раціону [17].

Сироп топінамбуру має низький глікемічний індекс - 15 (для порівняння, ГІ білого цукру - 70), тому в помірних кількостях дозволено його вживання для пацієнтів з цукровим діабетом як підсолоджувача, так і з лікувально-профілактичними цілями [17].

Технологія виробництва сиропу із топінамбуру. Бульби миють, віджимають сік, проціджують, потім сік вариться у вакуумному казані з рідинною сорочкою (це спеціальний пристрій котла, який запобігає підгоранню сиропу). Спочатку гріється сорочка, яка знаходиться навколо самого котла, а від нього вже те, що в котлі при температурі 55 градусів. Підтримуючи температуру та постійно помішуючи, сироп уварюється і стає більш щільним і густим [17].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методи дослідження молока

При виконанні дипломної роботи використовували загальноприйняті та спеціальні методи досліджень.

Відбір проб молока до аналізів проводили згідно ДСТУ ISO 707-2002 (ISO 707:1997, IDT) «Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб». Підготовку молока до аналізів проводили згідно з ДСТУ 4834:2007 «Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання» [9-14].

Визначення титрованої кислотності у молоці проводили згідно ДСТУ 8550:2015 «Молоко і молочні продукти. ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом [9-14].

Визначення густини молока за ДСТУ здійснюється за стандартом ДСТУ 6082:2009 Молоко та молочні продукти. Методи визначення густини, який передбачає використання ареометра (лактоденсиметра). [9-14].

Молоко, як сировину досліджували використовуючи наступні методи:

Методика визначення жиру в молоці

Проби молока ретельно перемішуємо, нагріваємо до температури 20 °С. У молочний жиромір з межею вимірювання від 0 до 6 % і ціною поділки 0,1 наливаємо дозатором 10 мл сірчаної кислоти, густиною 1815-1820 г/м³.

Піпеткою на 10,77 мл відмірюють пробу перемішаного молока і обережно вливають його у жиромір по стінці, стараючись нашарувати його на кислоту. Відмірюють дозатором 1 мл ізоамілового спирту, стараючись не змочити горловину жироміру. Закриваємо жиромір сухим гумовим корком, струшуємо жиромір до повного розчинення вмісту, перевертаємо жиромір 4-5 разів. З одного зразка готуємо дві проби для отримання більш

точного результату. Після перемішування жироміри вставляють в патрони центрифуги, корками до периферії центрифуги. Центрифугування проводимо в центрифугі протягом 5 хв при швидкості 1000 об/20а . Після центрифугування жироміри виймають, ставлять на 5 хв у водяну баню з температурою 65 ± 2 °С корками вниз. Вийняти жиромір з бані, витерти його, встановити нижню межу стовпчика жиру на найближчій цілій поділці шкали. Для цього необхідно легко вкрутити чи викрутити корок. Втримуючи стовпчик жиру корком, здійснити відлік за нижньою точкою меніска [9-14].

Визначення кислотності молока (титрометричний метод)

Для визначення кислотності молока використовувалися матеріали і прилади:

– прилади: колби місткістю 250 мл, піпетки по 20 мл, лійки, бюретки для титрування.;

– матеріали: 0,1 Н розчину КОН для титрування, фенолфталеїн, 70% спиртовий розчин з концентрацією 10 г/дм³, кобальт сірчаноокислий з концентрацією 25 г/дм³, вода дистильована [9-14].

Для визначення кислотності зазначених продуктів у колбу відмірюють по 10 мл продуктів. У кожену колбу додаємо по 20 мл дистильованої води і 3-5 капель спиртового розчину фенолфталеїну. Вміст колби добре перемішуємо. Суміш титрують 0,1 Н розчином NaOH до отримання стійкого рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Для отримання точних результатів готуємо по дві проби кожного зразка [9-14].

Кислотність молока виражають в одиницях титрованої кислотності (в градусах Тернера) та величиною одиниць рН за температури 20° С [9-14].

Титрована кислотність є критерієм оцінки якості молока при його заготівлі. У молоці та молочних продуктах вона виражається в умовних

одиницях – градусах Тернера ($^{\circ}$ T). Градуси Тернера – це кількість мілілітрів 0,1 н розчину лугу (NaOH), яка необхідна для нейтралізації 100 мл молока [9-14].

Активна кислотність молока – pH – зумовлена дисоціацією кислот та кислих солей. Вона виражається від’ємним логарифмом концентрації іонів і в середньому становить 6,5. Величина pH молока є відносно стійкою завдяки буферній ємності, що утворюється білками та солями. При розвитку в молоці молочнокислих бактерій суттєво зростає титрована кислотність і дуже незначно змінюється pH. Це пояснюється тим, що з кислотами чи лугами, які введені у молоко, спочатку взаємодіють амінні та кислотні групи білка та фосфати. Зміна pH спостерігається тільки при повній нейтралізації амінних та кислотних груп, тобто тоді, коли зникають буферні властивості молока. Буферну ємність молока визначають кількістю лугу або кислоти, яка необхідна для зміщення pH на одну одиницю. Буферні властивості молока створюють умови для розвитку молочнокислих бактерій при відносно високій кислотності [9-14].

Визначення густини молока (аерометричний метод)

Густина (або об’ємна маса) – це відношення маси молока при температурі 20 $^{\circ}$ C до маси того ж об’єму води при температурі 4 $^{\circ}$ C. Таким чином, густина молока показує, наскільки молоко важче за воду і коливається в межах 1,027...1,032 г/см. Густина молока визначається аерометричним методом і виражається у г/см³, кг/м³ або в градусах аерометра. Вона залежить від вмісту жиру та всіх сухих речовин молока. Густина молочного жиру менше, ніж води, а тому при збільшенні вмісту жиру в молоці його густина зменшується. Зі збільшенням вмісту білків, лактози, мінеральних речовин густина молока збільшується, а при розбавленні його водою – зменшується. Протягом лактаційного періоду густина молока змінюється відповідно до змін його складу [9-14].

Прилади і посуд: ареометри для молока типу АМ або з ціною поділки шкали $0,5 \text{ кг/м}^3$, або типу АМТ з ціною поділки шкали $1,0 \text{ кг/м}^3$; циліндри скляні на 250 см^3 , термометри рідинні з діапазоном від 0 до $50 \text{ }^\circ\text{C}$ і ціною поділки $0,5$ - $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ [9-14].

Хід визначення. Густину визначають шляхом занурення молочного ареометра в скляний циліндр, наповнений досліджуваним молоком, попередньо ретельно перемішаним (без піни) у кількості до 250 см^3 за температури $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. При визначенні густини реометр не повинен торкатися до стінок циліндра. Перед визначенням густини молока з відстояним шаром його підігрівають до температури $35 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Через 2-4 хв після встановлення лактоденсиметра в циліндр відраховують показник за шкалою. Відлік густини молока проводять до цілої поділки, а температури – з точністю $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ [9-14].

Методи дослідження сирного згустку і готового продукту

Визначення тривалості зсідання молока

Після внесення молокозсідального ферменту у нормалізоване молоко температурою 32 °С, суміш перемішували 30 с і залишали у спокої для зсідання молока. При цьому в'язкість суміші різко підвищується, що свідчить про зміни стану білку. Відбувається сичужна коагуляція казеїну, білкові частинки починають збільшуватися у розмірах, з'являються дрібні пластівці. Потім утворюється ніжний згусток, який у подальшому ущільнюється. Тривалість зсідання молока становить 30 ± 5 хв при температурі 30 ± 2 °С [9-14]. Тривалість сичужного зсідання молока у хвилинах визначали від моменту внесення ферменту у молочну основу до утворення щільного згустку [9-14].

Метод визначення синеретичних властивостей сирного згустку

Дослідження синеретичних властивостей сичужних згустків проводили наступним чином. Після процесу ферментації, молоко піддавали зсіданню (процесу коагуляції) при температурі 32 °С [9-14].

Отримані згустки об'ємом 100 см³ разом з виділеною на поверхні сироваткою, розрізали і поміщали на паперовий фільтр, вимірюючи об'єм сироватки через кожні 10 хв протягом години [9-14].

Методи дослідження сиру

При дослідженні експериментальних зразків сиру були використанні такі методи (табл. 2.2). [9].

Методи дослідження готового продукту

Показник, одиниці вимірювання	Методи дослідження
Органолептичні показники	Органолептично
Масова частка жиру у сухій речовині, %	ДСТУ 4503 : 2005 Вироби сиркові. Загальні технічні Умови.
Масова частка вологи, %	ДСТУ 4503 : 2005 Вироби сиркові. Загальні технічні Умови.
Титрована кислотність, °Т	ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти.
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г сиру	ДСТУ 4395:2005. Сири м'які. Загальні технічні умови.
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	ДСТУ 4395:2005. Сири м'які. Загальні технічні умови.
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	ДСТУ 4395:2005. Сири м'які. Загальні технічні умови.
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	ДСТУ 4395:2005. Сири м'які. Загальні технічні умови.

Органолептичні показники

За органолептичними показниками сир повинен відповідати вимогам, які наведені у таблиці 2.3 [9].

Органолептичні показники сиру.

Показник	Характеристика
Кірка	відсутня
Сирне тісто	Від білого до жовтуватого.
Структура	М'яка, пластична, молодий сир може бути крихким.
Форма	У вигляді головок

Смак і аромат	Тонкий, кисломолочний
Бальна оцінка	Форма - 1 бал; консистенція, структура і колір - 6 балів; смак і аромат - 10 балів.

За фізико-хімічними показниками сир повинен відповідати вимогам, які наведені у таблиці [9].

Фізико-хімічні показники м'якого сиру

Назва показника	Характеристика
Масова частка жиру у сухій речовині, %, не менше ніж	45
Масова частка вологи, %, не більше ніж	62
Вміст NaCl, %, не більше ніж	2

Визначення масової частки жиру у сухій речовині [9-14].

Методика визначення:

1. В молочний жиромір налити 10 мл сірчаної кислоти густиною 1,50-1,55.

2. Зважити на листочку пергаменту на технімічній вазі 2 г проби сиру. Наважку сиру перенести за допомогою скляної палички без втрат в жиромір; крупинки сиру не повинні попадати у вузький просвіт жироміру.

3. Додати біля 9 мл сірчаної кислоти. Рівень рідини в жиромірі повинен бути не нижче основи верху жироміра (на 4-6 мм).

4. Долити 1 мл ізоамілового спирту, закрити жиромір гумовим корком, поставити його корком вгору на водяну баню при температурі 70-75°C, періодично утрушуючи, витримати до повного розчинення білків.

5. Подальша техніка визначення подібна до техніки визначення жиру в молоці.

6. Після відліку показників приладу вміст жиру в сирі, визначають за формулою: $Ж = Р \times 5,5$

де Ж – масова частка жиру в сирі (%);

Р – показник жиру в жиромірі;

5,5 – постійний коефіцієнт.

Масову частку жиру у сухій речовині визначали розрахунковим методом [9-14].

Визначення масової частки вологи [11].

Скляний бюкс, попередньо висушений до постійної маси, з 20-30 г підготовленого піску і скляною паличкою, не виступаючої за краї бюкса (кришку кладуть поруч з бюкси), поміщають у сушильну шафу і витримують при $102 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 30-40 хвилин. Після цього бюкс виймають із сушильної шафи, закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі 40 хвилин і зважують на вагах. В цей же бюкс піпеткою вносять 5-10 г сиру, зважених на аналітичних вагах з похибкою не більше 0,001г,

закривають кришкою і негайно зважують. Після закінчення висушування бюкс виймають із сушильної шафи, закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі протягом 30-40 хвилин, після чого виймають з ексикатора і зважують [11].

Масову частку сухої речовини (%) розраховують за формулою:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m - m_1}$$

де m_2 – маса бюкса з піском, скляною паличкою і наважкою досліджуваного продукту після висушування, г;

m_1 – маса бюкса з піском і скляною паличкою, г;

m – маса бюкса з піском, скляною паличкою і навішуванням досліджуваного продукту до висушування, г.

Розбіжність між паралельними визначеннями не повинно бути більше 0,2 %. За остаточний результат для кожного досліджуваного продукту приймають середньоарифметичне двох паралельних визначень.

Масову частку вологи в продуктах (%) розраховують за формулою:

$$w (\%) = 100 - X,$$

де X – масова частка сухої речовини, %.

Визначення титрованої кислотності готового продукту [9].

Посуд і реактиви: порцелянова ступка, товкач, бюретка, дистильована вода, розчин фенолфталеїну, розчин NaOH або КОН.

У порцелянову ступку вносять 5 г продукту. Старанно перемішують і розтирають продукт товкачиком, додають невеликими порціями 50 см³ дистильованої води, нагрітої до 35-40 °С, 3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 моль/дм³ розчином NaOH або КОН до появи злегка рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Кислотність м'якого сиру визначають в умовних одиницях – градусах Тернера (°Т) [9].

Кислотність, у градусах Тернера, дорівнює об'єму водного розчину NaOH або KOH, витраченого на нейтралізацію 5 г продукту, помноженому на 20 [9].

Мікробіологічний контроль виробництва

Завдання мікробіологічного контролю зводяться до забезпечення належної спрямованості мікробіологічних процесів і дотриманню санітарно-гігієнічних умов виробництва [25].

Виходячи з цього, санітарно-гігієнічний контроль виробництва складається з проведення контролю технологічного процесу виробництва продуктів, санітарно-гігієнічного стану цеху (устаткування, посуду, повітря й ін.) і контролю готової продукції [18].

Особлива увага повинна бути приділена якості готового продукту. Їх досліджують на наявність кишкових паличок. При цьому БГКП не повинні виявлятися у 0,01 г [18].

Підготовка проб до мікробіологічних аналізів та культивування мікроорганізмів проводилась згідно з вимогами існуючих нормативних документів та за загальноприйнятими методиками [25].

Визначення БГКП визначали посівом на середовище Кесслера; кількість *Listeria monocytogenes*, КУО у 25 г продукту посівом на середовище середовищі Гіса з манітом, рамнозою, ксилозою; наявність та кількість *Staphylococcus aureus*, КУО/г посівом на жовточно-сольовий агар; *Salmonella*, КУО у 25 г продукту посівом на середовище Плоскірева [18].

За мікробіологічними показниками м'який сир повинен відповідати вимогам, які наведені у таблиці 2.5 [18,25].

Мікробіологічні показники м'яких сирів [9,10].

Назва показника	Характеристика
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г сиру	Не дозволено
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	Не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	$5,0 \times 10^2$
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	Не дозволено

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Підбір способу виробництва кисломолочного сиру

Початковий етап досліджень був пов'язаний з отриманням сиру різними способами та різними температурами сквашування (табл. 1).

В технології сиру використовували традиційна закваска, а що складається з культур: *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* [4].

Зроблено аналіз отриманих даних та підібрано оптимальні режими виробництва сиру, при яких час сквашування буде мінімальним, а згусток, щільним, пружним та необхідної кислотності. Це забезпечуватиме найбільшу швидкість відділення сироватки, а також вихід сир буде максимальним.

Таблиця 1 - Залежність наростання кислотності від способу виробництва сиру та температури сквашування

Спосіб виробництва сиру (метод коагуляції)	Температура сквашування, °C	Кислотність °T (облік показників щогодини)				
		1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Кислотний	32	18	25	32	60	70
	36	20	27	34	62	72
	40	21	28	41	78	89
Кислотно-сичужний	32	8	22	30	50	60
	36	19	25	32	62	74
	40	20	27	35	65	77

Враховуючи отримані результати досліджень, встановлено, що при вищій температурі (40 °С) нарастає титрована кислотність при використанні двох способів виробництва сиру. При використанні кислотної коагуляції, на 5 год кислотність досягає 89°Т, а при кислотно-сичужній 77°Т. Це можна пов'язати із тим, що температура 40 °С є найбільш сприятливою для розвитку мікроорганізмів заквашувальних культур.

Наступним етапом було визначення щодо обсягів виходу сиру (готового продукту) із використанням різних методів коагуляції білків (табл.2).

Таблиця 2 - Залежність виходу готового продукту від температури підігрівання та способу виробництва сиру

Спосіб виробництва сиру (метод коагуляції)	Температура сквашування, °С	Температура підігрівання, °С	Вихід готового продукту, г
Кислотний	32	55	189,6
		60	189,9
		65	190,1
	36	55	196,1
		60	196,8
		65	199,4
	40	55	200,3
		60	207,5

		65	211,4
Кислотно-сичужний	32	55	178,5
		60	172,4
		65	170,5
	36	55	189,8
		60	183,1
		65	180,3
	40	55	197,4
		60	198,2
		65	198,6

Згідно з отриманими результатами можна зробити висновок, що при кислотному способі виробництва сиру, вихід продукту вищий, ніж при кислотно – сичужному, це пов'язано з тим, що сир отриманий кислотним способом має більш високу масову частку води, що відповідно впливає на вихід сиру.

Також було визначено ступінь переходу білків молока в сироватку за різних температур підігрівання і сквашування, то відмінностей практично не було, але всеодно спостерігається динаміка збільшення виходу готового продукту при вищій температурі підігрівання в межах 65 °C.

На наступному етапі визначено залежність масової частки води від температури коагуляції та підігрівання сирного зерна.

Таблиця 2 - Залежність вмісту масової частки води і сухих речовин при способі виробництва сиру

Спосіб виробництва сиру (метод коагуляції)	Температура сквашування, °C	Температура підігрівання, °C	Вміст, %	
			Волога	Сухі речовини
Кислотний	32	55	79,5	20,5
		60	79,1	20,9
		65	78,4	21,6
	36	55	79,0	21,0
		60	78,2	21,8
		65	77,8	22,2
	40	55	75,9	24,1
		60	75,3	24,7
		65	74,8	25,2
Кислотно- сичужний	32	55	58,6	41,4
		60	58,1	41,9
		65	57,7	42,3
	36	55	58,2	41,8
		60	57,4	42,6
		65	57,1	42,9

	40	55	56,6	43,4
		60	56,1	43,9
		65	55,8	44,2

Провівши експериментальну частину щодо способу виробництва сиру, то встановлено, що використання кислотного способу забезпечує більший вихід продукту та відповідно більший вміст води в продукті.

Згідно з отриманими показниками щодо вмісту води та сухих речовин можна зробити висновок, що для використання кисломолочного сиру для сирної маси із додаванням вишневого наповнювача необхідний м'який сир, оскільки при виробництві сиру кисло-сичужним способом відзначали доволі тверді сирні зерна, що пов'язано із меншим вмістом води і відповідно потім це відіграє роль на формуванні органолептичних показників готового продукту.

3.2. Підбір та обґрунтування дози наповнювача для виробництва сиру

Як добавку для сирної маси було використано вишневий наповнювач, у зв'язку з цим, що вишня є доволі поширеною ягодою, яка багата корисними речовинами для організму - пектини, клітковина, а це становить 5-8% від денної потреби що дорівнює 100 г ягід [23].

Топінамбур обраний завдяки солодкому карамельному смаку та може виступати у ролі корисного натурального замітника цукру з низьким глікемічним індексом, також бути джерелом інуліну. Також додано пектин, як природний загущувач [17].

Тому для встановлення оптимальної кількості наповнювача було розроблено три дослідні зразки сиру із різною масовою часткою наповнювача.

Дослідний зразок №1 – масова частка наповнювача 10% +фруктоза+порошок топінамбуру + пектин.

Дослідний зразок №2 – масова частка наповнювача 20%+фруктоза+порошок топінамбуру + пектин;

Дослідний зразок №3 – масова частка наповнювача 30%+фруктоза+порошок топінамбуру + пектин;

Таким чином було розроблено дослідні зразки сиру з різним вмістом наповнювача та проведена їх оцінка.

При розробленні будь якої нової технології продукту необхідно провести комплексну оцінку та дослідження його показників, які можуть впливати на його безпеку та якість під час зберігання.

Таблиця 4 Рецептний склад дослідних зразків сиру з вишневим наповнювачем

№ дослідного зразка	% наповнювача	% кисломолочного сиру
1	10	90
2	20	80
3	30	70

Було сформовано три дослідні зразки кисломолочного продукту відповідно до рецептного складу. Змішування наповнювача із сиром проводили в лабораторних умовах побутовим міксером.

Сформовані дослідні зразки продукту характеризувались однорідною кремовою масою від блідо рожевого до насичено рожевого забарвлення.

В подальшому проводили оцінку органолептичних сформованих зразків.

Таблиця 5 Органолептична оцінка дослідних зразків сиру з вишневим наповнювачем

№ дослідного зразка	% наповнювача	Зовнішній вигляд і консистенція	Колір	Запах і смак
1	10	Однорідна, мазка	Блідо рожевий, однорідний по всій масі	Кисломолочний, з ледь відчутним вишневим
2	20	Однорідна, менш мазка	рожевий, однорідний по всій масі	Кисломолочний, з відчутним вишневим

3	30	Однорідна, але не надто мазка	Виражений рожевий, однорідний по всій масі	Кисломолочний, з вираженим відчутним вишневим
---	----	-------------------------------------	---	--

За результатами дослідження органолептичних показників можна зробити висновок, що масова частка наповнювача в межах 20% позитивно впливає на формування властивостей продукту.

Даний зразок кисломолочного сиру відзначався характерним кисломолочним смаком з більш помірно вираженим вишневим присмаком наповнювача. Консистенція була однорідна, в міру мазка, м'яка.

В подальшому було проведено дослідження щодо внесення оптимальної дози фруктози та підсолоджувача, порошку топінамбура.

Таблиця 6. Органолептична оцінка дослідних зразків сиру з вишневим наповнювачем 20%, фруктози та порошком топінамбура

№ варіанту	% співвідношення фруктози і порошку топінамбура від маси наповнювача	Зовнішній вигляд і консистенція	Колір	Запах і смак
1	10 % фруктози / 3% порошок топінамбура	Однорідна, мазка	Блідо рожевий, однорідний по всій масі	Кисломолочний, вишневий, ледь солодкуватий
2	12 % фруктози / 3% порошок топінамбура	Однорідна, менш мазка	Блідо рожевий, однорідний по всій масі	Солодкуватий, кисломолочний, вишневий
3	15 % фруктози / 3% порошок топінамбура	Однорідна, менш мазка	Блідо рожевий, однорідний по всій масі	Солодкий, кисломолочний, вишневий
4	10 % фруктози / 5% порошок топінамбура	Однорідна, більш суха	Брудно рожевий, однорідний по всій масі	Кисломолочний, вишневий відчутний запах топінамбуру
5	12 % фруктози / 5% порошок топінамбура	Однорідна, більш суха	Брудно рожевий, однорідний по всій масі	Кисломолочний, вишневий відчутний запах топінамбуру

6	15 % фруктози / 5% порошок топінамбура	Однорідна, більш суха	Брудно рожевий, однорідний по всій масі	Кисломолочний, вишневий відчутний запах топінамбуру
---	--	--------------------------	---	--

При визначенні кількості внесення фруктози за органолептичними показниками, найбільш оптимальними виявився зразок із кількістю фруктози 12 % та порошку топінамбура 3% від маси наповнювача. Оскільки при збільшенні кількості фруктози відзначали більш виражений солодкий смак, а при збільшенні порошку топінамбуру відзначали його запах та присмак у сирі. Таким чином, як оптимальне співвідношення визначено використовувати 12 фруктози і 3% топінамбуру. Але при такому співвідношенні була незначно рідка консистенція, тому як натуральний згущувач використано пектин.

Для цього було підібрано дозу пектину для стабілізації структури сирної маси у різних співвідношеннях 2, 4, 6%.

Таблиця 7. Підбір оптимального співвідношення пектину

% пектину	Консистенція
2 %	Однорідна, мазка
4 %	Однорідна, більш мазка
6 %	Однорідна, дуже в'язка

Визначено, що оптимальним для забезпечення мазкої консистенції сирної маси з вишневим наповнювачем рекомендовано додавати 2 % пектину.

В результаті досліджень розроблено рецептуру на виробництво кисломолочного сиру із вишневим наповнювачем в кількості 20%.

Таблиця 8. Рецептúra на виробництво сиру з вишневим наповнювачем у кількості 20% на 1000 кг готового продукту

Складові рецептури	Кількість складників рецептури
Сир кисломолочний	800
Вишневий наповнювач:	200
плоди вишні	168,0
фруктоза	24,0
порошок топінамбуру	6,0
пектин	2,0
Разом	1000 кг

Щодо фізико-хімічних показників готового продукту, то було визначено титровану кислотність готового продукту, вміст вологи та масову частку жиру.

У вимогах стандарту на сир кисломолочний нормується такий показник, як титрована кислотність. Значення кислотності сиру має широкі межі норми, які коливаються від 170 до 250 °Т і характеризують в загальному мікробіологічний процес, при цьому є взаємозв'язок між жирністю сиру та показником кислотності. Спостерігається, що чим нижча жирність сиру, тим вища його кислотність. Визначення кислотності сиру із використанням вишневого наповнювача мало за мету встановити чи має вплив наповнювач на вищезазначений показник. Адже у використаному наповнювачі присутні органічні кислоти, які також титруються і вони можуть безпосередньо впливати та підвищувати кислотність отриманого продукту [9,10]. Результати представлені у таблиці 9.

Таблиця 9. Фізико-хімічні показники готового продукту

Назва показника	Значення
Титрована кислотність, °T	201
Вміст води, %	80
Масова частка жиру, %	9

Додатково проведено підрахунок кількості молочнокислих бактерій в сирі, оскільки цей показник нормується ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.

Визначено, що кількість МКБ у готовому продукті становила 6,74 log КУО/г сиру.

На основі комплексу проведених досліджень було розроблено технологічну схему виробництва продукту.

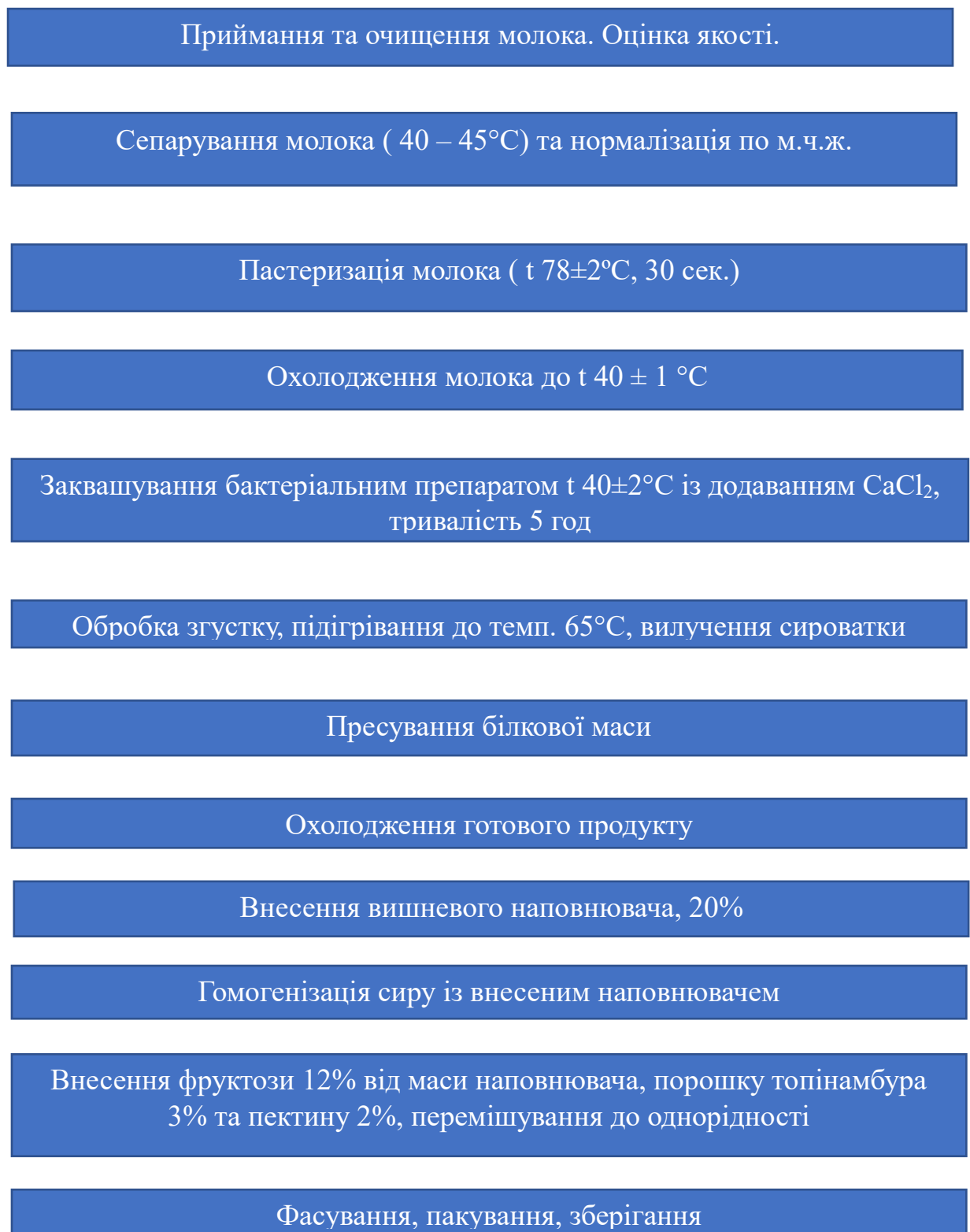


Рис. 1. Технологічна схема виробництва кисломолочного сиру із вишневим наповнювачем

В загальному, в результаті експериментальної роботи щодо пошуку оптимального способу виробництва сиру кисломолочного рекомендуємо виготовляти сир кислотним способом з додатковим підігріванням сирного зерна за температури 65 °С для кращого відділення сироватки. Додатково вносити фруктовий наповнювач у кількості 20%, фруктозу у кількості 12%, порошок топінамбуру 3% та пектину 2%, що забезпечує продукту кращі властивості.

РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ВИРБНИЦТВА СИРУ З ФРУКТОВИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

У системі показників, що характеризують ефективність виробництва та продажів, одне з провідних місць належать собівартості продукції. Собівартість продукції - це виражені в грошовій формі витрати на виробництво та реалізацію [15].

У собівартості продукції відображаються всі сторони виробничої та фінансово-господарської діяльності підприємства: ступінь використання матеріальних, трудових та фінансових ресурсів, якість роботи працівників та керівництва в цілому [38].

Обчислення цього показника необхідне з багатьох причин, у тому числі для визначення рентабельності окремих видів продукції та виробництво в цілому, визначення оптових цін на продукцію, здійснення внутрішньовиробничого розрахунку, обчислення національного доходу у масштабах країни [15].

Собівартість продукції одна із основних факторів формування прибутку. Між розмірами величини доходу та собівартості існує зворотна функціональна залежність. Чим менш собівартість, тим більший прибуток, і навпаки [38].

Собівартість є однією з основних частин господарської діяльності та відповідно одним з основних елементів цього об'єкта управління [15].

Розрахунок собівартості на 100 кг готового продукту відображено в таблиці 10.

Таблиця 10. Рецептатура на виробництво м'якого сиру з фруктовим наповнювачем з м.ч.ж. 9% на 1 т продукту

№ п/п	Сировина	Маса сировини, кг
1.	Молоко з м. ч. ж. 3,7 %	7685
2	Вершки з м. ч. ж. 30 %	342
3.	Бакпрепарат	0,3
4.	Фруктовий наповнювач	200,0,08
5.	Порошок топінамбуру	30,0
6.	Фруктоза	120,0
7.	Пектин	20,0
Разом		8832

Вартість сировини для виробництва м'якого сиру представлена у таблиці 11.

Таблиця 11. Вартість сировини для виробництва 1 т сиру з наповнювачем та без наповнювача

Найменування сировини	Ціна за кг, грн.	Сума, грн.	
		Зразок 1	Зразок 2
Молоко з масовою часткою жиру 3,7 %	9,5	73,007	73,007
Вершки з масовою часткою жиру 30%	16,5	5,643	5,643
Бакпрепарат DVS	0,3	1,500	1,500
Фруктовий наповнювач	20	-	1600
Фруктоза	52	417-	416
Порошок топінамбура	51,5	16	412
Пектин	12,0	12,0	
Разом		82,590	83,002

Отже, виходячи із розрахунку, вартість сировини для виробництва 1 т сиру з наповнювачем – 82,590грн.

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

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

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

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

Транспортно-заготівельні витрати на виробництво сиру (зразок 1):

$$V_{\text{т.з.}} = 82,590 \cdot 0,1 = 8,259 \text{ грн.}$$

Транспортно-заготівельні витрати на виробництво сиру (зразок 2):

$$B_{\text{т.з.}} = 83,002 \cdot 0,1 = 8,300 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості упаковки для наведений у табл. 5.3.

Таблиця 12. Розрахунок вартості упаковки виробництва сиру

№ п/п	Найменування упаковки	Об'єм, см ³ /к-сть	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1.	Пергаментний папір	50 м ²	0,50	250,0
2.	Картонні ящики для пакування	20	5	100,0
Всього				350,0

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів наведений в табл. 13.

Таблиця 13. Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Найменування витрат	Норма витрат, м	Ціна за одиницю, грн.	Вартість витрат із 1 т сировини, грн.
Миюча речовина	0,75	70	52,5
Дезінфікуюча речовин	0,65	85	51,0
Всього	103,5		

Таблиця 14. Вартість палива на технологічні цілі для виробництва сиру

Найменування енергозатрат	Ціна за од., грн.	Норма витрат	Сума, грн.
Електроенергія, кВт/год.	0,92	124,1	114,0
Вода, м ³	10,0	39,0	390,0
Пара, кДж	124,0	13,08	1622,0
Холод, кДж	0,38	1157,0	440,0
Всього			2566,0

Витрати за статтею «*Основна заробітна плата*».

Витрати праці на виготовлення 1 т сиру становить 31,2 люд./год. Середній розряд по бригаді – 3. Годинна тарифна ставка 3-го розряду становить 2,45 грн. Заробітна плата складає: $31,2 \cdot 2,45 = 76,44$ грн.

Витрати за статтею «*Додаткова заробітна плата*» становить 42 % від тарифу заробітної плати: $76,44 \cdot 0,42 = 32,1$ грн.

Основна заробітна плата складає: $76,44 + 32,1 = 108,54$ грн.

Витрати за статтею «*Соціальне відрахування*» складають 38,08 % від суми фонду основної заробітної плати: $108,54 \cdot 0,381 = 41,35$ грн.

«*Витрати на утримання та експлуатацію обладнання*» – 120 % до загальної заробітної плати: $108,54 \cdot 1,20 = 130,25$ грн.

Витрати пов'язані із розробкою та освоєнням нового виду продукту приймаються у кількості 0,65 % від фонду заробітної плати: $108,54 \cdot 0,0065 = 0,71$ грн./т.

Витрати за статтею «*Загальновиробничі витрати*» – 200 % від загальної заробітної плати: $108,54 \cdot 2 = 217,08$ грн.

Адміністративні витрати становлять 4 % від виробничої собівартості: для **Зразок 1**: $82,590 \cdot 0,04 = 3303,0$ грн.;

Зразок 2: $83,002 \cdot 0,04 = 3320,0$ грн.

Витрати на збут встановлюються як 1 % від виробничої собівартості: для **Зразок 1**: $82,590 \cdot 0,01 = 825,0$ грн.;

Зразок 2: $83,002 \cdot 0,01 = 830,0$ грн.

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

Таблиця 15. Калькуляція собівартості 1 т сиру

№ п/п	Статті витрат	Зразок 1	Зразок 2
1	2	3	4
1.	Сировина і основні матеріали	82,590	83,002
2.	Транспортно – заготівельні витрати	8,259	8,300
3.	Вартість упаковки	350	350
4.	Вартість допоміжних матеріалів	103,5	103,5
5.	Вартість енергетичних витрат	2566	2566
6.	Основна заробітна плата	108,54	108,54
7.	Додаткова заробітна плата	32,1	32,1
8.	Відрахування на соціальне страхування	41,35	41,35
9.	Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	130,25	130,25

10.	Витрати на розроблення та освоєння нового виду продукту	0,71	0,71
11.	Загальновиробничі витрати	217,08	217,08
Виробнича собівартість		94398,45	94851,53
12.	Адміністративні витрати	3303,0	3320,0
13.	Витрати на збут	825,0	830,0
Повна собівартість 1 т продукту		98526,45	99001,53
14.	Собівартість одиниці продукції 1 кг	98,526	99,001
15.	Ціна, що пропонується за 1 кг	118,23	118,80
16.	Прибуток з одиниці продукції (1 кг)	19,70	19,80
17.	Рентабельність, %	19,994	19,999

Рентабельність виробництва сиру без фруктового наповнювача становить 19,994%, натомість сиру з фруктовим наповнювачем 19,999%.

Виробництво даного продукту є рентабельним та економічно вигідним.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологію кисломолочного сиру із фруктовим наповнювачем та функціональними властивостями із внесенням порошку топінамбуру.
2. Встановлено, що розроблена технологія за основними показниками відповідає ДСТУ 4503:2005 Вироби сиркові. Загальні технічні умови.
3. Використано два способи коагуляції білків молока, кислотний та кислотно-сичужний, для отримання сирного згустку та вибрано оптимальний.
4. Визначено, що спосіб виробництва сиру із використанням кислотної коагуляції забезпечує кращу якість сирного зерна та більший вихід продукту.
5. Досліджено оптимальну температуру для внесення бактеріального препарату за показниками титрованої кислотності сирного згустку під час сквашування.
6. Підібрано оптимальну температуру для підігріву сирного зерна для кращого відділення сироватки, що становить 65°C.
7. Обґрунтовано внесення фруктового наповнювача у кількості 20%, що забезпечує продукту найкращі споживчі властивості за органолептичними та фізико-хімічними показниками.
8. Визначено, що масова частка фруктози від кількості наповнювача становить 12%, порошку топінамбура 3% та пектину, як натурального загусника 2%.
9. Досліджено, основні фізико-хімічні та органолептичні показники готового продукту та на їх основі розроблено технологічну схему виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пат. 36836 Україна, МПК A23C 21/00. Спосіб виробництва біфідовмісного кисломолочного сиру з функціональними властивостями / Дідух Н. А.; заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій № 200806680 заявл. 15.05.2008; опубл. 10.11.2008.
2. Ivanova G. V., Kolman, O. Ya., Nikulina, E O. (2021). Practical basics of the functional fermented milk desserts development with fruit and berry additives. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 848 012019.
3. Аналіз молочного ринку України: веб-сайт. URL: <https://koloro.ua/blog/issledovaniya/analiz-molochnogo-rynka.html>
4. Вивчення мікробіологічного складу і органолептичних показників якості кисломолочних йогуртів на різних етапах терміну придатності». URL: https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2019/04/KONKURS_SHYFR-More.pdf (Дата звернення: 03.04.2021)
5. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: підруч. К.: НУХТ, 2012. 362 с.
6. Гурський П. В. Технологія паст закусочних на основі сиру кисломолочного нежирного: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук спец. технологія харчової продукції. Х: ХДУХТ, 2008. 22 с.
7. Дідух Н.А. Наукові основи розробки технології молочних продуктів функціонального призначення. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, Одеса. 2008. 28 с.
8. ДСТУ 2212:2003 Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять.
9. ДСТУ 4503 : 2005 Вироби сиркові. Загальні технічні Умови.

- 10.ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.
- 11.ДСТУ 8552:2015 Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини.
- 12.ДСТУ IDF 122В:2003 Молоко і молочні продукти. Підготовка зразків і розведень для мікробіологічних досліджень.
- 13.ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб.
14. ДСТУ ISO 707:2002 та ін.. Молоко та молочні продукти: Офіц. вид. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 91 с.
- 15.Дуденко Н. В. Наукові основи технології та системного використання харчових продуктів оздоровчої дії для різних верств населення: монографія. Х. : ХДУХТ, 2015. 274 с.
16. Інтернет ресурс [<https://ua.chr-hansen.com/uk/rishennya/kyslomolochni-produkty>].
- 17.Інтернет ресурс: http://www.agrosvit.info/pdf/17_2021/3.pdf.
- 18.Капрельянц Л.В., Пилипенко Л.М., Єгорова А.В. Мікробіологія харчових виробництв. навчальний посібник. Херсон, 2016. С. 478.
- 19.Кігель Н.Ф. Технології бактеріальних препаратів для функціональних продуктів і біологічно активних добавок. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, Київ. 2003. 41 с.
- 20.Кравців Р.Й., Гачак Ю.Р. Довідник лабораторних досліджень молока і молочних продуктів. Львів 2005.
- 21.Лялик А.Т., Покотило О.С., Кухтин М.Д., Бейко Л.А. Органолептичний і сенсорний аналіз сиркової пасти з лляною олією. Технічні науки та технології : науковий журнал Чернігів. нац. технол. ун-т. Чернігів: ЧНТУ, 2020. № 1 (19). 287-295.
- 22.Лялик А.Т., Покотило О.С., Кухтин М.Д., Добровольська С.Я. Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних

- умов зберігання. Вісник Херсонського національного технічного університету, 2020. 1(72),. 109-116. 88.
- 23.Мінорова А. В. Розробка технології молочно-солодового десерту функціонального призначення: автореф. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. технологія м'ясних, молочних та рибних продуктів. К., 2004. 24 с.
- 24.Молоко і молочні продукти. Підготовка проб і розведень для мікробіологічного дослідження: ДСТУ IDF 122С:2003. [чинний від 01.01.2005]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 12с. (Національні стандарти України).
- 25.Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання: ДСТУ 7357:2013. - [чинний від 22-08-2013]. К.: Мінекономрозвитку України, 2014. 34с. - (Національні стандарти України).
- 26.Назаренко І. В. Особливості виробництва сиркових десертів. Науковий вісник Національного аграрного університету. М., 2013. № 76. С. 25 – 30.
- 27.Оцінка економічної ефективності впровадження інноваційних розробок в галузі тваринництва [Електронний ресурс]. Довгій Ю. Ю., ЖНАУ, 2014 URL<http://eprints.zu.edu.ua/11918/1/10.pdf>
- 28.Пат. №103374 UA, МПК А23С 9/13 (2006.01) Закусочні кисломолочні пасти з композиціями прянощів / Ющенко Н. М., Кузьмик У. Г. – u 2015 06576; заявл. 03.07.2015; опубл. 10.12.2015, Бюл. № 23, 2015 р.
- 29.Пересічна С. М. Нутрієнтний склад чізкейків з використанням рослинної сировини. Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» 13–17 жовтня 2014 року, К.: НУХТ. С. 636.

- 30.Пересічний М. І. Мінеральний склад чізкейків з використанням рослинної сировини. Харчова наука і технологія: науково-виробничий журнал, 2014. № 2 (27), 2014. С. 6–9.
- 31.Плотнікова Р. В. Наукові та практичні основи виробництва десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини : монографія. Х.: ХДУХТ, 2015. 170 с.
- 32.Плотнікова Р. В. Технологія напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного з регульованим складом сольової системи: дис. канд. техн. Наук. Х. : ХДУХТ, 2014. 183 с.
- 33.Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія молочних продуктів. Підруч. К.: НУХТ. 2013. С. 502.
- 34.Проект «Три молочних продукти на день» [Електронний ресурс] <http://www.3md.com.ua/> — дата доступу 2015.
- 35.Сірохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення; навч. пос. К.: Центр учбової літератури 2009. 544 с. 5
- 36.Скибіцький В. Г., Власенко В. В., Власенко І. Г. Мікробіологія молока та молочних продуктів : підручник. Вінниця. Едельвейс і К, 2008. 412 с.
- 37.Смоляр В. И. Фізфології та гігієни харчування: підруч. для студ. технол. спец. з напрямку «Харчова технологія та інженерія», К.: Здоров'я, 2000.
- 38.Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2017. Випуск №2 (97). С. 85–89.
- 39.Соломон А., Власенко В., Бондар М., Семко Т. Функціональні харчові продукти з наповнювачами. Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2016. №3(95). С.106-109.

- 40.Ткаченко Н. Заквашувальні композиції бактерій для технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування. Мікробіологія і біотехнологія.2016. №1. С. 55 – 67.
- 41.Ціхановська В. В. Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. Економіка. Управління. Інновації. Серія: Економічні науки. 2016. № 1(16). С. 61-64.
- 42.Чагаровський О. П. Нові молочні продукти функціонального призначення – крок до здорового харчування. Молочна справа. 2009. №4-5. С. 21-22.
- 43.Miremadi F. Applications of inulin and probiotics in health and nutrition. International Food Research Journal. 2012. 782.
- 44.Casaregola S. 2015. Differential gene retention as an evolutionary mechanism to generate biodiversity and adaptation in yeasts. 2015, Science Reports, 5: 11571.
- 45.Mane A, McSweeney P.L.H. Proteolysis in Irish farmhouse Camembert cheese during ripening. 2015, Journal of Food Biochemistry, 44(1): e13101.
- 46.Guizani N., Kasapis S., Al-Attabi Z.H., Al-Ruzeiki M.H. (2002). Microbiological, physicochemical and biochemical changes during ripening of Camembert cheese made of pasteurized cow's milk. International Journal of Food Properties, 5(3): 483-494. doi: 10.1081/JFP-120015486
- 47.Wolfe B.E., Button J.E., Santarelli M., & Dutton R.J. (2014). Cheese rind communities provide tractable systems for in situ and in vitro studies.
- 48.Larpin S. Geotrichumcandidum dominates inyeast population dynamics in Livarot, a French red-smear cheese / S. Larpin, C. Mondoloni, S. Goerges, J.-P. Vernoux, M. Gueguen, N. Desmasures // FEMS Yeast Res. –2006. – Vol. 6. – № 8. – P. 1243–1253.
- 49.Michelson, Patricia (2010). Cheese: Exploring Taste and Tradition. Gibbs Smith. p. 12. ISBN 9781423606512. Retrieved September 12, 2013.
- 50.Кручек О. А. Висока ефективність пастеризації – надійний спосіб

отримання безпечного пастеризованого молока / О. А. Кручек, Т. А. Лисогор, Н. А. Дідух, Т. Є. Шарахматова // Аграрний вісник Причорномор'я. Економічні науки. Вип. 37. Одеса : Імідж Прес, 2007. – С. 166–170.

51. Калмикова Г.Ф. Розроблення технології сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Київ. 2015. —170 с.