

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Удосконалення технології виробництва молока
згущеного з цукром**

Виконала: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-24
освітньо-професійної програми Харчові технології
зі спеціальності 181 Харчові технології

_____ Іван СИТНИК

Керівник: _____ Вікторія КАЛИНА

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Ситнику Івану Юрійовичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технології виробництва молока згущеного з цукром».

Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва молока згущеного з цукром. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Постановка проблеми дослідження. 2 Мета роботи і завдання досліджень. 3 Характеристика об'єктів дослідження. 4 Результати досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	Доцентка КАЛИНА Вікторія	24.10.2025	12.12.2025
4	Доцентка КАЛИНА Вікторія	24.10.2025	12.12.2025
5	Доцентка КАЛИНА Вікторія	24.10.2025	12.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-26.10.25	виконано
2	Аналітичний огляд	27.10-12.11.25	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	13.11-15.11.25	виконано
4	Експериментальна частина	16.11-28.11.25	виконано
5	Охорона праці	29.11-01.12.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.12-05.12.25	виконано
7	Загальні висновки та бібліографія	06.12-09.12.25	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	10.12-11.12.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Іван СИТНИК
(підпис)

Керівник роботи _____ Вікторія КАЛИНА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Удосконалення технології виробництва молока згущеного з цукром»

Кваліфікаційна робота магістра: 63 с., 6 рис., 13 табл., 56 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: молоко згущене з цукром.

Метою роботи є збільшення терміну зберігання продукції молока згущеного з цукром шляхом додавання до рецептури продукту природних антиоксидантних речовин.

Методи дослідження: Органолептичні показники (смак, запах, консистенція, колір) визначали за методиками, адаптованими до молочних продуктів відповідно до ДСТУ 29245. Масова частка жиру вимірювалась за ДСТУ 29247, масова частка вологи – за ДСТУ 30305.1, кислотність – за ДСТУ 30305.3. Реологічні показники та динамічну в'язкість молочних консервів визначали на прецизійному віскозиметрі Гепплера з падаючою кулькою за методикою ДСТУ 27709. Масова частка бета-каротину визначалась спектрофотометрично на фотоелектроколориметрі КФК-2 із використанням калібрувальних розчинів біхромату калію, з врахуванням поправочного коефіцієнта при пробопідготовці.

В роботі розроблено технологію виробництва молока незбираного згущеного з цукром (МНЗЦ) з харчовою добавкою «Webber Naturals» для підвищення терміну зберігання та біологічної цінності продукту. Встановлено оптимальну дозу внесення добавки – 0,05 мг/100 г продукту, а також визначено найефективнішу стадію технологічного процесу для її введення – до пастеризації нормалізованої молочної суміші. Досліджено вплив добавки на органолептичні, фізико-хімічні та реологічні властивості МНЗЦ «Сонечко», а також на масову частку бета-каротину і якість молочного жиру під час зберігання. Результати показали підвищення стабільності продукту, збереження вітамінів та покращення антиоксидантних властивостей, що забезпечує безпечність і високу якість МНЗЦ протягом усього терміну придатності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Молоко коров'яче незбиране, молоко згущене з цукром, бета-каротин, харчові добавки, антиоксидант, термін зберігання.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
1.1 Способи підвищення терміну зберігання молочних консерв	7
1.2 Комбіновані та рекомбіновані молочні продукти	12
1.3 Характеристика молочного жиру	17
1.4 Способи запобігання псування жирів	21
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1 Матеріальне забезпечення дослідження	29
2.2 Використані методики	31
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	34
3.1 Визначення дози внесення харчової добавки «Webber Naturals»	36
3.2 Вибір стадії технологічного процесу для внесення харчової добавки	38
3.3 Зміна органолептичних показників продукту у процесі зберігання	39
3.4 Зміна масової частки бета-каротину в продукті в процесі зберігання	41
3.5 Зміна реологічних властивостей продукту	43
3.6 Дослідження якості молочного жиру в процесі зберігання	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	47
4.1 Аналіз виробничих небезпек при виробництві молока згущеного з цукром	47
4.2 Картка охорони праці	50
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
5.1 Розрахунок витрат для проведення дослідження	52
5.2 Визначення ціни дослідження	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	57
БІБЛІОГРАФІЯ	59

ВСТУП

Проблема забезпечення населення здоровими та збалансованими харчовими продуктами залишається однією з найактуальніших. Молоко та продукти його перероблення, зокрема згущені молочні консерви з цукром, є цінним джерелом повноцінних білків, жирів, вуглеводів, містять значну кількість кальцію та широкий спектр необхідних вітамінів.

Зменшення обсягів надходження цільного молока як основної сировини для виробництва молочних продуктів зумовило потребу у пошуку альтернативних джерел. Унаслідок цього зросло виготовлення згущених молочних консервів, що базуються на відновленому молоці – рекомбінованих молочних продуктах, а також виробів із частковою або повною заміною молочного жиру рослинними оліями – комбінованих молочних продуктів.

Такі комбіновані й рекомбіновані молочні консерви мають характеризуватися приємними органолептичними властивостями, високою харчовою цінністю та стабільною якістю протягом усього терміну зберігання.

Жировий склад молока істотно відрізняється від складу так званого ідеального харчового жиру. Уміст поліненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої, ліноленової та арахідонової, у молочному жирі значно нижчий, ніж у рослинних оліях, і становить лише 3–5 %. З метою підвищення поживної цінності згущених молочних консервів із цукром та оптимізації їх ліпідного складу в молочній промисловості застосовують жирові системи на основі рослинних олій. Ідеальний замінник молочного жиру має бути максимально подібним до нього за хімічним складом. Хоча рослинні жири не повністю відповідають молочному за жирнокислотним профілем, вони наближаються до нього за фізико-хімічними та структурно-механічними характеристиками.

Одним із ключових показників якості харчових продуктів є їх стійкість, що відображає здатність зберігатися без псування та втрати початкових властивостей протягом тривалого періоду.

Жирова складова у комбінованих і рекомбінованих молочних консервів характеризується нестійкістю. Її зміни можуть спричинити окислення жиру, виникнення дефектів смаку й запаху, що негативно впливає на тривалість зберігання готового продукту. Одним із ефективних способів запобігання таким процесам є використання харчових добавок.

Відомо, що одна й та сама харчова добавка здатна виконувати декілька функцій: регулювати перебіг технологічного процесу, підтримувати високу якість продукту, підвищувати його біологічну цінність, а також покращувати органолептичні, споживчі та лікувально-профілактичні властивості.

Отже, застосування харчових добавок у виробництві згущених молочних консервів із цукром дає можливість створити продукт із заздалегідь визначеним комплексом багатофункціональних властивостей, а наявність антиоксидантних компонентів у їх складі сприяє підвищенню стійкості та подовженню терміну зберігання готової продукції.

Метою роботи є збільшення терміну зберігання продукції молока згущеного з цукром шляхом додавання до рецептури продукту природних антиоксидантних речовин.

Для виконання поставленої мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- 1) Провести визначення дози внесення харчової добавки «Webber Naturals»;
- 2) Обрати стадію технологічного процесу для внесення харчової добавки;
- 3) Дослідити зміну органолептичних показників продукту та масової частки бета-каротину у процесі зберігання;
- 4) Визначити зміну реологічних властивостей продукту;
- 5) Дослідити якість молочного жиру в процесі зберігання.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Способи підвищення терміну зберігання молочних консерв

«Продукти консервування молока та молочної сировини – це спеціально оброблені молоко, вершки, знежирене молоко, пахта чи сироватка, які здатні тривалий час зберігатися без ознак псування. Вони зручні для фасування, маркування, транспортування на великі відстані, мають високу поживну цінність і добре розчиняються у воді» [1].

Згущені молочні консерви вирізняються значною тривалістю зберігання. Наприклад, «гарантійний термін зберігання незбираного згущеного молока з цукром становить близько 12 місяців. Стійкість вихідних властивостей продукту забезпечується повним припиненням життєдіяльності мікроорганізмів, що досягається за рахунок відсутності вільної води» [2]. Максимальне зниження активності води відбувається під час процесу згущення та використання цукрози як природного консервувального агента.

Сахароза застосовується у вигляді цукру-піску або рафінаду. «Її особливістю є інертність – вона не вступає в реакції з компонентами сухої речовини молока, повністю розчиняється, зберігаючи текучість продукту. Основна функція сахарози полягає в регулюванні доступності води для мікроорганізмів» [1].

Встановлено, «що якісний цукор-пісок має містити не менше 99,75 % сахарози, не більше 0,05 % редукуючих речовин і не перевищувати 0,14 % вологи. За таких умов повністю виключається погіршення якості продукту, зокрема зміни ферментативного чи мікробіологічного походження» [3]. Під час розчинення сахарози у воді відбувається гідратація її молекул, унаслідок чого частина води переходить у зв'язаний стан. «Чим вищою є концентрація розчину, тим менше в ньому вільної води, необхідної для розвитку мікроорганізмів, що й визначає консервувальні властивості цукрів» [2].

«У згущеному молоці з цукром активність води на рівні 0,83–0,85 досягається за умови, коли масова частка сахарози у водній фазі продукту становить 62,5–63,5 %» [1].

Якість вихідної сировини є одним із головних чинників, що визначають стабільність і тривалість зберігання молочних консервів. «Для консервування використовують молоко з типовим хімічним складом: близько 87,47 % води, 4,08 % жиру та 8,75 % сухих знежирених речовин, серед яких 3,52 % становлять білки, 4,5 % – лактоза, 0,73 % – зола. Співвідношення між жиром і сухими знежиреними речовинами зазвичай перебуває в межах 0,4–0,69» [4-6].

«Хімічний склад і властивості молока змінюються залежно від сезону. У весняно-літній період білкові частинки молока більш подрібнені, а середній діаметр міцел казеїну приблизно на 10 % менший, ніж у молоці, отриманому взимку» [7]. З підвищенням вмісту кальцію або під впливом нагрівання відбувається укрупнення міцел, унаслідок чого казеїновий комплекс втрачає стійкість, що при згущенні може спричинити коагуляцію.

Під час добору молока для консервування необхідно враховувати вміст сироваткових білків. «Молозиво та стародійне молоко, де концентрація цих білків у 20–25 разів перевищує звичайний рівень, непридатні для виробництва консервів через низьку термостійкість» [8].

Мікроелементи, присутні у складі молока, також впливають на його технологічні характеристики. Додавання до раціону корів сполук кобальту та міді сприяє підвищенню стійкості готових консервованих продуктів.

«Молоко містить ферменти, такі як пероксидаза, каталаза, редуктаза, фосфатаза, а також у невеликих кількостях – ліпаза та амілаза. Для забезпечення тривалого зберігання згущених молочних консервів технологічні режими повинні гарантувати повну інактивацію цих ферментів» [9].

«Вуглеводна складова молока представлена переважно лактозою, частка якої становить приблизно 90 % усіх цукрів» [1]. «У коров'ячому молоці її вміст коливається від 4,5 до 5,2 %, у середньому близько 4,7 %. У процесі згущення цільного молока концентрація лактози підвищується до 11,6 %» [10], що еквівалентно близько 30 % у перерахунку на воду. Лактоза має невисоку розчинність, яка помітно знижується зі зменшенням температури – уже при 50 °C розчин стає насиченим. Подальше охолодження призводить до кристалізації

молочного цукру. Дослідження показують, що «в присутності 64,4 % сахарози розчинність лактози зменшується приблизно в 1,5 рази» [5].

У процесі виробництва згущених молочних консервів із цукром можливе повторне мікробне забруднення продукту. Джерелами контамінації можуть бути осмофільні мікрококи, дріжджі та плісняві гриби, що потрапляють із цукру-піску, цукрового сиропу, води, використаної для його приготування, або з поверхонь технологічного обладнання.

«Високої якості готовий продукт можна досягти лише за умови правильного зберігання цукру та суворого дотримання санітарно-гігієнічних вимог під час експлуатації виробничих ліній» [11].

Кожен технологічний етап виробництва згущеного молока з цукром – приймання й оцінювання якості молока, його очищення, охолодження, короткочасне зберігання, нормалізація, теплова обробка та згущення – має бути виконаний з максимальною точністю, оскільки від цього залежить кінцева якість продукту.

«Після відцентрового очищення отримують молоко першої групи чистоти, у якому кількість мікроорганізмів зменшується на 50–80 %, а якість за редуктазною пробою підвищується на один клас» [12].

Основне завдання процесу консервування – знищення мікрофлори та інактивація ферментів – реалізується саме під час теплової обробки нормалізованих сумішей.

«Для цього у виробництві застосовують такі режими нагрівання перед концентруванням: 90–95 °С без витримки, 105–109 °С без витримки або двоступеневий режим – 85–87 °С та 120–130 °С без витримки. Найефективнішим вважається нагрівання за температури понад 100 °С» [13].

Якість згущеного продукту значною мірою залежить від параметрів процесу випаровування нормалізованої суміші після теплової обробки. Зокрема, «в'язкість готового молока визначається температурою та тривалістю згущення. Оптимальними умовами є температура не вище 57–59 °С і тривалість процесу не більше 2–2,5 години» [14].

Однак згущені молочні консерви не можна вважати абсолютно стерильним продуктом. У процесі зберігання в них можуть виникати певні дефекти, пов'язані з дією мікроорганізмів або з порушенням технологічних параметрів виробництва.

Дослідження показують, що «визначальними чинниками стійкості згущених молочних консервів є якість вихідної сировини та правильність дотримання технологічного процесу. Навіть незначні недоліки у сировині під час згущення посилюються у кілька разів» [15]. Температурні та механічні впливи на окремих етапах виробництва також здатні погіршити стійкість і якість готового продукту.

Під час зберігання найбільший вплив на якість мають показники в'язкості та розміри кристалів лактози, що можуть спричинити такі дефекти, як розшарування, надмірне загусання, борошністість або піщанистість консистенції.

«Поширеним недоліком під час тривалого зберігання є «відстій жиру», коли через 3–4 місяці консистенція продукту стає неоднорідною, а у верхній частині банки утворюється пастоподібний жиро-білковий шар» [16]. Інтенсивність цього процесу значною мірою залежить від сезонного складу молока: максимальний вміст жиру у верхньому шарі спостерігається у продуктах, виготовлених восени, а мінімальний – у літніх партіях.

У згущеному молоці з цукром лактоза перебуває як у розчиненій, так і в кристалічній формах. За певних умов її кристали можуть осідати. Швидкість цього процесу визначається розмірами кристалів, в'язкістю продукту та різницею щільності між лактозою і середовищем.

«Під час зберігання кристали лактози діаметром до 10 мкм можуть залишатися у зваженому стані або частково осідати, залежно від тривалості зберігання та в'язкості продукту. Наявність навіть дрібних кристалів у нижніх шарах розглядається як небажана зміна структури продукту» [17].

Стійкість згущених молочних консервів із цукром під час зберігання значною мірою визначається кислотністю молока. Зокрема, «підвищення цього показника до 48 °Т спричиняє загусання продукту та утворення неоднорідної консистенції з грудочками білка» [18]. У процесі тривалого зберігання більшість мікроорганізмів гине, однак внутрішньоклітинні ферменти, залишаючись активними, продовжують

впливати на білкову та жирову фракції, що поступово змінює якість продукту. Молочнокислі, протеолітичні бактерії та кишкова паличка не здатні розвиватися за умов низької активності води, характерної для згущених молочних консервів. «Проте в таких середовищах можуть зберігати життєздатність кольорові мікрококи, які вирізняються підвищеною стійкістю й сприяють появі небажаних присмаків і запахів, пов'язаних із розкладом білків та жирів» [11].

«Підвищення температури зберігання понад 10 °С у поєднанні зі зниженням масової частки сахарози нижче 62,5 % активізує життєдіяльність бактеріальних клітин, стимулюючи біохімічні процеси, що можуть призвести до прогресування псування продукту» [19].

Дослідження науковців показали, що «продукти мелаїдинової реакції мають бактеріостатичні властивості, пригнічуючи розвиток мікроорганізмів навіть за концентрації 3000 клітин у 1 см³» [20]. Крім того, «лактоулоза, присутня в згущених молочних продуктах, також чинить антимікробну дію. Залежно від способу теплової обробки, її вміст у МЦСС становить від 223 до 740 мг/100 мл продукту» [21].

Отже, використання якісної, мікробіологічно чистої сировини, санітарна обробка обладнання й тари, запобігання вторинному обсіменінню та суворе дотримання технологічних режимів є запорукою стабільної якості та безпечності продукції протягом усього гарантійного терміну зберігання.

Сьогодні особливо актуальним залишається завдання підвищення стійкості згущених молочних консервів із цукром при збереженні їхніх вихідних властивостей. У сучасних умовах з'являються нові технологічні підходи та засоби, що сприяють покращенню зберігання і подовженню терміну придатності таких виробів.

Компанією «Nestlé» розроблено технологію виробництва згущеного молочного продукту, який містить від 0,1 до 10 % фосфоліпідів [5]. У процесі виробництва нормалізоване молоко гомогенізують або змішують із природним молочним емульгатором, після чого проводять теплову обробку, концентрування,

нагрівання, стерилізацію, повторну гомогенізацію, охолодження та герметичне фасування у банки.

Останніми роками, у зв'язку з дефіцитом високоякісної сировини, з'явилися альтернативні, економічно доступніші її замітники. Це зумовило необхідність глибшого вивчення функціональних властивостей продуктів, отриманих із використанням таких компонентів.

В Україні також налагоджено «виробництво згущених молочних консервів із цукром на основі відновленого молока або з додаванням жирів немолочного походження, які відносяться до комбінованих (КМП) і рекомбінованих (РМП) молочних продуктів» [16]. Проте термін їхнього зберігання в середньому удвічі коротший порівняно з традиційними консервами, що зумовлено схильністю жирової фракції до окисного псування. Підвищити її стабільність можливо завдяки використанню антиоксидантів. «Уведення таких добавок не лише продовжує термін придатності згущених молочних консервів із цукром, а й надає їм властивостей функціонального харчування» [12].

«Під поняттям «функціональне харчування» розуміють споживання природних продуктів, які при регулярному вживанні здійснюють цілеспрямований позитивний вплив на організм людини, зокрема на окремі органи чи їх функції» [2].

«До основних груп функціонального харчування належать харчові волокна, ейкозапентаєнова кислота, продукти, що містять біфідобактерії та олігосахариди» [8]. Однак сучасні дослідження свідчать, що цей перелік значно ширший – до нього входять також продукти, збагачені антиоксидантами, органічними кислотами, лактобактеріями та іншими біологічно активними речовинами.

1.2 Комбіновані та рекомбіновані молочні продукти

Упродовж останніх трьох десятиліть спостерігається стале зростання кількості підприємств, що спеціалізуються на виробництві рекомбінованих молочних продуктів. «Такі заводи зазвичай створюють у регіонах, де виробництво молока відсутнє або його обсяги є недостатніми для задоволення потреб

внутрішнього ринку – зокрема в країнах Південно-Східної Азії, на Близькому Сході, у Південній Америці та Африці» [21-25].

З огляду на зростаючу роль рекомбінованих молочних продуктів у забезпеченні населення харчовими ресурсами, ФАО/ВООЗ визнали за необхідне впровадження їхньої класифікації. Відповідно до Кодексу принципів, «усі стандарти на молочні продукти повинні ґрунтуватися на використанні свіжого, відновленого або рекомбінованого молока» [21].

Перші промислові спроби відновлення та рекомбінування сухих компонентів молока датуються 60-ми роками минулого століття. Існують різні погляди на те, в яких країнах уперше було розроблено технології виробництва рекомбінованих продуктів.

За даними вчених, «ініціаторами цього процесу стали австралійська молочна промисловість та місцевий науково-дослідний інститут, які розробляли технологію та підбирали сировину для промислового рекомбінування, орієнтованого на країни Південно-Східної Азії» [22].

Водночас інші джерела зазначають, що «початок створенню методів виробництва рекомбінованого молока поклали збройні сили США під час Другої світової війни. У 1950-х роках до цього напряму долучилися японські фахівці, які в межах програми шкільного харчування розвивали технологію рекомбінування» [23]. Надалі промислове впровадження таких процесів здійснили міжнародні компанії, зокрема «Nestlé», «Carnation» та «ССВ».

Оскільки основними ринками збуту рекомбінованих молочних продуктів спершу були тропічні країни з обмеженими можливостями охолодження, першими видами таких продуктів стали стерилізоване молоко та згущене молоко з цукром, придатні до тривалого зберігання.

«Згодом асортимент рекомбінованих продуктів значно розширився – до нього увійшли стерилізоване згущене молоко, масло, спреди, м'які та свіжі сири, морозиво, пастеризоване молоко й напої на його основі. Паралельно з розвитком рекомбінованих продуктів широкого поширення набули комбіновані молочні вироби» [23].

На сьогодні в багатьох країнах світу, зокрема у США, Австралії, Великобританії, Швейцарії, Нідерландах, Німеччині, Франції, Японії та Україні, ведуться активні науково-дослідні роботи у сфері молочних продуктів із застосуванням жирів немолочного походження. Такі продукти отримали різні назви – аналоги, імітатори, замінники.

Згідно з Міжнародною класифікацією винаходів, «замінники молока – це продукти, що містять принаймні один немолочний компонент, який виступає джерелом білків або жирів. Комбінований молочний продукт (КМП) – це продукт на молочній основі, у якому частково замінено одну або кілька молочних складових компонентами немолочного походження» [24].

Рослинні жири здобули широке поширення у виробництві рекомбінованих і комбінованих молочних продуктів. «Кукурудзяна, соняшникова та соєва олії, як джерела лінолевої кислоти, відповідно до міжнародних рекомендацій, включають до складу сумішей для недоношених і маловагових дітей» [25].

Для виробництва продуктів для дітей першого року життя розроблено спеціальний жировий модуль, що імітує склад жіночого молока. «Він містить молочний жир, рафіновану дезодоровану соєву олію, кукурудзяну олію, сухий яєчний желатин, вітаміни А, Е, В6 та воду» [26].

Для розширення асортименту дієтичних продуктів розроблено технологію виготовлення комбінованої сметани з масовою часткою жиру 10 та 15 % термостатним і резервуарним способами із застосуванням рослинних жирів – рідких (соняшникова, кукурудзяна, соєва олії) та твердих (кокосова, соєва олії та молочні замінники).

«Запроваджені технології дозволяють економити сировину на 5–7 %, знижувати собівартість продукту на 10–15 %, раціонально використовувати молочний жир, а також отримувати сметану з високими органолептичними показниками, що зберігають стабільність протягом терміну зберігання» [27].

Рослинні жири також застосовують при виробництві комбінованих жирів, кисломолочних продуктів, а також продуктів, призначених для шкільного харчування.

Включення рослинних жирів і олій у склад молочних продуктів підтверджує їхню позитивну дію на організм людини та сприяє підвищенню безпечності готових виробів.

«Виробництво комбінованих і рекомбінованих молочних продуктів обумовлене сучасною структурою молокопереробної промисловості» [19]. «Багато споживчих молочних виробів виготовляють шляхом поєднання різних типів сировини, що дозволяє замінювати молочні компоненти інгредієнтами немолочного походження» [28]. Для створення нових видів молочних консервів застосовують три основні види сировинних інгредієнтів.

Сухе знежирене молоко. Однією з основних вимог до якості сухого знежиреного молока є його свіжість. «Оптимальні результати досягаються за такими характеристиками сировини: масова частка вологи – не більше 4 %, жиру – менше 1,25 %, індекс розчинності – не менше 0,2 см³. При цьому сухе знежирене молоко повинно зберігати високі функціональні властивості» [29].

Проте залежно від умов зберігання порошок може зазнавати змін, що впливають на виробництво молочних консервів. Зокрема, відзначають зміну кольору, рН та розчинності при високих температурах зберігання.

«Щодо функціональних характеристик, то при 30 °С спостерігається погіршення термостабільності порошоків високої температури сушіння та підвищення в'язкості порошоків низької та середньої температури. Недостатній час гідратації може стати причиною дефектів готового продукту» [30].

Продукти, виготовлені на основі сухого молока, мають нижчу бактеріальну обсімененість порівняно з молоком-заготівлею. Це пояснюється тим, що під час сушіння з молока видаляється частина води, доводячи її вміст до рівня, при якому мікробіологічні та ферментативні процеси протікають дуже повільно.

«У сухому середовищі (3–6 % вологи) мікробні клітини втрачають воду осмотичним шляхом, зазнають плазмолізу та припиняють життєдіяльність – цей стан називають фізіологічною сухістю. У сухих молочних продуктах вегетативна мікрофлора гине» [31].

Рослинні олії. З середини 1990-х років на український ринок активно постачаються різні види як традиційних рослинних олій (соева, соняшникова, рапсова, кукурудзяна та ін.), так і масел тропічних і субтропічних рослин (пальмова, кокосова, пальмоядрава, арахісова, жожоба тощо).

«Кожен вид олії має специфічні характеристики – смак, колір, запах, прозорість, йодне та кислотне числа, перекисне число, вміст фосфорвмісних та неомилюваних ліпідів, вологу тощо» [5].

Застосування жирових систем на основі рослинних олій у харчовій промисловості дозволяє частково вирішити проблему збалансованого харчування, перш за все з метою нормалізації ліпідного обміну, порушення якого часто призводить до розвитку атеросклерозу, ішемічної хвороби, ожиріння, гепатиту та інших захворювань.

Особлива роль жирів у харчуванні полягає у їх впливі на здоров'я людини. Відомо, що «вони не лише є джерелом енергії, а й володіють лікувальними та профілактичними властивостями: сприяють синтезу арахідонової кислоти, яка регулює роботу печінки, серця та судинної системи, змінюють рівень холестерину в крові та активізують метаболічні процеси» [12].

«Дослідження впливу жирнокислотного складу олій на триацилгліцериди плазми та включення жирних кислот у тромбоцити показують, що вони мають меншу атерогенну активність порівняно з молочним жиром» [25].

Також встановлено, що «жирні кислоти рослинних олій є поверхнево-активними речовинами, що позитивно впливає на кристалізаційні процеси під час виробництва молочних консервів» [19].

Отже, використання рослинних олій у виробництві молочних продуктів не є новим явищем. Водночас серед великої різноманітності олій важливо обирати ті види, які максимально наближені до молочного жиру за складом та властивостями. Такі олії забезпечують стабільну консистенцію, приємний смак і високу харчову цінність готового продукту. Крім того, вони сприяють підвищенню вмісту поліненасичених жирних кислот, необхідних для нормального функціонування організму.

1.3 Характеристика молочного жиру

«Властивості олій та жирів, а також їх споживча цінність, у першу чергу визначаються складом жирних кислот та їх поєднанням у гліцеридах» [32]. На підставі превалюючого вмісту цих кислот масложирову сировину умовно поділяють на різні групи.

«Рослинні олії, у свою чергу, класифікують на рідкі та тверді. До рідких відносять соєву, соняшникову, рапсову, арахісову, оливкову, бавовняну, кукурудзяну, каноли; до твердих – масло какао, кокосове, пальмове та пальмоядрове» [32].

Соняшникову олію виробляють із насіння *Heliantus Annus* у країнах СНД, Аргентині, США, Угорщині та Канаді. «Основними кислотами є олеїнова та лінолева, що становлять понад 90 %; олія має високі смакові якості та містить достатню кількість вітамінів А, D та Е» [32].

Бавовняне масло отримують із насіння бавовнику, воно містить характерний пігмент госсипол. Тверді фракції – бавовняний пальметин – виділяють методом низькотемпературного фракціонування.

«Кукурудзяну олію виготовляють із зародків кукурудзи; його особливість – висока концентрація токоферолів (>0,2 %), природних антиоксидантів та жиророзчинних вітамінів» [33].

Соєва олія характеризується високим вмістом лінолевої та ліноленової кислот. «Олія каноли практично не містить ерукової кислоти і має знижений вміст тіоглікозидів» [31].

Оливкову олію отримують із м'якоті та ядра плодів оливи (маслин), при цьому більша частина олії знаходиться в м'якоті. «Вона багата на олеїнову та пальмітинову кислоти у складі гліцеридів» [33].

Пальмове та кокосове масла виробляють із м'якоті плодів пальми, а пальмоядрове – із ядра, і за складом близьке до кокосового. «Основними кислотами пальмової олії є пальмітинова та олеїнова (до 90 %); низькомолекулярні тверді – лауринова та міристинова – не більше 2 %. Гліцеридний склад пальмової олії

відрізняється наявністю симетричних ди-насичених і ди-ненасичених гліцеридів, вміст яких досягає 35 %» [34].

Молочний жир виробляють із вершків молока великої рогатої худоби. Його особливість – високий вміст низькомолекулярних, у тому числі летких, жирних кислот.

«Якість рідких рослинних олій та інших жирів оцінюють за смаком, запахом, кольором, прозорістю, йодним, кислотним та перекисним числами, вмістом фосфоровмісних і неомилуваних ліпідів, вологою тощо» [33]. Природні жири додатково контролюють за температурою плавлення, титром, твердістю та іншими показниками.

Основні характеристики рослинних олій наведені у табл. 1.1 [32].

Таблиця 1.1 – Основні характеристики рослинних олій

Олія	Щільність (15 °С), г/см ³	Показник заломлення (20 °С)	В'язкість (20 °С), сП	Температура застигання, °С	Титр ЖК, °С	Йодне число, % I ₂	Число омилення, мг КОН/г
Соняшникова	0,920-0,927	1,4741- 1,4755	54,9- 59,8	-16 – -19	16- 20	119- 136	186-194
Бавовняна	0,918-0,932	1,472-1,476	59,2- 73,4	5-6	30- 37	90- 117	189-199
Арахісова	0,911-0,929	1,468-1,472	75,9- 81,2	-2,5 – 3	26- 32	82-92	187-197
Кукурудзяна	0,924-0,926	1,471-1,474	65,7- 72,3	-10 – -20	14- 20	111- 133	187-190
Соева	0,921-0,924	1,474-1,478	53,2- 65,9	-15 – -18	20- 21	120- 141	170-195
Канола	0,916-0,924	1,465-1,467	-	-10 – -15	10- 14	110- 126	182-193
Оливкова	0,914-0,918	1,466-1,471	71,3- 87,4	про – -6	18- 25	72- 89,9	185-200
Пальмова	0,925-0,935	1,453-1,475	-	40-41	40- 47	48-58	196-210
Кокосова	0,925-0,926	1,448-1,475	27,3 (30)	23-26	20- 24	7,0- 10,5	251-264
Пальмоядрова	0,925-0,935	1,449-1,452	-	19-24	20- 28	12-20	240-257
Ріпакова	0,911-0,918	1,472-1,476	-	0 – -10	11- 15	91- 106	171-180

Властивості будь-якої жирової сировини, включаючи органолептичні, фізичні та структурно-механічні показники, а також харчову цінність, визначаються складом жирних кислот та гліцеридів. Різниця у складі жирів різного походження зазвичай обумовлена специфічним поєднанням жирних кислот.

«Водночас склад молочного жиру суттєво відрізняється від «ідеального» харчового жиру (8 % насичених, 82 % і більше мононенасичених та менше 10 % поліненасичених жирних кислот) [160]. Вміст біологічно цінних поліненасичених жирних кислот (лінолевої, ліноленової та арахідонової) у молочному жирі порівняно з рослинними оліями невеликий і становить лише 3–5 %» [35].

«Пальмова олія здебільшого складається з тригліцеридів високомолекулярних жирних кислот ряду C16–C18, тоді як молочний жир представлений широким спектром низько-, середньо- та високомолекулярних жирних кислот від C4 до C18. У складі пальмової олії присутні до 10 % тринасичених тригліцеридів пальмітинової кислоти, що зумовлює її високу температуру плавлення – до 42 °C» [36].

«Молочний жир має різноманітний усереднений тригліцеридний склад, який забезпечує нижчу температуру плавлення – 28–34 °C» [32]. Тому часткове використання пальмової олії замість молочного жиру призводить до підвищеної тугоплавкості молочних продуктів, втрати пластичності та зниження споживчих і харчових властивостей. «Збалансованість насичених і поліненасичених жирних кислот у тригліцеридах молочного жиру також свідчить про обмеженість використання пальмової олії як повноцінного замітника» [35].

У харчуванні важливе не лише кількісне співвідношення ліпідів, а й хімічний склад, особливо вміст поліненасичених жирних кислот – лінолевої, ліноленової та арахідонової. «Лінолева та ліноленова кислоти не синтезуються в організмі людини, арахідонова – утворюється з лінолевої, тому ці кислоти називають незамінними або есенціальними» [33].

«Найбільше поліненасичених кислот містять рослинні олії, де вміст лінолевої кислоти досягає 50–60 %. Кукурудзяна, соняшникова та соєва олії багаті на

незамінні кислоти. Особливістю кокосової олії є високий вміст лауринової кислоти – до 52 %» [37].

Ідеальний замітник молочного жиру – це продукт, близький за складом до молочного жиру. Хоча рослинні жири не повністю збігаються з молочним за жирнокислотним складом, вони ідентичні йому за фізико-хімічними та структурно-механічними властивостями. «Підвищений вміст поліненасичених жирних кислот у таких жирах значно підвищує харчову цінність молочних продуктів, а відсутність холестерину додатково покращує їх безпеку» [38].

Харчова цінність жирів визначається їхньою енергетичною цінністю та фізіологічною дією (табл. 1.2) [34]. «Вона обумовлена жирнокислотним і гліцеридним складом жиру, а також наявністю комплексу фізіологічно активних речовин, таких як фосфоліпіди, жиророзчинні вітаміни, стероли, каротиноїди та ін. Хоч олеїнова кислота не проявляє прямої фізіологічної активності, вона суттєво впливає на перетворення лінолевої кислоти в арахідонову» [35]. Необхідні насичені та високомолекулярні жирні кислоти також є важливим енергоресурсом для роботи серця.

Таблиця 1.2 – Харчова цінність жирів

Жир	Середня енергетична цінність, кДж	Засвоюваність, %
Молочний жир	38,64	93–98
Кокосова олія	37,38	94
Бавовняна олія	39,23	95–98
Соняшникова олія	39,48	95–98

«Рослинні жири та олії є обов'язковим компонентом раціону людини, виступаючи як джерело енергії (при окисленні 1 г жиру виділяє 37,66 кДж) та структурно-пластичного матеріалу, а також постачальником незамінних речовин, що визначає їхню біологічну ефективність» [37].

«Рекомендований вміст жирів у раціоні залежно від калорійності становить 30–33 %, що у масових одиницях дорівнює в середньому 90–100 г на добу, з яких

45–50 г безпосередньо споживаються у вигляді жирів» [38]. Недостатнє споживання жирів призводить до порушення функцій центральної нервової системи, зниження імунітету та скорочення тривалості життя. Водночас надмірне вживання жирів небажане, оскільки може спричинити ожиріння, серцево-судинні та інші захворювання.

«Найважливішими джерелами жирів у раціоні людини є рослинні олії (у рафінованих оліях їх вміст досягає 99,7–99,8%), вершкове масло (61,5–72,5%), маргарин (до 82%), кулінарні жири (близько 99%), молочні продукти (3,5–30%), шоколад (34–40%), крупи — гречана (3,3%), вівсяна (6,1%), пшоно (3,3%), печиво (10–11%) та сири (25–50%)» [39].

Особливе значення у харчуванні мають фосфоліпіди. Вони покращують засвоєння жирів, запобігають ожирінню печінки та беруть участь у профілактиці атеросклерозу. «Добова потреба людини у фосфоліпідах становить близько 5 г, причому найбільше їх міститься у продуктах тваринного походження» [34].

Не менш важливою є фізіологічна роль холестерину. Підвищений рівень холестерину в крові підвищує ризик розвитку атеросклерозу. «В організмі людини виробляється приблизно 80% холестерину, решта 20% надходить із їжею. Добове споживання холестерину має перевищувати 0,5 г для підтримання нормальної фізіологічної функції організму» [40].

1.4 Способи запобігання псуванню жирів

Під час зберігання згущених молочних консервів з цукром жир та інші ліпідні складові, включаючи фосфоліпіди, можуть зазнавати біохімічних змін (під впливом ферментів) та хімічних перетворень (через високу температуру та контакт із киснем повітря), що призводить до утворення нових сполук і впливає на органолептичні характеристики продукту.

«Основними хімічними процесами, які відбуваються у цьому випадку, є гідроліз і окислення» [41].

У ході гідролізу тригліцериди жиру розщеплюються на гліцерин та вільні жирні кислоти. Швидкість цього процесу підвищується при дії ліполітичних ферментів, підвищених температур та підвищеної вологості. «У результаті гідролізу утворюються ді- та моногліцериди, а також вільні жирні кислоти, серед яких переважають масляна, каприлова та лауринова» [42].

Нижче наведена загальна схема процесу гідролізу жиру [41].

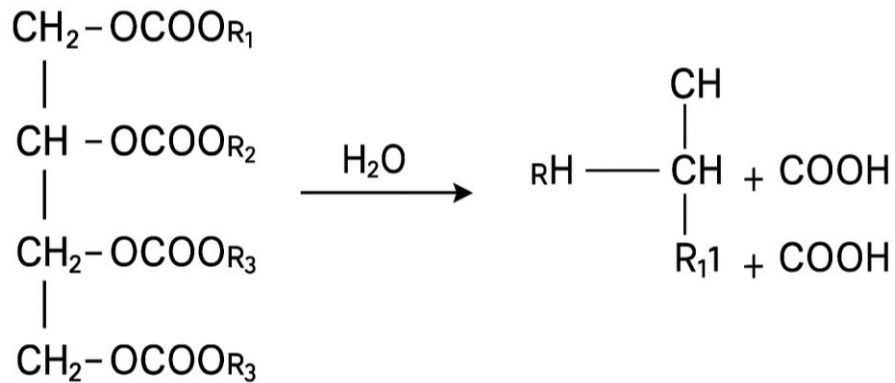


Рисунок 1.1 – Загальна схема процесу гідролізу жиру

Ліпазу можна інактивувати за допомогою теплової обробки продукту, проте цей метод не завжди забезпечує повну ефективність.

Ліполіз, що є показником активності ліпази, супроводжується не лише біохімічними перетвореннями, а й фізичними змінами у молочних консервах.

«При наявності ліпази згущені молочні консерви з цукром набувають прогірклого смаку вже через 2 місяці зберігання, тоді як за участі ліполітичних мікроорганізмів це відбувається приблизно через 4 місяці» [42]. «Знижується поверхневий натяг, оскільки утворені моно- і дигліцериди є поверхнево-активними сполуками, що погіршує органолептичні властивості продукту» [41].

Ступінь погіршення якості жировмісних продуктів значною мірою визначається складом жирних кислот, який істотно впливає на швидкість окислювальних процесів.

«Автоокислення ацилгліцеридів відбувається за механізмом вільних радикалів» [43].

У зразках, що містять антиокислювачі, зменшення кількості вільних радикалів відбувається повільніше, що пояснюється формуванням більш стабільних радикалів інгібіторів. «Одними з таких стійких продуктів окислення є перекисі, які інколи можуть виступати «індикатором» інтенсивності окислювальних процесів ще задовго до виникнення неприємного запаху або присмаку в продуктах. Стабільність пероксидів обмежена, тому вони розпадаються по найслабшому 0–0-зв'язку з утворенням нових радикалів і більш стійких сполук» [44].

На початковому етапі зберігання спостерігається поступове накопичення перекисів, що відповідає ранній фазі окислення, яка включає ініціацію та продовження ланцюга окисних реакцій. «Надалі відбувається помітне прискорення формування перекисів. Розгалуження ланцюгів окислення спричиняє автокаталітичне прискорення утворення нових радикалів, а згодом і перекисів, особливо при інтенсивному окисленні жирних кислот та ацилгліцеридів» [44].

Потім швидкість накопичення перекисів зменшується, що зумовлено переважанням процесу перетворення їх у більш стабільні продукти окислення над утворенням нових сполук, і відповідає глибшій стадії окислення. Варто зазначити, що «початок сповільнення накопичення перекисів не збігається за часом із погіршенням смакових властивостей продуктів. Це дозволяє припускати, що зміни органолептичних характеристик відбуваються швидше за рахунок утворення вторинних продуктів, таких як альдегіди та кетони» [41].

Накопичення перекисів у продуктах із антиокислювачами підпорядковується іншим закономірностям через дію інгібіторів. «На початковому етапі зберігання їхня кількість практично не змінюється, що вказує на індукційний період, під час якого утворення перекисів сповільнюється через формування стабільних радикалів інгібіторів» [45]. Згодом швидкість накопичення перекисів зростає, проте перевищує показники продуктів без інгібіторів.

«Введення вітамінів змінює кінетику утворення первинних і вторинних продуктів окислення, спричиняє появу індукційного періоду та підвищує стабільність органолептичних характеристик продуктів під час зберігання» [46].

«Коров'яче молоко містить широкий спектр вітамінів. Вміст вітаміну А у основних молочних продуктах становить 0,01–0,59 мг/100 г, а бета-каротину – 0,01–0,45 мг/100 г» [47]. Проте їх концентрація нестійка, а співвідношення не завжди відповідає потребам організму. «Для отримання добової норми вітаміну А потрібно споживати 1–1,5–2 дм³ молока, тоді як дефіцитні вітаміни С, В1 та фолієва кислота містяться у значно менших кількостях; добову норму вітаміну С можна забезпечити лише з 3–5 л молока» [47]. Тому молоко та молочні продукти потребують додаткового збагачення вітамінами.

«У молоці присутні жиророзчинні вітаміни А, Е, D, К у активних та неактивних формах (провітаміни). Серед вітамінів групи А основним є А1 (ретинол)» [47]. Його концентрація підвищена у молозиві та молоці першого місяця лактації, а до кінця лактаційного періоду знижується. Найбільше вітаміну А та каротинів міститься у літньому молоці, коли тварини споживають зелений корм, багатий каротинами. Протягом стійлового періоду рівень вітаміну А в молоці зменшується.

Таблиця 1.3 – Середня добова потреба у вітамінах

Вітамін	Середня добова потреба у вітамінах
Вітамін А (ацетат)	3300 мг
Вітамін Е (БЕ-токоферол-ацетат)	10 мг
Вітамін С (аскорбінат натрію)	70,0 мг

Вітамін Е у молоці представлений групою токоферолів α , β , γ та ін., при цьому основним компонентом є α -токоферол. «Його вміст у молоці, за даними досліджень, становить 0,2–1,9 мг%, причому літнє молоко містить більше вітаміну Е, ніж зимове. Встановлено, що зі зростанням концентрації жирних кислот у ліпідах підвищується й концентрація вітаміну Е» [43]. Токоферол належить до фенольних сполук і гальмує окислення тригліцеридів, заміщуючи активний радикал субстрату на стабільний радикал антиоксиданту. «При вмісті в олії 50–60 мг% його антиокислювальна активність настільки висока, що додаткове

уповільнення окислення шляхом введення інших інгібіторів практично неможливе» [47]. Дослідження показали, що «найбільший вміст токоферолів спостерігається у соєвій олії» [43].

До водорозчинних вітамінів молока належать аскорбінова кислота та вітаміни групи В. «Аскорбінова кислота (вітамін С) активно бере участь у окислювально-відновних процесах у тваринному організмі та молоці. Її концентрація коливається від 3 до 20 мг%» [46]. «На відміну від токоферолу, вітамін С діє переважно як антиоксидант» [48]. Він термолабільний, особливо чутливий до світла та кисню і швидко руйнується при нагріванні молока.

Додаткове збагачення молока вітамінами значно підвищує збереженість та якість жирів і молочних консервів, виготовлених на їх основі. Дослідження показали, «що надмірне накопичення вільних радикалів кисню є однією з причин патологічних процесів в організмі» [8, 13, 42].

«Ефективний захист від шкідливої дії вільних радикалів забезпечується антиоксидантами, які здатні їх нейтралізувати» [41]. При надлишку вільних радикалів і нестачі антиоксидантів порушується баланс на користь радикалів, що призводить до переокислення ліпідів мембран, білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот та інших макромолекул клітини. «Це є основною причиною передчасного старіння та розвитку багатьох захворювань, пов'язаних з оксидативним стресом» [49].

Антиокислювальна система людини включає ендогенні антиоксиданти, що синтезуються організмом, і антиоксиданти, які надходять з їжею. «До ендогенних антиоксидантів належать глутатіонпероксидаза, каталаза, супероксиддисмутаза, пероксидаза, глутатіон, убіхінон, карнозин, сечова кислота, метал-зв'язані білки та інші» [50].

«Антиоксиданти, що надходять з їжею, включають аскорбат (вітамін С), токофероли (вітамін Е), каротиноїди (бета-каротин), поліфеноли, захисна роль яких добре вивчена» [43]. Людський організм не здатний синтезувати весь необхідний комплекс антиоксидантів, тому для захисту від передчасного старіння та хвороб

значна їх частина повинна надходити з їжею, багатою антиокислювальними сполуками.

«Антиоксиданти (вітаміни А, Е, каротин), що містяться в молочному жирі, забезпечують стійкість молока та молочних продуктів [94]. Однак їх антиокислювальна активність знижується під час технологічної обробки молока та зберігання готового продукту. Інгібування процесу окиснення можна досягти шляхом додавання антиокислювачів» [51].

Багато дослідників працюють над проблемою подовження терміну зберігання жирів і жиромістких продуктів із застосуванням антиокислювачів, що є доцільним, оскільки вони менш токсичні, ніж продукти окислення жирів.

«Для запобігання псуванню продуктів більшість дослідників застосовували хімічні антиоксиданти, зокрема кверцетин або додецилгаллат» [40].

Каротиноїди є найпоширенішим класом природних пігментів і належать до тетратерпенів. «Їх характерною особливістю є наявність у молекулах великої кількості подвійних зв'язків, що визначає їх хромофорні властивості» [52]. «Бета-каротин відзначається високою провітамінною активністю і в харчових продуктах виконує функції як поживної речовини, так і барвника» [45].

На накопичення каротину в організмі впливають харчові фактори, зокрема жири та білки. У слизовій оболонці кишечника бета-каротин перетворюється на вітамін А, а ступінь цього перетворення залежить від ферментативної активності та забезпеченості організму вітаміном А, «тому передозування або інтоксикація внаслідок надлишку бета-каротину неможливі. Неперетворений бета-каротин накопичується переважно у жировій тканині та присутній у більшості органів і тканин» [52].

«Природні каротиноїди використовуються організмом людини і тварин для синтезу вітаміну А (ретинолу). Вважається, що 1 мг бета-каротину відповідає 0,17 мг вітаміну А, тобто ефективність каротину приблизно в шість разів менша» [53].

Вітамін А та бета-каротин є факторами росту, мають антиінфекційні та антиксерофтальмічні властивості. Останнім часом їх фізіологічну дію також

розглядають з точки зору гормональної функції, яка вважається однією з важливих для організму людини.

«Збереження бета-каротину у стерилізованому молоці залежить від умов зберігання, виду упаковки та форми бета-каротину, що використовується для збагачення продукту. Бета-каротин краще зберігається в охолодженому стані, ніж при кімнатній температурі, незалежно від типу упаковки» [54].

Для вітамінізації молочних продуктів застосовували 1%-ний концентрат бета-каротину на основі 30%-ної пасти. Дослідження показали, що «бета-каротин у вітамінізованих молочних продуктах є безпечним протягом терміну реалізації і не викликає загибелі мікроорганізмів у кисломолочних продуктах» [54].

Принципово слід розрізняти жиророзчинні та водорозчинні форми бета-каротину. «Вихідним продуктом для всіх цих форм є кристалічний бета-каротин. Різні форми отримують шляхом синтезу, при цьому їх хімічні, фізичні та фізіологічні властивості відповідають природному бета-каротину» [42].

Застосування харчової добавки «Бета-каротин» значно покращує якість продукції, збільшуючи термін її зберігання та споживчі властивості, при цьому побічні ефекти відсутні. «Розкладання бета-каротину відбувається при температурі +270 °С, що дозволяє його використовувати при високих температурах. Бета-каротин виробляють у трьох формах: кристалічний 100%, суспензія 30% та олійні розчини 0,2% і 0,05%. Також може бути виготовлена водорозчинна форма бета-каротину» [54].

Висновки по розділу.

Літературний огляд виявив поширену тенденцію використання немолочних жирів та харчових добавок у виробництві молочних продуктів.

Основною причиною розробки комбінованих і рекомбінованих молочних згущених консервів з харчовими добавками є розширення асортименту продуктів функціонального харчування. Замінюючи молочний жир на рослинний, можна знизити рівень холестерину у продукті та збільшити вміст незамінних жирних кислот.

Однак рослинні жири, як і молочні, схильні до псування. Аналіз літературних джерел показав, що введення харчової добавки «Webber Naturals» підвищує термін зберігання молочних продуктів завдяки антиоксидантним властивостям вітамінів, що входять до її складу, зокрема С, Е та бета-каротину.

Важливе значення при розробці нових технологій має інформація про хімічний склад та фізико-хімічні властивості об'єкта досліджень, а також можливі зміни цих властивостей у ході технологічного процесу. Аналіз численних вітчизняних та зарубіжних публікацій, присвячених використанню харчових добавок у технології комбінованих і рекомбінованих згущених молочних консервів, показав, що даних про хімічний склад, фізико-хімічні та технологічні властивості продуктів явно недостатньо.

Особливу увагу слід приділяти вивченню взаємодії харчових добавок із жирами різного походження, оскільки це впливає на стабільність та органолептичні властивості готових продуктів. Зокрема, антиоксидантні компоненти харчових добавок здатні запобігати переокисленню ліпідів, зберігати колір, запах і смакові якості молочних продуктів протягом усього терміну зберігання. Це особливо важливо для продукції, яка містить рослинні жири, схильні до окислення, що може знижувати її харчову цінність та безпеку.

Крім того, систематичне дослідження складу та властивостей харчових добавок дозволяє оптимізувати рецептури нових функціональних продуктів. Це дає можливість створювати молочні продукти з покращеними поживними характеристиками, підвищеною біологічною цінністю та збільшеним терміном зберігання, що відповідає сучасним вимогам споживачів та стандартам безпеки харчових продуктів.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріальне забезпечення дослідження

Експериментальні дослідження проводилися у виробничих умовах ПрАТ «Комбінат «Придніпровський», м. Дніпро. З огляду на специфіку використаної харчової добавки, дослідні зразки молока незбираного згущеного з цукром (МНЗЦ) отримали назву «Сонечко».

МНЗЦ «Сонечко», а також контрольні зразки без додавання харчової добавки «Webber Naturals», виготовляли періодичним способом на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський». Технологічний процес виробництва згущених молочних консервів із цукром представлено на рис. 2.1.

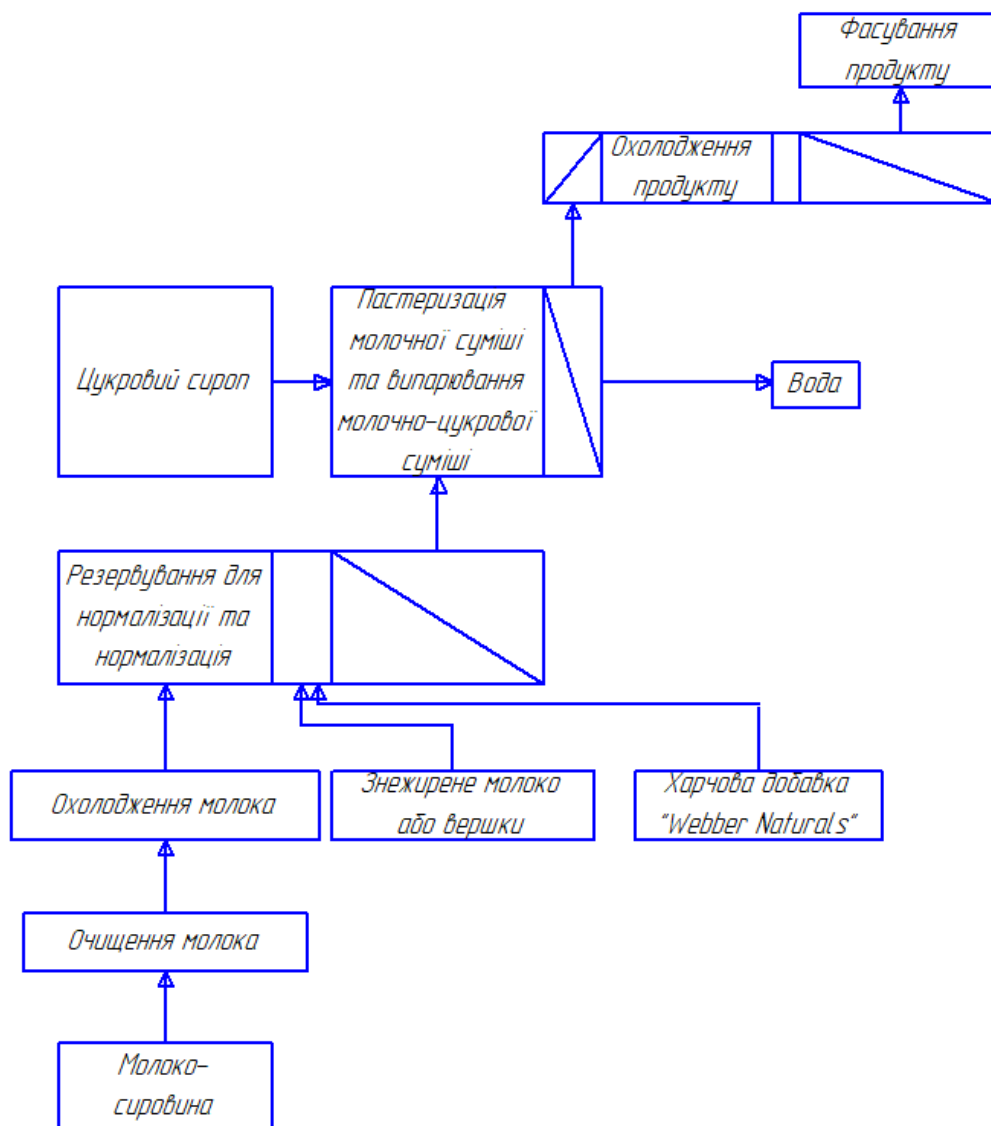


Рисунок 2.1 – Схема організації виробництва МНЗЦ

Згущення проводили у двокорпусних циркуляційних вакуум-випарних установках фірми «Wiegand» із продуктивністю 8000 кг випареної вологи за годину, за стабільного технологічного режиму (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Технологічний режим вироблення згущених молочних консервів

Показники	МНЗЦ
Масова частка жиру в молоці, %	3,3–3,6
Кислотність, °Т	18–19
$J_m / C3M_m$	0,444
$J_{pP} / C3M_p$	0,421
Температура пастеризації, °К	361–365
Температура цукрового сиропу, °К	378
Маса молочної суміші на одне варіння, кг	8000–10000
Маса цукрового сиропу на одне варіння, кг	1800–2000
Температура пари, що гріє, °К	343
Температура вторинної пари, °К	333
Температура випаровування, °К	319–323
Тривалість варіння, хв	150–200
Масова частка сухих речовин згущеного продукту в кінці випарювання, %	70–71
Температура внесення затравки, °К	308
Маса затравки, кг	0,8
Температура згущеного продукту після охолодження, °К	290–297
Масова частка сухих речовин у готовому продукті, %	26

Для приготування зразків МНЗЦ «Сонечко» використовували підготовлене молоко. Безпосередньо перед пастеризацією у технологічній лінії встановлювали ємність, у якій харчову добавку «Webber Naturals» попередньо розчиняли у воді або

молоці у співвідношенні 1:3 чи 1:5, після чого суміш подавали до нормалізованої сировини (рис. 2.1).

Зразки молочних згущених консервів із цукром досліджували протягом усього періоду зберігання за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Зміст досліджень зразків згущених молочних консервів із цукром

Види досліджень	Показники
Органолептичні	Смак, запах, консистенція
Фізико-хімічні	Масова частка бета-каротину, реологічні показники, дисперсність молочного жиру, дисперсність кристалів лактози, масові частки жиру, вологи, СР (сухих речовин)

Аналіз проводили як для контрольних, так і для дослідних партій готового продукту, закладених на зберігання строком 15 місяців для МНЗЦ «Сонечко» за температури не вище 10 °С. Визначення проводили через 0, 2, 4, 6, 9, 12 та 15 місяців зберігання у три–п’ятиразовій повторності.

2.2 Використані методики

Основні органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники МНЗЦ визначали відповідно до чинних нормативних документів та загальноприйнятих методик у молочній промисловості.

Оцінювання смаку, запаху, консистенції та кольору здійснювали за ДСТУ 7063:2009 «Молоко та вершки згущені. Технічні умови».

Масову частку вологи визначали відповідно до ДСТУ ISO 5537:2003 «Молоко сухе та сухі молочні продукти. Метод визначення вологості».

Масову частку жиру встановлювали згідно з ДСТУ ISO 1211:2002 «Молоко. Визначення вмісту жиру. Гравіметричний метод».

Кислотність продукту визначали за ДСТУ 8553:2015 «Молоко та молочні продукти. Методи визначення титрованої кислотності».

Динамічну в'язкість досліджували згідно з ДСТУ ISO 2432:2005 «Молоко. Визначення в'язкості».

Групу чистоти продукту визначали відповідно до вимог ДСТУ 7063:2009. В'язкість молочних консервів із цукром вимірювали на віскозиметрі Гепплера з падаючою кулькою за методикою, адаптованою до положень ДСТУ ISO 2432:2005.

Для контролю технологічного процесу та оцінювання безпеки вмісту бета-каротину в молочних згущених продуктах було використано спектрофотометричну методику з використанням фотоелектроколориметра КФК-2. Основою визначення концентрації бета-каротину став метод калібрування із застосуванням стандартних розчинів біхромату калію.

Запропонований метод підтверджений практикою лабораторних досліджень і має низку переваг, серед яких – використання доступного типового обладнання та відсутність потреби в приготуванні нестійких до зберігання розчинів кристалічного бета-каротину. Методика вирізняється простотою, швидкістю виконання та адаптованістю для визначення масової частки бета-каротину в молочних продуктах, де концентрація вимірюється у мкг/мл.

Метою проведених робіт було забезпечення максимально повного вилучення бета-каротину під час пробопідготовки та визначення поправочного коефіцієнта, що враховує специфіку екстракції й дозволяє перераховувати результати з мкг/мл у масову частку (%).

Методика пробопідготовки була виконана на основі модифікованого підходу, наведеного в чинних методичних рекомендаціях ISO щодо визначення каротиноїдів у харчових продуктах.

Пробопідготовка виконувалась таким чином. Зразки комбінованих молочних продуктів, що згущують, розводили у співвідношенні 1:2,5, доводили до кімнатної температури та ретельно перемішували. Аліквоту розведеного продукту об'ємом 2 см³ поміщали у щільно закриту пробірку, додавали 5 см³ 1%-ного розчину антиоксиданту іонолу в етиловому спирті та витримували 5 хвилин.

Далі вводили 5 см³ гексану, проводили екстракцію протягом 30 секунд на струшувачі та відстоювали 2 хвилини. Процедуру повторювали тричі для повного вилучення каротиноїдів. Після цього в пробірку додавали 3 см³ дистильованої води, закривали пробку та кілька разів перевертали. Завершальним етапом було центрифугування зразка при 2000 об/хв протягом 5 хвилин.

В іншому методика проводилася за загальноприйнятим алгоритмом [51, 52].

Висновки по розділу.

У розділі наведено матеріальне забезпечення досліджень, яке включало МЦСС «Сонечко», харчову добавку «Webber Naturals», лабораторне обладнання та реактиви для фізико-хімічних, органолептичних і мікробіологічних аналізів. Зразки закладали на зберігання до 15 місяців при температурі до 10 °С з повторністю аналізів для забезпечення достовірності результатів.

Для оцінки властивостей продуктів застосовували стандартизовані методики ДСТУ для визначення смаку, запаху, консистенції, кольору, вмісту жиру, вологи, кислотності та в'язкості. Вміст бета-каротину визначали спектрофотометрично з калібруванням, що дозволяло оцінити його концентрацію в продукті та контроль ефективності харчової добавки протягом усього періоду зберігання.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дані літературного аналізу показують, що основними факторами, які визначають стабільність молока незбираного згущеного з цукром (МНЗЦ), є якість сировини [7, 43] і технологічні параметри процесу виробництва [22, 46].

«Сутність виготовлення згущених молочних консервів полягає у видаленні надлишкової кількості води з метою підвищення концентрації сухих речовин молока» [12]. Через це навіть незначні дефекти сировини під час згущення проявляються у готовому продукті в кілька разів сильніше.

Велике значення має хімічний склад молока, зокрема співвідношення білків і солей кальцію, які впливають на в'язкість продукту. «Підвищений їх вміст сприяє утворенню густішої структури МНЗЦ при зберіганні, тоді як за їх нестачі консистенція стає надмірно рідкою, спостерігається відстоювання жиру та осідання лактози на дно тари» [12].

«На якість і збереженість МНЗЦ істотно впливають параметри технологічного процесу, оскільки молоко піддається як температурному, так і механічному навантаженню» [24]. Тому навіть незначні відхилення на будь-якому етапі виробництва можуть позначитися на стабільності готового продукту.

Зразки МНЗЦ «Сонечко» виготовляли за класичною схемою, проте з додатковим етапом – внесенням харчової добавки «Webber Naturals». До складу МНЗЦ вводили дві форми цієї добавки – олійну та водорозчинну.

«Більшою мірою зміни у молоці незбираному згущеному з цукром (МНЗЦ) відбуваються в жировій фракції. Щоб запобігти псуванню жирів, які входять до складу продукту, більшість науковців застосовують антиокислювачі хімічного походження, такі як кверцетин або додецилгаллат та інші» [40].

Під час вибору антиокислювачів для проведення наших досліджень одночасно враховувалися кілька завдань: надання згущеним молочним консервам із цукром функціональних властивостей, підвищення їх стійкості під час зберігання та забезпечення використання лише природних антиокислювачів.

Беручи до уваги дефіцит вітамінів у значної частини населення, що «призводить до порушення обміну речовин, розвитку аліментарних захворювань, підвищення чутливості організму до впливу радіації та зростання ризику онкологічних процесів, як антиокислювальні агенти були обрані вітаміни С і Е, а також провітамін А – бета-каротин» [44].

У технологічній практиці можливе введення цих речовин окремо, проте значно ефективнішим є застосування їх у складі комплексної харчової добавки.

Аналіз наукових джерел показав, що найбільш повно вимогам нашого дослідження відповідає харчова добавка «Webber Naturals» (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Характеристика вітамінів С, Е та бета-каротину у складі добавки «Webber Naturals»

№	Вітамін	Основні функції в організмі	Захисна дія	Добова потреба організму	Норми МЗ України	Норми США
1	Бета-каротин	Попередник вітаміну А (провітамін А). Захищає клітинні структури від руйнування вільними радикалами (є одним із найефективніших антиоксидантів).	Захищає від онкологічних і серцево-судинних захворювань, раку, інфекцій та шкідливого впливу забрудненого повітря.	5–6 мг (за даними Інституту харчування НАМН України)	–	РЛА не визначено
2	Вітамін Е	Захищає клітинні мембрани від окисного пошкодження, підтримує імунітет, сприяє нормальній роботі серцево-судинної системи та м'язів.	Захищає від серцевих захворювань, раку, катаракти, інфекційних патологій та порушень нервової системи.	8–10 мг ЕТ	8 мг ЕТ	8 мг ЕТ
3	Вітамін С	Бере участь у синтезі колагену – основного структурного білка організму, сприяє засвоєнню заліза та зміцненню імунітету.	Захищає від серцевих захворювань і цинги, знижує дію токсичних сполук і радіонуклідів.	70–80 мг	70 мг	60 мг

Харчова добавка «Webber Naturals» виготовляється в Україні у різних концентраціях активних компонентів – у вигляді олійного розчину та у водорозчинній формі. У проведених дослідженнях було обрано саме водорозчинну форму харчової добавки «Webber Naturals».

Додавання добавки здійснювали до молока незбираного згущеного з цукром (МНЗЦ) на різних етапах технологічного процесу: у нормалізовану суміш перед пастеризацією, після пастеризації, а також під час охолодження готового продукту.

3.1 Визначення дози внесення харчової добавки «Webber Naturals»

Під час визначення кількості добавки, що вноситься, орієнтувалися на рекомендації МОЗ України. Враховувалося, що вітаміни, присутні у складі харчової добавки «Webber Naturals», навіть за підвищених концентрацій, не чинять шкідливого впливу на організм людини [45].

Основний компонент добавки – бета-каротин – у процесі засвоєння в кишечнику перетворюється на вітамін А, причому інтенсивність цього перетворення залежить від ферментативної активності та забезпеченості організму вітаміном А. Отже, передозування або інтоксикація через надлишкове надходження бета-каротину є неможливою.

Для визначення максимально допустимої дози внесення бета-каротину та вітамінів С і Е враховували органолептичні показники продукту. Зокрема, досліджували зміни смаку та кольору молока незбираного згущеного з цукром (МНЗЦ) після додавання харчової добавки «Webber Naturals» у кількості від 0,010 до 0,150 мг/100 г продукту (табл. 3.2).

Результати експериментів засвідчили, що внесення добавки «Webber Naturals» у концентрації 0,05 мг/100 г не змінює смак продукту, а колір МНЗЦ набуває приємного жовтуватого відтінку.

Водночас встановлено, що дозування добавки «Webber Naturals» у межах 0,01–0,04 мг/100 г продукту є недостатнім для забезпечення добової потреби людини у вітамінах С, Е та бета-каротині.

Таблиця 3.2 – Визначення масової частки харчової добавки «Webber Naturals» у молоці незбираному згущеному з цукром

Доза харчової добавки, мг/100 г продукту	Колір	Смак
0,010	Слабо-жовтий	Солодкий із вираженим присмаком пастеризованого молока
0,015	Слабо-жовтий	
0,020	Слабо-жовтий	
0,025	Слабо-жовтий	
0,030	Жовтий	
0,035	Жовтий	
0,040	Жовтий	
0,045	Жовтий	
0,050	Жовтий	
0,060	Жовтий	
0,065	Яскраво-жовтий	
0,070	Яскраво-жовтий	
0,075	Яскраво-жовтий	
0,080	Яскраво-жовтий	
0,085	Яскраво-жовтий	
0,090	Помаранчевий	
0,100	Помаранчевий	
0,150	Інтенсивно-помаранчевий	Солодкий із вираженим присмаком бета-каротину

При підвищених концентраціях харчової добавки «Webber Naturals» (0,06–0,15 мг/100 г продукту) молоко незбиране згущене з цукром (МНЗЦ) набуває насиченого забарвлення, яке споживачам може здаватися неприйнятним, а смак продукту відзначається виразним присмаком бета-каротину.

Отже, оптимальною для МНЗЦ є концентрація харчової добавки «Webber Naturals» 0,05 мг/100 г продукту.

3.2 Вибір стадії технологічного процесу для внесення харчової добавки

Аналіз технологічного процесу виробництва МНЗЦ дозволяє визначити можливі етапи внесення харчової добавки «Webber Naturals»:

- у нормалізовану суміш перед пастеризацією;
- у нормалізовану суміш після пастеризації перед згущенням;
- у процесі охолодження продукту, що згущує.

Виходячи з рекомендацій щодо дозування харчової добавки «Webber Naturals» для вітамінізованого молока, проведено виробництво МНЗЦ з водорозчинною формою добавки. Спостерігалися зміни вмісту вітамінів у зразках, порівнюючи їх із контрольним зразком (рис. 3.1).

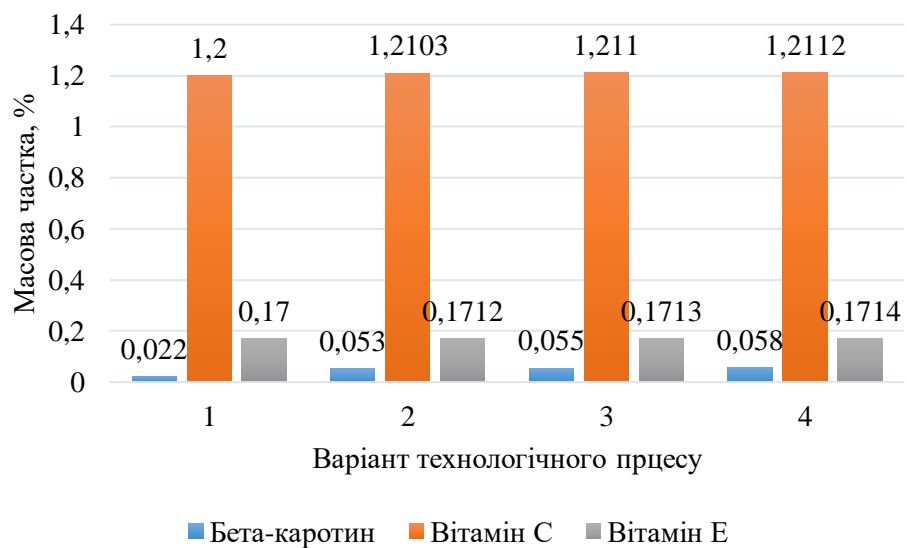


Рисунок 3.1 – Вплив технологічного процесу на зміну вмісту компонентів харчової добавки «Webber Naturals» у МНЗЦ: 1 – без внесення харчової добавки (контроль); 2 – з внесенням харчової добавки до пастеризації; 3 – з внесенням харчової добавки після пастеризації; 4 – з внесенням харчової добавки при охолодженні

У контрольному зразку МНЗЦ масова частка вітаміну С становила 0,0010 %, вітаміну Е – 0,0003 %, а бета-каротину – 0,0010 %. Після внесення харчової добавки «Webber Naturals» у нормалізовану молочну суміш до пастеризації масова частка вітамінів С, Е та бета-каротину збільшилася до 0,0159 %, 0,0133 % та 0,053 % відповідно.

При збагаченні нормалізованої суміші після пастеризації масова частка вітаміну С зросла до 0,0165 %, вітаміну Е – до 0,0138 %, а бета-каротину – до 0,055 %. Внесення харчової добавки «Webber Naturals» під час охолодження МНЗЦ дозволило збільшити масову частку вітаміну С до 0,0174 %, вітаміну Е – до 0,0145 %, а бета-каротину – до 0,058 %.

Внесення харчової добавки «Webber Naturals» у процесі охолодження МНЗЦ забезпечує максимальне збереження вітамінів завдяки відсутності впливу високих температур. Водночас обмежене перемішування може призвести до нерівномірного розподілу добавки в готовому продукті, що ускладнює формування стійкої емульсії та підвищує ризик вторинного обсіменіння.

Введення харчової добавки «Webber Naturals» у нормалізовану суміш після пастеризації перед згущенням забезпечує кращу гомогенізацію, проте все ще не виключає можливості вторинного обсіменіння продукту.

Аналіз втрат компонентів, рівномірності їх розподілу та ризику вторинного обсіменіння показав, що оптимальним є внесення харчової добавки «Webber Naturals» у нормалізовану суміш перед тепловою обробкою, що дозволяє поєднати максимальне збереження вітамінів із стабільністю готового продукту.

3.3 Зміна органолептичних показників продукту у процесі зберігання

Органолептичні показники МНЗЦ «Сонечко» оцінювали при температурі 10 °С у свіжовироблених продуктах та після 2, 6, 9, 12 і 15 місяців зберігання (табл. 3.3).

Аналіз результатів показав, що смак, запах, консистенція та колір МНЗЦ «Сонечко» залишаються стабільними протягом 2, 6, 9 і 12 місяців зберігання. Лише

через 15 місяців спостерігається зміна консистенції продукту, що проявляється у збільшенні його в'язкості.

Таблиця 3.3 – Зміна органолептичних показників у процесі зберігання МНЗЦ «Сонечко»

Період зберігання	Смак та запах	Консистенція	Колір
Свіжий продукт	Солодкий, чистий із вираженим смаком пастеризованого молока, без сторонніх присмаків та запахів	Однорідна по всій масі, без органолептичних кристалів молочного цукру	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі
2 місяці	Солодкий, чистий із вираженим смаком пастеризованого молока, без сторонніх присмаків та запахів	Однорідна по всій масі, без органолептичних кристалів молочного цукру	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі
6 місяців	Солодкий, чистий із вираженим смаком пастеризованого молока, без сторонніх присмаків та запахів	Однорідна по всій масі, без органолептичних кристалів молочного цукру	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі
9 місяців	Солодкий, чистий із вираженим смаком пастеризованого молока, без сторонніх присмаків та запахів	Однорідна по всій масі, без органолептичних кристалів молочного цукру	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі
12 місяців	Солодкий, чистий із вираженим смаком пастеризованого молока, без сторонніх присмаків та запахів	Однорідна по всій масі, без органолептичних кристалів молочного цукру	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі
15 місяців	Солодкий, чистий із вираженим смаком пастеризованого молока, без сторонніх присмаків та запахів	В'язка	Білий з жовтуватим відтінком, рівномірний по всій масі

Таким чином, при температурі 10 °С усі зразки протягом 12 місяців зберігають початкові органолептичні характеристики. Ці результати свідчать про високу стабільність МНЗЦ «Сонечко» при оптимальних умовах зберігання та підтверджують ефективність застосованої технології виробництва, включно з використанням харчової добавки «Webber Naturals». Внесення комплексу вітамінів і провітаміну А забезпечує не лише підвищену харчову цінність продукту, а й збереження його органолептичних властивостей протягом тривалого часу.

Завдяки збалансованому технологічному процесу та контрольованому введенню харчової добавки, вдалося досягти рівномірного розподілу компонентів у всьому об'ємі продукту, що запобігає утворенню осаду та нерівномірності кольору. Такий підхід сприяє формуванню стабільної емульсії жирової фази та підвищує загальну якість МНЗЦ «Сонечко».

Варто відзначити, що контроль органолептичних показників у динаміці зберігання дозволяє своєчасно виявляти будь-які відхилення та коригувати технологічні параметри. Це підтверджує доцільність використання харчових добавок у виробництві МНЗЦ як засобу підвищення стабільності продукту та забезпечення його високої якості для кінцевого споживача.

3.4 Зміна масової частки бета-каротину в продукті в процесі зберігання

Масова частка бета-каротину в молоці, що надходить у виробництво на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський», коливається в межах 0,008–0,012% залежно від пори року, при цьому в літній період її значення вищі, ніж у зимовий. Подібні сезонні коливання спостерігаються і в МНЗЦ, проте завдяки концентруванню сухих речовин масова частка бета-каротину збільшується до 0,016–0,028% (рис. 3.2).

Відповідно до гігієнічних рекомендацій, добова потреба людини у бета-каротині становить 5–6 мг, а при лікувальному застосуванні використовуються значно вищі дози. Споживання 100 г МНЗЦ на добу не дозволяє повністю

задовольнити ці вимоги, тому введення добавки бета-каротину є виправданим і ефективним рішенням.

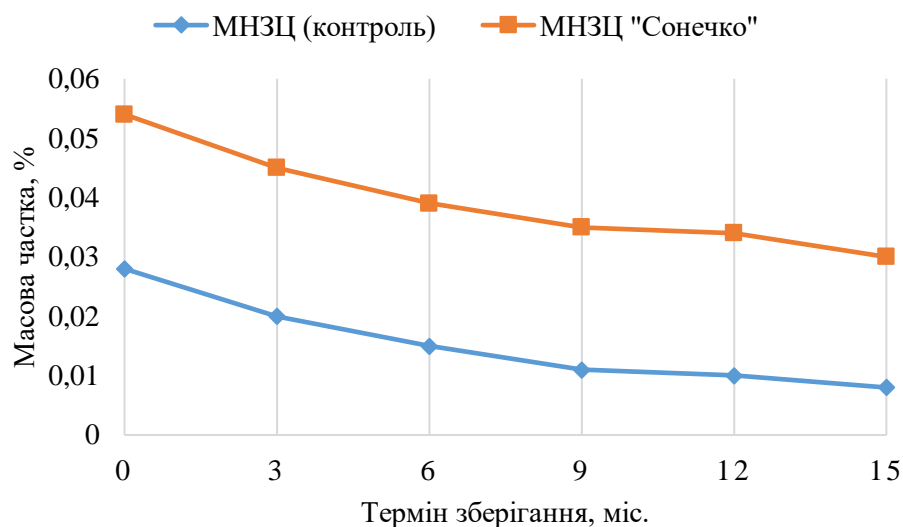


Рисунок 3.2 – Зміна вмісту бета-каротину в молочі незбираному згущеному з цукром в процесі зберігання

Вміст бета-каротину визначали модифікованим методом мікроколункової ВЕРХ на рідинному хроматографі "Мілліхром-4". МНЗЦ «Сонечко» – новий продукт, тому зміни масової частки бета-каротину при зберіганні раніше не вивчалися. Для цього проведено дослідження протягом 1, 2, 4, 6, 12 та 15 місяців зберігання.

У свіжовиробленому контрольному МНЗЦ масова частка бета-каротину становила 0,028%, тоді як у МНЗЦ «Сонечко» вона дорівнювала 0,053%. Під час зберігання МНЗЦ «Сонечко» спостерігалось поступове зменшення вмісту бета-каротину: через 1 місяць – на 3%, через 2 місяці – на 9%, через 4 місяці – на 13%, через 6 місяців – на 23%, через 12 місяців – на 28% та через 15 місяців – на 39%.

Таким чином, втрати бета-каротину під час зберігання МНЗЦ протягом 12 місяців становили близько 28%, що слід враховувати при розробці технології та визначенні оптимального терміну реалізації продукту. Це підкреслює необхідність використання стабілізуючих харчових добавок для підтримки біологічної цінності МНЗЦ протягом всього терміну зберігання. Крім того, правильне визначення стадії

внесення добавки забезпечує рівномірний розподіл бета-каротину та підвищує його стабільність у готовому продукті. Врахування цих факторів дозволяє оптимізувати технологічний процес і гарантувати споживачеві продукт із заданим вмістом корисних компонентів.

3.5 Зміна реологічних властивостей продукту

Для відстеження змін реологічних властивостей МНЗЦ «Сонечко» досліджували зразки свіжовиробленого продукту та після 6, 12 і 15 місяців зберігання. Структурутворення в згущених молочних консервах із цукром у процесі тривалого зберігання оцінювали за допомогою прецизійного віскозиметра Геплера з падаючою кулькою, методика якого включена до чинних стандартів для визначення консистенції молока згущеного з цукром (ДСТУ 2903-2020). Результати вимірювань в'язкості наведені на рис. 3.3.

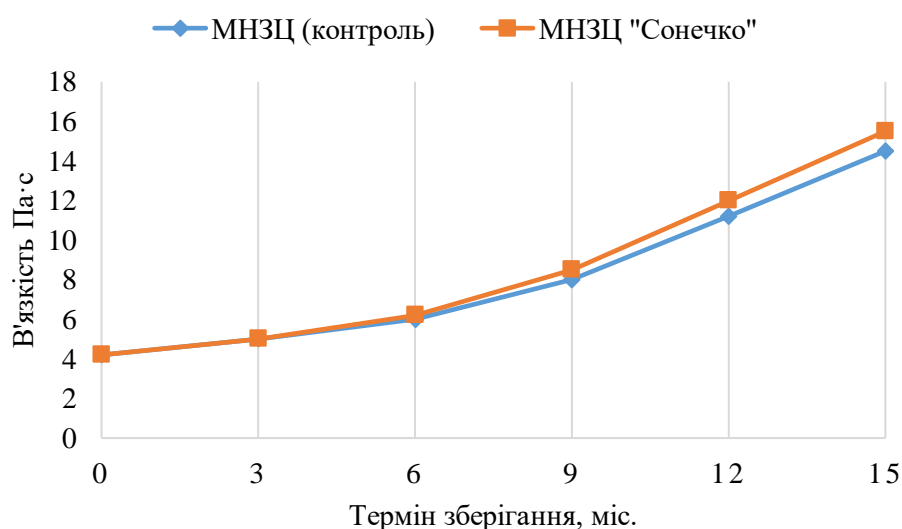


Рисунок 3.3 – Зміна в'язкості згущених молочних консервів із цукром у процесі зберігання

У свіжовироблених зразках МНЗЦ і МНЗЦ «Сонечко» показники в'язкості були однаковими. Після 6 місяців зберігання в'язкість МНЗЦ «Сонечко» підвищилася до $6,5 \pm 0,5$ Па·с, тоді як у контрольних зразках цей показник становив

6,0±0,5 Па·с. Через 12 місяців значення в'язкості досягло 12,0±0,5 Па·с у МНЗЦ «Сонечко» та 11,0±0,5 Па·с у контрольних зразках; після 15 місяців зберігання в'язкість склала 14±0,5 Па·с і 13±0,5 Па·с відповідно.

Отже, хоча МНЗЦ «Сонечко» демонструє дещо більшу в'язкість у середньому на 1,0±0,5 Па·с протягом усього періоду зберігання, цей показник залишався в межах допустимих норм і відповідав вимогам стандарту ДСТУ 2903-2020 для молока згущеного з цукром. Це свідчить про те, що внесення харчової добавки «Webber Naturals» не погіршує реологічні властивості МНЗЦ, а навпаки, сприяє стабілізації структури продукту при тривалому зберіганні. Поступове зростання в'язкості зберігається в межах допустимих норм і не впливає на споживчі характеристики, такі як консистенція та однорідність маси.

Отже, технологічний процес із використанням «Webber Naturals» забезпечує продукцію з передбачуваними фізико-хімічними властивостями та високою стабільністю протягом усього терміну реалізації.

3.6 Дослідження якості молочного жиру в процесі зберігання

Стійкість молочного жиру значною мірою визначається його складом та наявністю антиокислювачів, таких як бета-каротин, вітаміни С та Е. У свіжовироблених МНЗЦ (контроль) та МНЗЦ «Сонечко» характеристики жиру були однаковими, проте протягом 12 місяців зберігання відбуваються помітні зміни (табл. 3.8).

Органолептично непомітні процеси, що відбуваються у згущених молочних консервах з цукром, можна простежити через зміну показників якості молочного жиру. У свіжовироблених продуктах усі показники були однаковими. Аналіз даних показав, що кислотність жиру протягом 12 місяців зберігання зросла на 36,0 % у МНЗЦ (контроль) та на 24,5 % у МНЗЦ «Сонечко». Йодне число збільшилася на 1,2 % у контрольних зразках та на 0,6 % у МНЗЦ «Сонечко». Перекисне число зросло на 4,9 % у контролі та на 2,4 % у МНЗЦ «Сонечко».

Таблиця 3.8 – Зміна якості молочного жиру в МЦСС у процесі зберігання

Показник	МНЗЦ (контроль)		МНЗЦ «Сонечко»	
	свіже	12 міс. зберігання	свіже	12 міс. зберігання
Кислотність жиру, °К	2,20	3,00	2,20	2,74
Йодне число, од.	32,80	33,20	32,80	33,00
Перекисне число, % йоду	0,082	0,086	0,082	0,084

Відмінності між показниками якості жиру у МНЗЦ (контроль) та МНЗЦ «Сонечко» пояснюються антиоксидантними властивостями вітамінів харчової добавки «Webber Naturals». Вітаміни С, Е та бета-каротин уповільнюють процеси псування жиру, забезпечуючи більш стабільні органолептичні та хімічні властивості продукту протягом зберігання.

Висновки по розділу.

Проведені дослідження визначили оптимальну дозу внесення харчової добавки «Webber Naturals» у МНЗЦ «Сонечко». Було встановлено, що внесення 0,05 мг/100 г продукту забезпечує максимальне підвищення масової частки вітамінів С, Е та бета-каротину без зміни органолептичних властивостей продукту. Відзначено, що при дозах від 0,01 до 0,04 мг/100 г добова потреба людини у вітамінах не забезпечується, тоді як при внесенні 0,06–0,15 мг/100 г продукт набуває надмірного жовто-помаранчевого забарвлення та вираженого присмаку бета-каротину.

Аналіз впливу стадії внесення харчової добавки показав, що оптимальним є введення її у нормалізовану молочну суміш перед пастеризацією. У цьому випадку забезпечується рівномірне диспергування компонентів у продукті, максимальне збереження вітамінів та мінімізація ризику вторинного обсіменіння. Внесення добавки після пастеризації або при охолодженні МНЗЦ збільшує масову частку

вітамінів на 0,002–0,005%, але супроводжується нерівномірним розподілом та потенційною нестійкістю емульсії.

Дослідження органолептичних показників МНЗЦ «Сонечко» показали, що протягом перших 12 місяців зберігання смак, запах, консистенція та колір продукту залишаються стабільними. Лише через 15 місяців відзначено збільшення в'язкості до $14 \pm 0,5$ Па·с та збереження рівномірного жовтуватого відтінку. Контрольні зразки МНЗЦ без внесення добавки показали зміну консистенції при 12–15 міс. зберігання, що свідчить про стабілізуючий ефект «Webber Naturals».

Вивчення масової частки бета-каротину показало, що у свіжовиробленому МНЗЦ «Сонечко» вона становить 0,053%, що майже вдвічі перевищує контроль (0,028%). Протягом зберігання відбувається поступове зменшення вмісту бета-каротину: через 1 міс. – на 3%, через 2 міс. – на 9%, через 4 міс. – на 13%, через 6 міс. – на 23%, через 12 міс. – на 28% та через 15 міс. – на 39%. Втрата вітаміну протягом перших 12 місяців не перевищує 28%, що дозволяє рекомендувати продукт для споживання з користю для організму.

Дослідження реологічних властивостей показали, що в'язкість МНЗЦ «Сонечко» підвищується з $6,5 \pm 0,5$ Па·с через 6 місяців до $12,0 \pm 0,5$ Па·с через 12 місяців та до $14 \pm 0,5$ Па·с через 15 місяців. Контрольні зразки демонструють нижчі значення в'язкості на $1,0 \pm 0,5$ Па·с у середньому.

Якість молочного жиру МНЗЦ «Сонечко» за 12 місяців зберігання показала менші зміни кислотності, йодного та перекисного числа порівняно з контролем. Так, кислотність жиру зросла на 24,5% проти 36,0% у контролі, йодне число – на 0,6% проти 1,2%, перекисне число – на 2,4% проти 4,9%. Це свідчить про ефективність антиоксидантного захисту компонентів харчової добавки «Webber Naturals».

Загалом проведені дослідження підтвердили, що внесення харчової добавки «Webber Naturals» у дозі 0,05 мг/100 г у нормалізовану молочну суміш перед пастеризацією забезпечує підвищення функціональних та харчових властивостей МНЗЦ «Сонечко», стабілізує його реологічні характеристики, зберігає масову частку бета-каротину та покращує стійкість молочного жиру.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз виробничих небезпек при виробництві молока згущеного з цукром

Виробництво молока згущеного з цукром є одним із давніх напрямів молочної промисловості, який поєднує високі вимоги до якості сировини, технологічної дисципліни та санітарно-гігієнічних умов. Цей продукт користується стабільним попитом серед споживачів завдяки довгому терміну зберігання, високій поживній цінності та приємним органолептичним властивостям. «Однак технологічний процес його виготовлення супроводжується низкою виробничих небезпек, які можуть впливати як на якість кінцевої продукції, так і на безпеку працівників» [1]. Аналіз цих небезпек є важливою умовою забезпечення стабільного функціонування підприємства, запобігання аваріям та гарантування виробництва безпечної харчової продукції.

Першим етапом у створенні згущеного молока є приймання та оцінювання якості сировини. Основним джерелом небезпек тут виступає мікробіологічне забруднення молока. «Підвищений вміст соматичних клітин, бактерій групи кишкової палички, патогенних мікроорганізмів або залишків антибіотиків може не лише знизити якість продукції, але й призвести до технологічних збоїв, наприклад, сповільнення згортання білків під час термічної обробки» [12]. «Для запобігання цим ризикам важливо дотримуватися санітарних норм при доїнні, транспортуванні та зберіганні молока, підтримуючи оптимальну температуру не вище 6 °С до моменту його переробки» [14].

Другим значним фактором ризику на початкових стадіях є неправильне очищення молока. При неякісному фільтруванні або використанні забруднених сепараторів у продукт можуть потрапити механічні домішки – частинки металу, гуми, мастильних матеріалів чи залишки мийних засобів. Такі дефекти не лише псують зовнішній вигляд і смак, а й можуть становити небезпеку для здоров'я споживача. «З метою зменшення цих ризиків на підприємствах впроваджують системи контролю чистоти обладнання (CIP-мийку) та використовують магнітні пастки для вловлювання металевих частинок» [54].

Важливим джерелом небезпек є також термічна обробка молока. Процес пастеризації або стерилізації призначений для знищення патогенних мікроорганізмів, однак неправильне дотримання температурного режиму може мати протилежний ефект. «Перегрів призводить до денатурації білків, потемніння кольору, появи присмаку карамелі та зниження біологічної цінності. Недостатній нагрів, своєю чергою, не гарантує мікробіологічну безпеку і може стати причиною псування продукту під час зберігання» [12]. Тому «контроль температури та часу нагрівання є ключовим аспектом системи НАССР, яка регулює безпечність харчових виробництв» [54].

Наступним технологічним етапом, що несе потенційні ризики, є випаровування молока. «У вакуум-апаратах воно концентрується до необхідної масової частки сухих речовин, водночас відбувається підвищення температури та утворення пари» [12]. «Основними небезпеками цього процесу є термічні опіки, перегрів апаратів, підвищення тиску в системі, що може призвести до вибуху або витоку гарячої маси. Для запобігання подібним аваріям необхідно регулярно перевіряти герметичність обладнання, справність клапанів та манометрів, а також дотримуватися встановлених режимів роботи вакуум-установок» [54].

Додатковим ризиком на цій стадії є хімічний – утворення токсичних сполук унаслідок реакції Майяра між білками та цукрами при перегріванні. Це не лише впливає на колір та смак згущеного молока, а й може знижувати його харчову цінність. З метою уникнення таких змін необхідно точно регулювати параметри випаровування, підтримувати оптимальну концентрацію сухих речовин та швидкість циркуляції молока у системі.

Окремої уваги заслуговує етап додавання цукру. Цукор виступає не тільки смакоутворювачем, але й природним консервантом, який знижує активність води в продукті. «Проте при недотриманні санітарних норм цукор може стати джерелом мікробного забруднення, оскільки у відкритому вигляді він легко абсорбує вологу з повітря і стає сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів» [1]. Крім того, під час розчинення цукру у гарячому середовищі можливе утворення гарячих бризок, що несе ризик опіків для персоналу. «Для запобігання цьому цукор

подають дозовано, у закритих ємностях, а працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту» [12].

Не менш важливою стадією є фасування готового згущеного молока. Тут основними небезпеками є забруднення продукту сторонніми мікроорганізмами, а також фізичне травмування працівників при роботі з автоматизованими лініями. «Порушення герметичності тари або потрапляння сторонніх частинок (осколків скла, частин кришки, фольги) є типовими дефектами фасувального процесу» [14]. Для уникнення цих ризиків «підприємства повинні забезпечити регулярне технічне обслуговування фасувальних машин, застосування металодетекторів і контроль чистоти пакувальних матеріалів» [54].

Слід також враховувати небезпеки, пов'язані з санітарною обробкою обладнання. Використання хімічних миючих засобів без належного змивання може призвести до потрапляння залишків реагентів у готовий продукт. Тому «необхідно суворо дотримуватися режимів миття та промивання, а також контролювати рівень залишкової концентрації мийних речовин за допомогою експрес-тестів» [54].

Крім технологічних ризиків, існують небезпеки, пов'язані з умовами праці персоналу. «У виробничих приміщеннях з високою температурою, вологістю та шумом існує ризик теплових перевантажень, втрати слуху чи нещасних випадків при роботі з рухомими частинами обладнання» [54]. Раціональна вентиляція, шумоізоляція, регулярне проведення інструктажів і медичних оглядів працівників дозволяють значно знизити ці ризики.

Особливе місце у системі управління безпечністю займає моніторинг критичних контрольних точок (ККТ). До них відносять: «приймання сировини, пастеризацію, вакуумне згущення, додавання цукру, фасування та зберігання готової продукції» [14]. Кожна з цих точок повинна бути під постійним контролем технологів і лаборантів. Впровадження принципів НАССР дозволяє не лише виявити можливі відхилення на ранніх стадіях, а й розробити коригувальні дії для недопущення виробничих інцидентів.

На завершальному етапі виробництва – під час зберігання готового продукту – «головною небезпекою є мікробіологічне псування через порушення

температурного режиму або герметичності упаковки. Надлишок вологи у приміщенні чи вплив прямих сонячних променів можуть призвести до появи конденсату, зміни кольору або кристалізації цукру» [1]. Для запобігання цьому важливо дотримуватися [54] оптимальних умов зберігання: температура не вище +10 °С, відносна вологість повітря не більше 75%, відсутність прямих джерел тепла» [54].

4.2 Картка охорони праці

Картка охорони праці (рис. 4.1) є одним із ключових документів, що забезпечує систематизацію знань працівників щодо безпечного виконання робіт на виробництві.



Рисунок 4.1 – Розроблена картка охорони праці

Вона містить (рис. 4.1) узагальнену інформацію про потенційні небезпеки, засоби їх попередження, правила користування індивідуальними засобами захисту, порядок дій у разі аварійних ситуацій. Наявність картки сприяє підвищенню рівня дисципліни та відповідальності персоналу, зменшує ймовірність травматизму, а також допомагає контролювати дотримання вимог законодавства у сфері охорони праці. Такий інструмент є важливим елементом профілактичної роботи, спрямованої на формування безпечного виробничого середовища.

У результаті впровадження картки охорони праці зменшується кількість нещасних випадків, підвищується ефективність роботи персоналу та формується стабільне, соціально відповідальне виробництво, орієнтоване на збереження життя і здоров'я людей.

Висновки по розділу.

Отже, виробництво молока згущеного з цукром є складним багатостадійним процесом, де на кожному етапі існують потенційні небезпеки – біологічні, хімічні, фізичні та ергономічні. Їх своєчасне виявлення, оцінювання та контроль є запорукою стабільної якості продукції та безпеки праці персоналу. Використання сучасних технологічних систем, автоматизованого моніторингу, дотримання принципів належної виробничої практики і стандартів НАССР дозволяють мінімізувати ризики, підвищити ефективність виробництва та забезпечити споживачів якісним і безпечним продуктом.

Також впровадження та активне використання картки охорони праці дозволяє суттєво покращити стан безпеки на підприємствах молочної галузі. Її систематичне оновлення відповідно до сучасних вимог, проведення інструктажів і контроль за дотриманням зазначених у ній правил сприяють створенню культури безпеки серед працівників.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок витрат для проведення дослідження

Під час обґрунтування технології виробництва молока згущеного з цукром з подовженим терміном зберігання важливим етапом є оцінка витрат, необхідних для виконання експериментальних робіт. «Це дозволяє визначити економічну доцільність розробленої технології та оптимальне співвідношення між якістю продукту та витратами на його виробництво.

До загальної структури витрат входять витрати на сировину та допоміжні матеріали, енергоносії, оплату праці персоналу, амортизаційні відрахування та накладні витрати, пов'язані з проведенням досліджень» [56].

Витрати на основні матеріали, використані для проведення дослідження, розраховуються за формулою (5.1):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витраченої кількості матеріалів, включно з їх вартістю наведено в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Витрачені матеріали та їх вартість

Матеріали, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Молоко незбиране, л	30	51,00	1530,00
Молоко згущене з цукром, кг	10	192,00	1920,00
Цукор-пісок, кг	10	32,80	328,00
Харчова добавка «Webber Naturals»	1	2500,00	2500,00
Всього			6278,00

«Заробітна плата працівників, залучених до проведення дослідження, розраховується шляхом множення середньогодинного заробітку на обсяг відпрацьованого часу» [56]. Результати розрахунків наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 –Витрати на заробітну плату працівників

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток,грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	10000,00	70,00	10	1050,00
Всього				1050,00

Нарахування на заробітну плату виконуються у розмірі 22 % від Єдиного соціального внеску, що складає певну частку від загальної суми виплаченої заробітної плати:

$$H = \frac{1050 \cdot 22}{100} = 231,00 \text{ грн.}$$

Оплата за витрачену електроенергію:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.2)$$

де M – потужність електрообладнання, що використовувалося, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, ($K=0,9$);

T – час роботи обладнання, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{настер} = 3,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,32 = 298,60 \text{ грн;}$$

$$E_{випар} = 2,6 \cdot 0,9 \cdot 72 \cdot 4,32 = 727,83 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{ваз}} = 0,8 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 4,32 = 138,24 \text{ грн};$$

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{пастер}} + E_{\text{випар}} + E_{\text{ваз}} = 298,60 + 727,83 + 138,24 = 1164,67 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання, задіяного у проведенні досліджень, розраховуються за формулою (5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість обладнання, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{пастер}} = \frac{120000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 65,75 \text{ грн};$$

$$A_{\text{холод.}} = \frac{250000 \cdot 20 \cdot 3}{100 \cdot 365} = 410,96 \text{ грн};$$

$$A_{\text{ваз}} = \frac{6300 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 2,15 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Пастеризатор	120000,00	20	1	65,75
Випарник	250000,00	20	3	410,96
Ваги лабораторні	6300,00	12,5	1	2,15
Всього				478,86

Накладні витрати розраховуються як 80% від суми нарахованої заробітної плати персоналу, задіяного у проведенні дослідження:

$$NB = \frac{1050 \cdot 80}{100} = 840,00 \text{ грн.}$$

«Цей підхід дає змогу врахувати витрати на організаційне, адміністративне та технічне забезпечення експериментальних робіт, а також на оплату комунальних послуг, матеріалів та допоміжних ресурсів, необхідних для виконання наукових завдань» [56].

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	6278,00
Заробітна плата	1050,00
Нарахування на заробітну плату	231,00
Електроенергія	1164,67
Амортизація	478,86
Накладні витрати	840,00
Всього	10042,53

Аналіз табл. 5.4 показує, що найбільшу частку витрат займають основні матеріали – 6278 грн, що становить значну частину загальної суми. Витрати на оплату праці разом із нарахуваннями складають 1281 грн, а споживання електроенергії та амортизація обладнання – відповідно 1164,67 та 478,86 грн. Накладні витрати становлять 840 грн, що відображає забезпечення організаційних та технічних потреб експерименту. Загальна сума витрат на проведення дослідження становить 10042,53 грн, що дозволяє оцінити економічну доцільність розробленої технології.

5.2 Визначення ціни дослідження

Ціна дослідження визначається на основі витрат на них та рентабельності, згідно формули (5.4):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність ($P = 30\%$).

Таким чином:

$$Ц = 10042,53 + \frac{30 \cdot 10042,53}{100} = 13055,29 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 13055,29 грн.

Висновки по розділу.

Розрахунок витрат для проведення дослідження показав, що основну частку складають витрати на матеріали – 6278 грн, тоді як оплата праці та нарахування на заробітну плату становлять 1281 грн. Загальна сума витрат на дослідження склала 10042,53 грн, що дозволяє оцінити економічну доцільність розробленої технології.

Визначення ціни дослідження проводилося з урахуванням усіх складових витрат, включно з матеріалами, енергоносіями, оплатою праці, амортизацією та накладними витратами і становить 13055,29 грн. Такий підхід забезпечує реалістичне відображення фактичних витрат і дозволяє встановити обґрунтовану вартість проведення наукового експерименту, враховуючи організаційне, адміністративне та технічне забезпечення робіт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розробка комбінованих і рекомбінованих молочних згущених консервів з харчовими добавками спрямована на розширення асортименту функціональних продуктів. Замінюючи молочний жир на рослинний, можна зменшити вміст холестерину та підвищити рівень незамінних жирних кислот, однак рослинні жири, як і молочні, піддаються псуванню. Введення харчової добавки «Webber Naturals» підвищує стабільність продукту завдяки антиоксидантній дії вітамінів С, Е та бета-каротину.

При створенні нових технологій особливу увагу слід приділяти вивченню хімічного складу та фізико-хімічних властивостей молочних продуктів, а також їх змін у ході виробничого процесу. Аналіз вітчизняних і зарубіжних джерел свідчить, що інформації про склад, фізико-хімічні та технологічні характеристики комбінованих і рекомбінованих згущених молочних консервів недостатньо, що обмежує оптимізацію технологій і підвищення функціональної цінності продуктів.

Оптимальна доза внесення харчової добавки «Webber Naturals» у МНЗЦ «Сонечко» становить 0,05 мг/100 г продукту. При цій концентрації забезпечується максимальне підвищення масової частки вітамінів С, Е та бета-каротину без зміни органолептичних властивостей. Внесення меншої дози (0,01–0,04 мг/100 г) не задовольняє добову потребу людини у вітамінах, а перевищення 0,06–0,15 мг/100 г призводить до насиченого жовто-помаранчевого кольору та вираженого присмаку бета-каротину.

Аналіз стадії внесення показав, що оптимальним є додавання добавки у нормалізовану молочну суміш перед пастеризацією. Це забезпечує рівномірний розподіл компонентів, максимальне збереження вітамінів та мінімізацію ризику вторинного обсіменіння. Внесення після пастеризації або при охолодженні підвищує масову частку вітамінів на 0,002–0,005%, але супроводжується нерівномірністю розподілу та менш стабільною емульсією.

Органолептичні та реологічні показники МНЗЦ «Сонечко» залишаються стабільними протягом 12 місяців зберігання: смак, запах, колір та консистенція

відповідають нормі, а в'язкість збільшується з $6,5 \pm 0,5$ Па-с до $12,0 \pm 0,5$ Па-с, що не перевищує допустимі межі за чинним ДСТУ. Масова частка бета-каротину у свіжовиробленому продукті становила 0,053%, а протягом 12 місяців зберігання знизилася на 28%, що дозволяє зберегти його функціональну цінність.

Якість молочного жиру МНЗЦ «Сонечко» за 12 місяців показала менші зміни порівняно з контролем: кислотність зросла на 24,5% проти 36,0%, йодне число – на 0,6% проти 1,2%, перекисне число – на 2,4% проти 4,9%. Це підтверджує антиоксидантний ефект харчової добавки та ефективність стабілізації жиру, що дозволяє виробляти продукт високої якості, який відповідає вимогам сучасного функціонального харчування та стандартам ДСТУ.

Встановлено, що використання сучасних технологічних систем, автоматизованого моніторингу, дотримання принципів належної виробничої практики і стандартів НАССР дозволяють мінімізувати ризики, підвищити ефективність виробництва та забезпечити споживачів якісним і безпечним продуктом. Також впровадження та активне використання картки охорони праці дозволяє суттєво покращити стан безпеки на підприємствах молочної галузі.

Визначення ціни дослідження проводилося з урахуванням усіх складових витрат, включно з матеріалами, енергоносіями, оплатою праці, амортизацією та накладними витратами і становить 13055,29 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Шульга Н.М. Організація мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості // Молокопереробка. – 2010. – № 11. – С. 15–23.
2. Білоус Н.В. Проектування підприємств галузі: Курс лекцій для студентів спец. «Технологія зберігання, консервування та переробки молока» ден. та заоч. форм навчання. – К.: НУХТ, 2006. – 129 с.
3. Shah N. Approaches for shelf life extension of milk and milk products // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2024. Vol. 64, Issue 3. P. 1245–1264.
4. ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови
5. Пухляк А.Г., Осьмак Т.Г., Кузьмик У.Г. Проектування молокопереробних підприємств з основами САПР: Лаб. практикум для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання. – К.: НУХТ, 2019. – 111 с.
6. Ameer S. Preservation of milk and dairy products by using biopreservatives // Food Control. 2019. Vol. 98. P. 399–407.
7. ДСТУ 4273:2015 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови»
8. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. та ін. Технологія молочних продуктів: Підручник. – К.: НУХТ, 2013. – 502 с.
9. Sreeja V. Shelf-life extension of fermented milk products // Advances in Dairy Science, 2019. P. 215–233.
10. Ромоданова В.О., Скорченко Т.А., Костенко Т.П., Зубков В.Є. Технохімічний контроль підприємств молочної промисловості. – Луганськ: Елтон-2, 2002. – 325 с.
11. Patel R., Singh A. Advances in dairy product preservation // Food Chemistry. 2019. Vol. 278. P. 730–741.
12. Скорченко Т.А. Технологія молочних консервів: Підручник. – К.: НУХТ, 2007. – 232 с.

13. Johnson M. Thermal processing of milk and milk products // *Int. J. Food Sci. Technol.* 2018. Vol. 53, No. 2. P. 356–367.
14. Хоменко В.І. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології продуктів тваринництва / В.І. Хоменко, В.М. Ковбасенко, М.К. Оксамитний та ін. – К: Сільгоспосвіта, 1995. – 716 с.
15. Lee H., Park S. Microbiological safety and quality of dairy products // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2021. Vol. 20, No. 5. P. 4567–4590.
16. Касянчук, В., Бергілевич, О., Крижанівський, Я., & Кухтин, М. (2006). Організація ветеринарно-санітарного контролю виробництва молока коров'ячого на фермі відповідно до вимог СОТ. *Ветеринарна медицина України*, 7, 38-40.
17. Zhang Y., Chen X. Innovative technologies for dairy preservation // *Trends Food Sci. Technol.* 2020. Vol. 99. P. 123–134.
18. Martin P. Role of packaging in dairy shelf life // *J. Food Eng.* 2019. Vol. 245. P. 56–67.
19. Петришин Б. І. Вплив природного консерванту нізину на термін зберігання кисломолочного сиру : тез. доп. Всеукр. наук.-практ. конф., Тернопіль, 2024. 12 с.
20. Williams J., Green D. Use of natural preservatives in milk products // *Food Control.* 2021. Vol. 121. Article 107603.
21. Технологія молочних виробів: методичні матеріали / ПНУ ім. В. Стефаника. Івано-Франківськ, 2021. 48 с.
22. Thompson K., Evans J. Ultrasonic and high pressure processing to extend dairy shelf life // *LWT-Food Sci. Technol.* 2019. Vol. 112. Article 108243.
23. Наговська В.О. Молочні консерви: технологія та обладнання. Навчальний посібник для закладів вищої освіти. // В.О. Наговська, Ю.Р. Гачак, Н.Б. Сливка Н.Б., О.Р. Михайлицька. – Львів, 2021. – 360 с.
24. Касянчук В.В. Ветеринарно-санітарна експертиза. Підручник. / В.В. Касянчук, П.В. Микитюк, Л.В. Олійник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 480 с.
25. Рудавська Г.Б. Молочні та яєчні товари / Г.Б. Рудавська, Є.В. Тищенко. – К.: Книга, 2004. – 392 с.

26. Скорченко Т.А. Технологія молочних консервів: навч. посіб. / Т.А. Скорченко. – К.: НУХТ, 2007. – 232 с.
27. Скорченко Т.А. Сучасні тенденції виробництва молочних консервів / Т.А. Скорченко // Молочное дело. – 2006. – № 4. – С. 23–25.
28. Флауменбаум Б.Л. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.
29. Соломон А. М. Напрями створення комбінованих продуктів у сироробстві //Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2024. Вип. 6. С. 214-221. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.6.24>. – 2024.
30. Радзієвська, І. Г. Комбіновані жирові продукти: дослідження споживчих властивостей при використанні для виготовлення кондитерських виробів / І. Г. Радзієвська // Продукти & Ингредиенти. 2012. № 2 (88). С. 30-31.
31. Бухтарева Е.Ф. Товарознавство харчових жирів, молока і молочних продуктів. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
32. Осейко М.І. Технологія рослинних олій / М.І. Осейко. - К: Варта, 2006. – 280 с.
33. Янова С.М. Хімія жирів. М.: Видавництво «НОРМА», 2002. С. 114- 115.
34. Пешук, Л. В. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини : навч. посіб. / Л. В. Пешук, Т. Т. Носенко. - К.: НУХТ, 2008. - 296 с.
35. Технологія жирів та жирозамінників: тексти лекцій (частина друга) для здобувачів вищої освіти за освітньою програмою «Харчові технології та інженерія» (освітній ступінь бакалавр) всіх форм навчання / Укл.: Гуменюк О.Л. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 92 с.
36. Кравців Р.Й. Технологія жирів: навч.посібн. / Р.Й. Кравців, М.З. Паска, І.М. Ощипок. – Львів, 2008. – 112 с.
37. Паска М.З. Технологія тваринних жирів: навч. посібн. / М.З. Паска - Львів: 2011. – 135 с.
38. Тимченко В.К. Технологія м'яких маргаринів. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2002. – 128 с.

39. Чумак О.П. Науково-практичні основи технології жирів та жирозамінників: Навчальний посібник / О.П. Чумак, Ф.Ф. Гладкий. – Харків: НТУ «ХП», вид-во «Курсор», 2015. – 185 с.

40. Гладкий Ф.Ф. Технологія модифікованих жирів / Ф.Ф. Гладкий, В.К. Тимченко, І.М. Демидов. – Харків: Підручник НТУ “ХП”, 2014. – 210 с.

41. Півень О. М. Технологія стабілізації харчових жирів щодо окиснювального псування //Автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Спеціальність. – 2007. – Т. 5. – №. 06.

42. Цихановська І. В. Дослідження впливу біологічно активної добавки на процеси окиснення ліпідів //Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2017. – №. 2. – С. 251-262.

43. Лозова Т. М., Решетило Л. І., Романюк Р. А. Сучасні наукові спрямування у дослідженнях зберігання жировмісних харчових продуктів //Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. – 2024. – №. 37. – С. 108-114.

44. Вибрані питання нутріціології: навч. посіб. / Л. Андріюк, О. Зав'ялова, С. Федяєва, В. Яцюк, С. Ломейко, Є. Глебова; Львів. нац. мед. ун-т ім. Данила Галицького. - Львів: Коло, 2015. - 118 с.

45. Оздоровче харчування: навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти, а також для працівників ресторанів і курортної сфери діяльності (дієтологів, гастроентерологів, терапевтів, працівників) та інших фахівців / П. О. Карпенко [та ін.] ; за заг. ред. П. О. Карпенка ; Київ. нац. торг.-екон. ун-т . - Київ : КНТЕУ, 2019. - 627 с.

46. Сучасні проблеми та тенденції з розвитку оздоровчого харчування, безпеки та якості продуктів : Колективна монографія / за ред. доктора с.-г. наук, проф. М. Я. Бомби. – Львів : Ліга Прес, 2013. - 264 с.

47. Демидова А. О. Науково-практичні основи раціональної технології очищення і захисту від псування рослинних жирів [Електронний ресурс] : дис. ... д-ра технічних наук: спец. 05.18.06 : галузь знань 18 / Анастасія Олександрівна Демидова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків, 2024. – 332 с.

48. Robert, C., Couédelo, L., Vaysse, C., Michalski, M.-C. (2019). Vegetable lecithins: a review of their compositional diversity, impact on lipid metabolism and potential in cardiometabolic disease prevention. *Biochimie*, 169, 121-132. doi:10.1016/j.biochi.2019.11.017.

49. Lamas, D.L., Crapiste, G.H., Constenla, D.T. (2014). Changes in quality and composition of sunflower oil during enzymatic degumming process. *LWT - Food Sci. Technol*, 58(1), 71–76. doi: 10.1016/j.lwt.2014.02.024

50. Adedi, E., Sahari, M.-A., Barzegar, M., Azizi, M.-H. (2015). Optimisation of soya bean oil bleaching by ultrasonic processing and investigate the physico-chemical properties of bleached soya bean oil. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(4), 857-63. doi: 10.1111/ijfs.12689

51. Weißhaar, R, Perz, R. (2010). Fatty acid esters of glycidol in refined fats and oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(2), 158-165. doi: 10.1002/ejlt.200900137

52. Сімонова М. Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія //Біологічні студії. – 2010. – Т. 4. – №. 2. – С. 159-170.

53. Соломон А. М., Козлов О. В. Антиоксидантні властивості молока та молочних продуктів //Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. – 2025. – №. 2. – С. 436-442.

54. Монастирська С., Волошанська С., Стецик Р. Антиоксидантна дія екстрактів окремих лікарських рослин //Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2016. – №. 73. – С. 409-412.

55. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Д.: НГУ, 2014. 271 с.

56. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.