МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЇ, БІОРЕСУРСІВ ТА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Спеціальність G13 «Харчові технології»

Допускається до захисту
Зав. кафедри харчових технологій
доцент_____Калініна Г.П.
«__11__»_____XI_____2026 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАВЛЕНОГО СИРУ

Виконала_____**КОПТІЛА М.І.**

Керівник, доцент_____**НАРІЖНИЙ С.А.**

Рецензент _____ доцент Бондаренко Л.В.

Біла Церква – 2026

ЗМІСТ

С.

Завдання на кваліфікаційну роботу здобувача

Декларація про дотримання академічної доброчесності

Анотація

Annotation

Відгук керівника

Вступ…… 8

РОЗДІЛ 1. Огляд літератури …… 10

1.1. Сучасний стан технології плавлених сирів…….. 10

1.2. Харчові волокна як функціональні інгредієнти молочних продуктів…… 12

1.3. Характеристика вівсяного харчового волокна та його технологічні властивості…… 15

2. **РОЗДІЛ 2. Методологія кваліфікаційної роботи** …… 19

3. **РОЗДІЛ 3. Розроблення удосконаленої технології пастоподібного плавленого сиру з харчовими волокнами……**…….. 21

3.1. Вимоги до сировини та матеріалів…… 21

3.2. Продуктовий розрахунок виробництва плавленого сиру з вівсяними волокнами…… 27

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення виробництва плавленого сиру…… 33

3.4. Технологія плавленого сиру з харчовими волокнами…….. 41

4 **РОЗДІЛ 4. Контроль безпечності та якості плавленого сиру, екологізація виробництва……** 47

5 **РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність удосконаленої технології виробництва плавленого сиру з харчовими волокнами……..** 56

Висновки……. 60

Пропозиції…… 61

Список використаної літератури…… 62

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Біолого-технологічний факультет
Спеціальність G13 «Харчові технології»

Затверджую
Гарант ОП «Харчові технології»
_____доцент Гребельник О.П.
7 жовтня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу

Копіла Марія Ігорівна
прізвище, ім'я та по батькові

Тема Аналіз та удосконалення технології плавленого сиру

Затверджено наказом ректора №____
Термін здачі здобувачем готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «___»_____20__р.
Перелік питань, що розробляються в роботі. _Вступ та актуальність за темою роботи. 1.Аналіз літератури. 2.Методологія кваліфікаційної роботи. 3.Обгрунтування та продуктовий розрахунок обраного асортименту харчових продуктів. 4.Вимоги до основної да допоміжної сировини, вимоги до безпечності та якості запроектованого продукту.5.Технологічнийрозрахунок.6.Підбіртехнологічного обладнання.7.Розроблення схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва. Застосування системи контролю НАССР.8. Економічна ефективність виробництва запроектованого харчового продукту. Висновки та пропозиції.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	жовтень-лютий 2025-2026 р.	виконано
Методологія роботи	березень 2026 р.	виконано
Технологічна частина	квітень-липень 2026 р.	виконано
Оформлення роботи	вересень 2026 р.	виконано
Перевірка на плагіат	жовтень 2026 р.	виконано
Подання на рецензування	жовтень 2026 р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	листопад 2026 р.	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доцент Нарінський С.А.
підпис *вчене звання, прізвище, ініціали*

Здобувач _____ _____
підпис *прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «7» жовтня 2025 р

БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДЕКЛАРАЦІЯ
про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Коршіла Марія Юріївна,
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

здобувач(ка) магістерського рівня вищої освіти за освітньою програмою _____,

підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми:

«Аналіз та удосконалення технології плавленого сиру»

виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

- роботу виконано особисто на основі власних розробок і суджень;
- у роботі належним чином зазначено авторство та джерела використаних текстів, ідей, даних, зображень та інших матеріалів;
- наведені результати дослідження, дані та висновки є достовірними;
- робота не містить свідомо сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації.

У процесі виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту, зокрема для оформлення та редагування тексту (ChatGPT), для перекладу тексту (Google Translate, ChatGPT). Відомості про це наведено в роботі згідно з вимогами законодавства та встановленими правилами академічної доброчесності.

Я усвідомлюю відповідальність за зміст кваліфікаційної роботи та дотримання вимог академічної доброчесності під час її підготовки.

Дата: 29.10.2026

Здобувач(ка) вищої освіти: _____
(підпис / кваліфікований електронний підпис)

АНОТАЦІЯ

Коптіла М.І. Аналіз та удосконалення технології плавленого сиру

Додавання до складу плавлених сирів харчових волокон розглядається як перспективний спосіб отримання продуктів з функціональними властивостями, здатних сприятливо впливати на здоров'я споживачів.

На основі аналізу літературних джерел було обґрунтовано розроблення технології плавленого сиру з вівсяними харчовими волокнами, що поліпшить технологічні та функціональні властивості продукту.

У роботі наведені та проаналізовані вимоги до основної молочної сировини та допоміжної сировини згідно нормативної документації.

Розроблена технологія плавленого сиру з масовою часткою жиру у сухій речовині 38 % за додавання до рецептури вівсяних харчових волокон Відповідно цьому розроблені технологічна та апаратурно-машинна схеми виробництва та підібрано необхідне технологічне обладнання для виробництва плавленого сиру.

Згідно вимог розроблена схема технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва плавленого сиру та визначені критично контрольні точки у процесі виробництва за системою контролю НАССР. Економічно обґрунтовано виробництво плавленого сиру з харчовими волокнами.

Кваліфікаційна робота містить 66 сторінок, 28 таблиць, 3 рисунки, список використаних джерел із 52 найменувань.

Ключові слова: плавлений сир, вівсяні харчові волокна, котел-плавитель, НАССР, критично контрольні точки.

ABSTRACT

Koptila M.I. Analysis and Improvement of Processed Cheese Technology

The incorporation of dietary fibers into processed cheese is considered a promising method for creating products with functional properties that can positively influence consumer health.

Based on a review of the literature, the development of a technology for producing processed cheese with oat-based dietary fibers—which enhances both the technological and functional properties of the product—has been substantiated.

The study presents and analyzes the requirements for primary dairy raw materials and auxiliary ingredients, in accordance with regulatory documentation.

A technology has been developed for processed cheese with a fat content of 38% in the dry matter, incorporating oat-based dietary fibers into the formulation. Consequently, the production process flow and equipment layout have been designed, and the necessary technological equipment for manufacturing the processed cheese has been selected.

In compliance with established requirements, a scheme for the techno-chemical and microbiological control of the processed cheese production process has been developed, and critical control points (CCPs) have been identified in accordance with the HACCP system. The economic feasibility of producing processed cheese with dietary fibers has been demonstrated.

This qualification thesis consists of 57 pages, 11 tables, 3 figures, and a bibliography containing 41 sources.

Keywords: processed cheese, oat-based dietary fibers, melting kettle, HACCP, critical control points.

ВСТУП

Нині в молочній промисловості широкого розвитку набуває напрям, пов’язаний зі створенням і виробництвом продуктів функціонального призначення. Формування асортименту молочної групи товарів з якісно новим підходом, які здатні задовольнити фізіологічні потреби людини в життєво необхідних нутрієнтах, є важливим фактором у забезпеченні організації повноцінного харчування населення. Відмінною базою для отримання продуктів харчування з функціональними властивостями є плавлений сир. Одним із напрямів підвищення харчової та біологічної цінності плавлених сирів є використання в рецептурі білковмісної молочної сировини, якою є підсирна сироватка або знежирене молоко [1, 2].

Плавлений сир – це корисний молочний продукт, який виготовляють шляхом подрібнення, змішування та плавлення натуральних сирів і додавання різноманітних інгредієнтів. В даний час частка плавлених сирів у світовому сироварінні становить 10–15 % [25].

Плавлені сири містять вітаміни А, D та Е, також кальцій, фосфорні сполуки та жирні поліненасичені кислоти, які вкрай необхідні для нормальної життєдіяльності організму людини. У плавленому сирі міститься значна частка повноцінного білка – казеїну. Проте плавлені сири завдяки вмісту в них великої кількості жирів відносяться до висококалорійних продуктів [24, 25, 34].

Пастоподібні плавлені сири характеризуються ніжною, однорідною консистенцією та придатністю до намазування. Їх виробництво дає змогу поєднувати різні види молочної сировини й додаткових інгредієнтів, формуючи задані органолептичні та фізико-хімічні властивості готового продукту.

Поряд з високою харчовою цінністю плавлені сири відрізняються низьким вмістом біологічно активних речовин і зниженими термінами зберігання. Асортимент плавлених сирів з високим вмістом біологічно активних речовин в Україні обмежений. У зв’язку з цим актуальним є пошук

технологічних прийомів, які б дозволили розробляти рецептури з додаванням рослинних добавок, зокрема харчових волокон [12, 16, 19, 20, 21].

Одним із напрямів удосконалення технології пастоподібних плавлених сирів є використання харчових волокон. Традиційна молочна сировина практично не містить цих компонентів, тому їх внесення дозволяє розширити склад продукту. Водночас харчові волокна можуть виконувати технологічні функції, зокрема зв'язувати воду, впливати на в'язкість сирної маси, її структуроутворення та стійкість до виділення вологи. Вираженість цих властивостей залежить від походження волокон, їхнього складу, дисперсності, дозування й умов внесення [42].

Для виробництва пастоподібного плавленого сиру перспективним є застосування вівсяних харчових волокон. Їх використання потребує обґрунтування рецептурного складу та способу підготовки, оскільки надмірна кількість або недостатнє диспергування можуть спричиняти відчуття грудочок, підвищену щільність чи неоднорідність консистенції. Важливими умовами одержання продукту належної якості є рівномірний розподіл волокон у сирній суміші, узгодження кількості рецептурної води з їхньою водопоглинальною здатністю та дотримання раціональних режимів плавлення [28, 32].

Отже, розроблення пастоподібного плавленого сиру з харчовими волокнами, що поєднує прийнятні споживні властивості з технологічною придатністю до промислового виробництва, є актуальним напрямком. Удосконалення технології передбачає комплексне оцінювання впливу харчових волокон на якість продукту, обґрунтування послідовності технологічних операцій, підбір обладнання та визначення економічної доцільності запропонованих рішень.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасний стан технології плавлених сирів

Плавлені сири належать до багатокомпонентних молочних продуктів, технологія яких передбачає використання натуральних сирів, молочної сировини, молочного жиру, води, солей-плавителів та, залежно від рецептури, інших харчових інгредієнтів [36].

Основною технологічною особливістю плавлених сирів є формування під час теплової обробки стабільної білково-жирової емульсії з однорідною структурою та заданими властивостями. Сучасний плавлений сир розглядають як складну дисперсну систему, у якій казеїнова білкова матриця забезпечує емульгування жиру, зв'язування води та формування структурно-механічних властивостей готового продукту [27, 28].

Сучасні технології виробництва плавлених сирів [16, 31] спрямовані не тільки на забезпечення стабільності традиційного продукту, але й на створення продуктів із регульованим складом, зниженою енергетичною цінністю, підвищеним умістом білка, харчових волокон, біологічно активних речовин та продуктів спеціального призначення. Значну увагу приділяють також зниженню вмісту натрію, оптимізації кількості емульгуючих солей, використанню рослинних компонентів та розробленню продуктів для споживачів із харчовими обмеженнями.

Формування структури плавленого сиру значною мірою визначається взаємодією білків, жирової фази, води та емульгуючих солей. Емульгуючі солі сприяють переходу частини казеїну у більш функціональний стан, полегшують його гідратацію та забезпечують стабілізацію жирових частинок у водній фазі. Сучасні дослідження підтверджують [2,], що тип і співвідношення фосфатних та цитратних емульгуючих солей істотно впливають на реологічні, текстурні, термічні та сенсорні характеристики плавленого сиру [6, 7]. Зокрема, склад суміші емульгуючих солей визначає ступінь зв'язування води, характер білкової матриці, консистенцію та стабільність емульсії [8, 9].

Технологічний процес виробництва плавленого сиру традиційно включає підготовку та сортування сирної сировини, подрібнення, складання рецептурної суміші, внесення солей-плавителів та інших компонентів, плавлення, гомогенізацію, фасування й охолодження. Кожна з цих операцій впливає на кінцеві властивості продукту. Особливого значення набувають температура плавлення, тривалість теплової обробки, інтенсивність перемішування, швидкість охолодження, співвідношення жиру та сухих речовин, а також склад білкової фази [2].

У процесі плавлення відбувається інтенсивна перебудова сирної маси. Під дією тепла та механічного перемішування емульгуючі солі взаємодіють із казеїном, сприяючи дисоціації кальцієвих містків і переходу білка у більш гідратований стан. Одночасно відбувається диспергування жирової фази та її стабілізація білками. Формування нової білкового вмісту після завершення процесу плавлення визначає консистенцію, пластичність, намазуваність та інші функціональні властивості продукту [10, 11, 15].

Важливим напрямом сучасних досліджень є зменшення кількості традиційних емульгуючих солей або пошук альтернативних підходів до стабілізації плавленої емульсії. Причиною цього є необхідність оптимізації мінерального складу продуктів та тенденція до зниження споживання натрію. Дослідження останніх років показують, що тип емульгуючої солі може змінювати зв'язування води, текстуру та реологічні характеристики плавленого сиру. Зокрема, показано перспективність калієвих солей як альтернативи частині натрієвих систем, хоча їх використання потребує оптимізації рецептури та оцінки сенсорних властивостей [15].

Важливим технологічним показником плавленого сиру є співвідношення між сухими речовинами та водою. Підвищення вмісту води може знижувати твердість продукту, але надлишкова волога здатна призводити до нестабільності структури, виділення сироватки або вільної вологи. Водночас недостатній уміст води може спричиняти надмірну твердість

та погіршувати намазуваність. Тому регулювання водної фази є одним із центральних завдань удосконалення технології [13, 14].

Використання додаткових структуроутворювальних компонентів відкриває можливість регулювання властивостей плавленого сиру без істотного збільшення кількості молочної сировини. У сучасних рецептурах використовують гідроколоїди, білкові концентрати, харчові волокна, крохмалі, рослинні компоненти та інші інгредієнти. Їх технологічна дія може бути пов'язана з підвищенням вологоутримувальної здатності, регулюванням в'язкості, стабілізацією емульсії та зміною текстури [23, 27, 33].

Таким чином, сучасна технологія плавлених сирів характеризується переходом від традиційного продукту до багатофункціональної харчової системи з регульованим складом. Перспективним є використання натуральних функціональних компонентів, які одночасно можуть підвищувати харчову цінність та виконувати технологічну функцію. У цьому аспекті особливий інтерес становлять харчові волокна рослинного походження.

1.2. Харчові волокна як функціональні інгредієнти молочних продуктів

Харчові волокна сьогодні посідають важливе місце у створенні функціональних харчових продукти, які не лише задовольняють потреби організму в енергії, але позитивно впливають на здоров'я людини. Харчові волокна являють собою групу компонентів рослинного та іншого походження, які характеризуються стійкістю до повного перетравлення у верхніх відділах травного тракту. Вони можуть бути представлені розчинними та нерозчинними фракціями, причому співвідношення цих компонентів визначає їх фізіологічні та технологічні властивості [1, 3, 4].

Під терміном харчові волокна розуміють рослинні полісахариди та лігнін, який не піддаються гідролізу ферментами травного тракту людині. Це означає, що вони ні розщеплюються і ні засвоюються у шлунково – кишковому тракти, проте виконують низько важливих фізіологічних функцій [4, 5, 27].

Однією з основних властивостей харчових волокон є їх здатність адсорбувати значну кількість жовчних кислот, токсичних метаболітів та надлишкових електролітів, завдяки чому волокна сприяють виведенню шкідливих речовин із організму [27].

Використання харчових волокон у технології харчових продукти дає можливість покращити їхню біологічну цінність і водночас впливати на технологічні властивості сировини – зокрема, консистенцію, вологозв'язувальну здатність, термостійкість і термін зберігання. Саме тому волокна активно застосовується у розробники нових фізіологічно функціональних продуктів, які мають не тільки поживну, а й профілактичну дію [35].

До найбільш поширених харчових волокон належать целюлоза, геміцелюлози, пектини, β-глюкани, резистентний крохмаль та інші полімерні компоненти. Їх фізико-хімічні властивості суттєво відрізняються. Особливо важливими для харчових технологій є вологоутримувальна, набухаюча, жирозв'язувальна та гелеутворювальна здатності. Узагальнені дані щодо харчових волокон свідчать про значний діапазон їх водо- та жирозв'язувальної здатності залежно від джерела, структури й способу отримання [6].

У молочній промисловості харчові волокна розглядають як багатофункціональні інгредієнти. Їх використання може бути спрямоване на підвищення харчової цінності продукту, регулювання енергетичної цінності, поліпшення консистенції, зниження синерезису та стабілізацію водної фази.

Особливо перспективним є використання волокон у продуктах із низьким вмістом жиру. При зниженні жирової фази традиційна структура молочного продукту змінюється, тому для компенсації втрати структуроутворювального ефекту жиру можуть використовуватися гідроколоїди та харчові волокна. У такому випадку волокна виконують не тільки фізіологічну, але й технологічну функцію.

Важливою характеристикою волокон є їх здатність зв'язувати воду. Водоутримувальна здатність визначає кількість води, яка може бути утримана

матрицею волокна без її вільного виділення. Для молочних продуктів ця властивість має принципове значення, оскільки співвідношення зв'язаної та вільної води безпосередньо пов'язане з консистенцією, синерезисом і стабільністю продукту.

Використання харчових волокон також може впливати на реологічні характеристики молочних систем. Залежно від концентрації, молекулярної маси та типу волокна може збільшуватися в'язкість, змінюватися характер течії та формуватися більш стабільна структура.

У технології йогуртів досліджено застосування різних волокон, зокрема інуліну, пшеничного та бамбукового волокна. Показано, що введення харчових волокон може змінювати реологічні властивості продукту, не обов'язково погіршуючи його сенсорну прийнятність [7]. Це свідчить про можливість використання волокон як інструменту регулювання структури молочних продуктів.

Водночас вплив харчового волокна не можна розглядати ізольовано від його походження та способу виробництва. Розмір частинок, ступінь подрібнення, співвідношення розчинної та нерозчинної фракцій, поверхнева структура та хімічний склад можуть істотно змінювати його функціональність. Сучасні дослідження рослинних клітинних стінок показують, що технологічна обробка може суттєво модифікувати функціональні властивості харчових волокон [8].

Отже, при виборі волокна для плавленого сиру необхідно враховувати не лише його загальний вміст харчових волокон, але й конкретні функціонально-технологічні характеристики.

1.3. Характеристика вівсяного харчового волокна та його технологічні властивості

Овес (*Avena sativa*) є перспективною зерновою культурою для отримання функціональних харчових інгредієнтів. Його харчова цінність

пов'язана з наявністю складних вуглеводів, білка, ліпідів, харчових волокон, фенольних сполук та інших біологічно активних компонентів. Особливу увагу привертають β-глюкани, які є характерною фракцією вівсяного зерна [9].

Вівсяне харчове волокно отримують у результаті технологічного фракціонування зерна та концентрування його волокнистих компонентів. Залежно від технології виробництва кінцевий інгредієнт може містити різне співвідношення нерозчинної клітковини, β-глюканів, білкових і мінеральних компонентів. Тому поняття «вівсяне волокно» охоплює групу інгредієнтів із різними властивостями [16, 23, 27].

Важливим компонентом вівсяного волокна є β-глюкан – розчинний полісахарид, що має не тільки фізіологічне, а й технологічне значення. Узагальнення досліджень його використання в молочних продуктах показало, що вівсяні та ячмінні β-глюкани можуть сприяти гелеутворенню, підвищенню вологоутримувальної здатності, збільшенню виходу, формуванню текстури та зміні сенсорних властивостей молочних продуктів [11].

Технологічна дія вівсяного волокна залежить від співвідношення його фракцій. Розчинна фракція, насамперед β-глюкани, може збільшувати в'язкість водної фази та сприяти формуванню більш структурованої системи. Нерозчинна фракція здатна поглинати та утримувати воду, збільшувати об'єм твердої фази та впливати на механічні властивості продукту.

Важливе значення має також розмір частинок. Зменшення розміру частинок зазвичай збільшує площу контакту з водною фазою та може сприяти швидшій гідратації. Однак надмірне подрібнення може змінювати характер взаємодії волокна з білками та жирами, тому оптимальна дисперсність повинна встановлюватися експериментально [12].

Вівсяні компоненти характеризуються також здатністю впливати на реологічні властивості харчових систем. Дослідження β-глюкану у йогурті показало, що його внесення змінює мікроструктуру та реологічну поведінку продукту. При концентрації β-глюкану до 0,3 % було зафіксовано поступове

підвищення вологоутримувальної здатності й зміни структурних характеристик [12].

Подальші дослідження [12, 15] показують, що вплив β-глюкану залежить не лише від його концентрації, але й від молекулярної маси. У сучасній роботі з йогуртом встановлено, що β-глюкани різної молекулярної маси по-різному впливають на твердість, в'язкість, сенсорні властивості та процеси ферментації.

Автори визначили 1,0 % як перспективну концентрацію для досліджуваної системи, водночас різні фракції β-глюкану забезпечували різні технологічні ефекти [38]. Це підтверджує необхідність характеристики конкретного комерційного інгредієнта перед його застосуванням у новому продукті.

Овес містить також фенольні сполуки, зокрема авенантраміди, які мають антиоксидантний потенціал. Наявність таких компонентів може підвищувати функціональну цінність продуктів із використанням вівсяної сировини. Огляд сучасних досліджень вівса наголошує на важливості β-глюканів, білків, фенольних сполук та інших компонентів у формуванні харчової та функціональної цінності продуктів [9; 10].

Разом із тим використання вівсяних компонентів має певні технологічні обмеження. Високий уміст ліпідів у зерні та активність ліполітичних ферментів можуть сприяти утворенню небажаних смакових відтінків під час зберігання. Сучасні огляди технологій перероблення вівса відзначають необхідність контролю ферментативних процесів і застосування відповідних методів стабілізації сировини [1, 3].

Для використання вівсяного харчового волокна у плавленому сирі особливо важливими є такі характеристики: масова частка загальних харчових волокон; співвідношення розчинної та нерозчинної фракцій; уміст β-глюкану; вологоутримувальна здатність; жирозв'язувальна здатність; здатність до набухання; розмір частинок; колір; смак і запах; мікробіологічна чистота; стабільність під час зберігання.

Волокна можуть зв'язувати частину вільної води та переводити її у менш рухомий стан. Це потенційно зменшує ризик виділення вологи під час зберігання. Для плавленого сиру це особливо важливо, оскільки виділення води негативно впливає на зовнішній вигляд та консистенцію продукту.

Вівсяні β-глюкани можуть підвищувати в'язкість водної фази. Нерозчинна фракція волокна додатково створює дисперсну тверду фазу. Внаслідок цього може підвищуватися структурна міцність продукту. Однак оптимальна консистенція плавленого сиру повинна поєднувати достатню міцність із пластичністю та намазуваністю. Тому збільшення твердості не може бути єдиним критерієм ефективності добавки [52].

Плавкість є одним із основних показників якості плавленого сиру. Вона характеризує здатність продукту переходити у пластичний стан під дією тепла. Надмірне зв'язування води волокном потенційно може обмежувати рухливість компонентів і підвищувати температуру розм'якшення. Тому при розробленні рецептури необхідно визначити таку концентрацію вівсяного волокна, за якої покращуються водоутримання та стабільність, але не погіршується плавкість.

Вівсяне волокно може впливати на колір, запах, смак і консистенцію продукту. Низькі концентрації можуть не спричиняти істотних змін, тоді як високі можуть формувати характерний зерновий присмак або збільшувати відчуття сухості [51].

Використання вівсяного волокна дозволяє підвищити вміст харчових волокон у плавленому сирі. Це є важливою перевагою, оскільки традиційний сир переважно є джерелом високоякісного білка, жиру, кальцію та інших мінеральних речовин, але не є значущим джерелом харчових волокон.

Отже, вівсяне харчове волокно є не просто джерелом клітковини, а багатофункціональним технологічним інгредієнтом. Його здатність регулювати водну фазу, в'язкість і структуру робить його перспективним для використання у виробництві молочних продуктів.

Таким чином, плавлений сир є складною багатокомпонентною молочною системою, властивості якої визначаються взаємодією білків, жиру,

води, емульгуючих солей та інших рецептурних компонентів. Склад емульгуючих солей, температура і тривалість плавлення, інтенсивність перемішування та умови охолодження істотно впливають на структуру і якість готового продукту.

Харчові волокна є перспективними функціональними інгредієнтами молочних продуктів завдяки здатності зв'язувати воду, впливати на в'язкість, структуру, текстуру та харчову цінність продуктів.

Вівсяне харчове волокно містить комплекс розчинних і нерозчинних компонентів, серед яких особливе значення мають β-глюкани. Його технологічні властивості визначаються хімічним складом, співвідношенням фракцій, молекулярною масою β-глюкану, розміром частинок та способом отримання.

Дослідження молочних продуктів свідчать про здатність вівсяних β-глюканів впливати на вологоутримання, в'язкість, текстуру та мікроструктуру продуктів. Водночас технологічний ефект залежить від концентрації та властивостей конкретного інгредієнта. Для плавленого сиру вівсяне волокно може бути перспективним компонентом, здатним одночасно підвищувати вміст харчових волокон та регулювати водну фазу, консистенцію й структурно-механічні властивості продукту.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології плавленого сиру пастоподібного з додаванням харчових волокон.

Задача роботи – організувати виробництво 1000 кг плавленого сиру пастоподібного з масовою часткою жиру 38 % за використання вівсяних харчових волокон та впровадження у виробництво плавильного апарата STEPHAN UM 200.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

– проаналізувати сучасні технології пастоподібних плавлених сирів і досвід використання харчових волокон у молочних продуктах;

–охарактеризувати молочну сировину та вівсяні харчові волокна, обґрунтувати їх вибір для розроблення рецептури;

–розробити рецептуру й удосконалену технологічну схему виробництва пастоподібного плавленого сиру;

–виконати продуктові розрахунки та підібрати технологічне обладнання відповідно до проєктної продуктивності;

–визначити заходи забезпечення якості й безпечності продукту на основі принципів HACCP;

–обґрунтувати заходи екологізації виробництва та раціонального використання ресурсів;

–оцінити економічну ефективність упровадження удосконаленої технології.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва пастоподібного плавленого сиру з харчовими волокнами.

Предмет дослідження – рецептурний склад, способи підготовки та внесення вівсяних харчових волокон, технологічні параметри виробництва та показники якості пастоподібного плавленого сиру.

Таблиця 2.1

Схема удосконалення технології плавленого сиру х харчовими волокнами

Елемент технології	Прийняте рішення
Оптимізація складу	Додавання до сирної маси вівсяних харчових волокон (порошок) в кількості 1,0 кг на 100 кг готового продукту з вмістом клітковини 99,5 %
Обладнання	Впровадження котла-плавителя з подрібнюючими робочими органами
Технологічні параметри	Плавлення сирної суміші - t=80–95 ºС; 15–20 хв
Технологічна схема (перелік технологічних операцій)	Підбір та підготовка сировини→складання суміші→подрібнення у котлі-плавителі→дозрівання сирної маси→плавлення сирної суміші→фасування→охолодження для пакування→пакування та маркування→зберігання

Вимоги до сировини та готового продукту характеризували згідно нормативно-технічної документації: ДСТУ 6003:2008 «Сири тверді. Загальні технічні умови» [48], ДСТУ 4554:2006 «Сири кисломолочні. Технічні умови» [52], ДСТУ 4273:2015 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови» [47] ДСТУ 7519:2014 «Вершки питні. Технічні умови» [49].

Продуктовий розрахунок проводився згідно технологічних інструкцій та норм витрат сировини для виробництва твердих сирів, де масова частка жиру сирної суміші складає 38 % та показників для розрахунку норм витрат суміші на 1 т плавленого сиру [39].

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСТОПОДІБНОГО ПЛАВЛЕНОГО СИРУ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

3.1. Вимоги до сировини та матеріалів

Основною сировиною для виробництва плавлених сирів є тверді сичужні кондиційні сири. Також використовують кисломолочний сир жирний та знежирений, застосування якого як основної сировини при виробленні плавлених сирів є дуже перспективним в умовах дефіциту молочної сировини.

Для виготовлення плавлених сирів нового асортименту широко застосовують продукти, які виробляють з вторинних молочних ресурсів (маслянки, сироватки, знежиреного молока). Це дає змогу підвищити рентабельність виробництва плавлених сирів і поліпшити їх якість.

Для виробництва плавленого сиру передбачено використання молочної сировини (табл. 3.2):

–твердий сичужний сир з масовою часткою сухих речовин 58 % і масовою часткою жиру в сухій речовині 50 %;

–сир кисломолочний з масовою часткою жиру 5 %;

–сухе знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин 93 %;

–вершки з масовою часткою сухих речовин 41,1 % і масовою часткою жиру 35 %;

–суміш солей-плавителів з масовою часткою сухих речовин 20 %;

–вівсяні харчові волокна в кількості 1,0 кг на 100 кг готового продукту з вмістом клітковини 99,5 %;

–вода питна.

Таблиця 3.2

Нормативні документи на сировину

Вид сировини	Нормативний документ
Твердий сичужний сир	ДСТУ 6003:2008 «Сири тверді. Загальні технічні умови»
Сир кисломолочний	ДСТУ 4554:2006 «Сири кисломолочні. Технічні умови»

продовження таблиця 3.2	
Вид сировини	Нормативний документ
Сухе знежирене молоко	ДСТУ 4273:2015 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови»
Вершки	ДСТУ 7519:2014 «Вершки питні. Технічні умови»
Солі-плавителі	Нормативні вимоги законодавства України до харчових добавок
Вівсяні харчові волокна	Специфікація/ТУ виробника; загальні вимоги законодавства України до харчових продуктів та їх безпечності
Вода питна	ДСанПіН 2.2.4-171-10; ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»

Примітка: сформовано на основі нормативних документів

Для виробництва плавленого сиру найкраще підходять сири середнього ступеня зрілості. Повністю молоді сири містять забагато нерозчинного казеїну та мають підвищену пружність, тоді як перезрілі – занадто зруйновану білкову структуру. Якщо використовують сири різного віку, їх змішують у такій пропорції, щоб загальна суміш відповідала технологічним нормам.

Оптимальне значення pH сирної сировини має знаходитися в межах від 5,3 до 5,7. Відхилення pH у бік вищої чи нижчої кислотності порушує процес плавлення та структуру готового продукту.

За органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками тверді сичужні сири повинні відповідати вимогам, що наведені у таблицях 3.3, 3.4, 3.5.

Таблиця 3.3

Органолептичні показники твердих сичужних сирів згідно ДСТУ 6003:2008 «Сири тверді. Загальні технічні умови»

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, рівна, без механічних ушкоджень, сторонніх нашарувань і товстого поверхневого шару, покрита захисним покривом, який щільно
Смак і запах	Специфічний сирний, без сторонніх присмаків та запахів

продовження таблиці 3.3

Назва показника	Характеристика
Консистенція	Тісто пластичне, ніжне однорідне, злегка крихке
Рисунок на розрізі	Вічка круглої, овальної чи довільної форми
Колір	Однорідний за всією масою, від білого до жовтого
Форма головки сиру	Бруски, циліндри, сфери тощо

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники твердих сичужних сирів згідно ДСТУ 6003:2008 «Сири тверді. Загальні технічні умови»

Назва показника	Норма
Масова частка жиру в сухій речовині, % не менше ніж	40
Масова частка вологи, % не більше ніж	47
Масова частка кухонної солі, %, не більше ніж	3
Показник твердості, %	Від 51 до 60
Масова частка β – каротину, мг/кг (у перерахунку на каротин)	6
Масова частка екстракту аннато, мг/кг, не більше ніж	15

Таблиця 3.5

Мікробіологічні показники твердих сичужних сирів

Назва показника	Допустимий рівень
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в	Не дозволено
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Salmonella, в	Не дозволено
Staphylococcus aureus, КУО в , не більше ніж	$5\text{-}\ 10^2$

Таблиця 3.6

Гранично допустимі рівні вмісту мікотоксинів, антибіотиків і пестицидів

Назва показника	Допустимий рівень, не більше
Мікотоксини, мг/кг	Не дозволено (< 0,001) < 0,0005
Антибіотики, од/г: тетрациклінової групи пеніцилін стрептоміцин	<0,01 <0,01 <0,5
Пестициди, од/г: гексахлоран ГХЦГ(гамма-ізомер) ДДТ та його метаболітів залишкові кількості інших пестицидів	1,25 1,25 1,0 Не дозволено

Якість та безпечність сухого знежиреного молока оцінюють згідно ДСТУ 4273:2015 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови», що поширюється на сухе молоко та вершки, які виробляють з пастеризованого коров'ячого молока або вершків шляхом згущування і сушіння (зокрема для безпосереднього вживання та промислової переробки).

Сухе знежирене молоко (СЗМ): має знижену масову частку жиру (зазвичай до 1,5 %) та високий вміст молочного білка (близько 30–32 %) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Фізико-хімічні показники сухого знежиреного молока

Назва показника	Норма для розпилювального сушіння	Норма для плівкового сушіння
Масова частка жиру, %, не більше	1,5	1,5
Масова частка вологи, %, не більше	4,0	5,0
Масова частка білка, %, не менше	32,0	–

продовження таблиці 3.7		
Назва показника	Норма для розпилювального сушіння	Норма для плівкового сушіння
Масова частка лактози, %, не менше	50,0	–
Індекс розчинності, см³ сирого осаду, не більше	0,2	0,4
Титрована кислотність, °Т, не більше	20,0	21,0
Група чистоти, не нижче	I	II

Сир кисломолочний за органолептичними та фізико-хімічними показниками (табл. 3.8, 3.9) повинний відповідати вимогам ДСТУ 4554:2006 «Сири кисломолочний. Технічні умови»

Таблиця 3.8

Органолептичні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Характеристика
Консистенція та зовнішній вигляд	М'яка, мазка або розсипчаста. Дозволено незначну крупинчастість та незначне виділення сироватки
Смак та запах	Характерний кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів
Колір	Білий або з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою

Таблиця 3.9

Фізико-хімічні показники кисломолочного сиру

Назва показника	Норма
Масова частка жиру, %	Понад 2 до 18
Масова частка білка, %, не менше ніж	14
Масова частка вологи, %	Від 65 до 80
Кислотність титрована, °Т, в межах	Від 170 до 250
Фосфатаза	Не дозволено
Температура під час випуску з підприємства-виробника, °С, не вище	4±2

У виробництві плавлених сирів використовують вершки питні, які повинні відповідати вимогам ДСТУ 7519:2014 «Вершки питні. Технічні умови» (табл. 3.10, 3.11).

Таблиця 3.10

Органолептичні показники вершків питних

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна маса з глянсуватою поверхнею.
Смак і запах	Чистий, з присмаком і ароматом властивим пастеризованому продукту, без сторонніх присмаків і запахів
Колір	Білий з кремовим відтінком, рівномірний за всією масою

Таблиця 3.11

Фізико-хімічні показники вершків питних

Назва показника	Норма
Масова частка жиру, %	Від 8 до 35
Кислотність титрована, °Т	Не більше 19
Фосфатаза	Відсутня
Температура під час випуску з підприємства-виробника, °С, не вище	4±2

Для пастоподібних плавлених сирів використовують солі-плавителі – суміші цитратів та фосфатів (пірофосфати, триполіфосфати). Дозування та марка солі підбираються залежно від активної кислотності (pH) та ступеня зрілості вихідної сировини (сичужних сирів чи кисломолочного сиру). Активна кислотність основних розчинів коливається від 3,5 до 10.

3.2. Продуктовий розрахунок виробництва плавленого сиру з вівсяними волокнами

Метою розрахунку є одержання 100 кг безлактозного плавленого сиру з масовою часткою жиру в сухій речовині 38 %, збагаченого 1,0 % вівсяних харчових волокон, що містять 99,5 % клітковини.

Кількість безлактозних вершків необхідно визначити розрахунковим методом за балансом жиру і сухих речовин таким чином, щоб масова частка жиру в сухій речовині готового плавленого сиру становила 38,0 %. Кількість питної води визначити за загальним матеріальним балансом рецептури до отримання 100 кг готового продукту.

Розрахунок виконуємо на 100 кг готового безлактозного плавленого сиру. Задана масова частка жиру в сухій речовині: $Ж_{ср}$ 38 % = 0,38.

Вівсяні харчові волокна вводимо у кількості 1,0 кг на 100 кг суміші, вміст клітковини у них складає 99,5 %.

Тоді:

$$ССР_{вхв} = 1{,}0 \text{ х } \frac{99{,}5}{100} = 0{,}995 \text{ кг}$$

Вміст вологи:

$$В_{вхв} = 1{,}0 – 0{,}995 = 0{,}005 \text{ кг}$$

Таблиця 3.12

Рецептура на 100 кг готового продукту

Компонент	Маса, кг	СР, %	Сухі речовини, кг	Жир у сировині, %	Жир, кг
1	2	3	4	5	6
Твердий сичужний сир, СР - 58 %, м.ч. жиру у СР - 50 %	58,290	58,0	13,172	29,00	6,586
Кисломолочний сир, СР - 25 %, м.ч. жиру – 5%	15,140	55,0	8,327	24,75	3,747

продовження таблиці 3.12

1	2	3	4	5	6
Сухе знежирене молоко, СР -93 %	10,000	93,0	9,300	—*	—*
Вершки, м.ч. жиру - 35 %	3,382	41,1	1,390	35,00	1,184
Суміш солей-плавителів, СР - 20 %	3,970	20,0	0,794	—	—
Вівсяні харчові волокна	1,000	99,5	0,995	—	—
Вода питна	8,218	—	—	—	—
Разом	100,000	—	53,903	—	20,483

Примітка: розроблено на основі рецептури на виробництво плавленого сиру згідно [23, 39].

Розрахунок сухих речовин окремих компонентів.

Загальна формула:

$$М_{СР} = М_{пр} \text{ х } \frac{СРпр}{100}$$

$М_{СР}$ – кількість сухих речовин, кг;

$М_{пр}$ – маса продукту, кг;

$СР_{пр.}$ – суха речовина продукту, %.

Твердий сичужний сир:

$$СР_{тв.с.сир} = 58,290 \text{ х } 0,58 = 33,808 \text{ кг}$$

Жирність цього сиру в натуральній масі складає:

$$Ж_{тв.с.сиру} = 58 \text{ х } \frac{50}{100} = 29,0 \text{ %}$$

Кількість жиру:

$$М_{ж} = 58,29 \text{ х } 0,29 = 16,904 \text{ кг}$$

Сир кисломолочний:

$$СР_{км} = 15,14 \text{ х } 0,05 = 0,75 \text{ кг}$$

Жирність у натуральній масі:

$$Ж = 5 \text{ х } 0,45 = 2,25 \text{ %}$$

$$М_{ж} = 15,14 \text{ х } 0,2475 = 3,7472 \text{ кг}$$

Сухе знежирене молоко:

$$СР_{знм} = 10,00 \text{ х } 0,93 = 9,3 \text{ кг}$$

Солі-плавителі:

$$СР_{сп} = 3,97 \text{ х } 0,20 = 0,794 \text{ кг}$$

Вівсяні харчові волокна:

$$СР_{вхв} = 1,00 \text{ х } 0,995 = 0,995 \text{ кг}$$

$$СР_{6} = 1,00 \times 0,995 = \boxed{0,9950 \text{ кг}}$$

Визначення кількості вершків за рівнянням матеріального балансу.

Визначення сухих речовин всіх компонентів без вершків:

$СР_к = 13,1718 + 19,9248 + 8,3270 + 9,3000 + 0,7940 + 0,995 = 52,5126$ кг

М.ч. жиру цих компонентів:

$$Ж_к = 6,5859 + 8,9642 + 3,7472 = 19,2973 \text{ кг}$$

Позначимо необхідну кількість вершків через:

$$Х = М_{вершків}$$

В 1 кг вершків міститься 0,411кг СР та 0,35 кг жиру.

Отже:

$$СР = 52,5126 + 0,411$$

жиру:

$$Ж = 19,2992 + 0,35$$

За умовою м.ч. жиру у сухій речовині повинна становити 38 %:

$$Ж / СР = 0,38 \ \%$$

Тоді:

$$19,2992 + 0,35 / 52,5126 + 0,411 = 0,38$$

$$19,2992 + 0,35х = 0,38(52,5126 + 0,411х)$$

$$19,2992 + 0,35х = 19,9548 + 0,15618х$$

звідси:

$$0,35х – 0,15618х = 19,9548 – 19,2992$$

$$0,19382х = 0,6556$$

$$Х = 3,382$$

Отже, на 100 кг продукту необхідно внести 3,382 кг вершків.

Перевірка кількості сухих речовин

Сухі речовини вершків:

$$СР_{вершків} = 3,3824 \text{ x } 0,41 = 1,3901 \text{ кг}$$

Тоді загальна кількість сухих речовин:

$$СР_{заг} = 52,5126 + 1,3901 = 53,9027$$

Отже, розрахункова масова частка сухих речовин готового продукту:

$$СР_{пр} = \frac{53,9027}{100} \text{ x } 100 = 53,90\ \%$$

вологи:

$$W = 100 – 53.90 = 46,1\ \%$$

Розрахунок загальної кількості жиру.

Жир вершків:

$$Ж_{вершків} = 3,3824 \text{ x } 0,35 = 1,838 \text{ кг}$$

Загальна кількість жиру:

$$Ж_{заг} = 19,2992 + 1,1838 = 20,4830 \text{ кг}$$

Таким чином, масова частка жиру в 100 кг готового продукту:

$$Ж_{пр} = \frac{20,483}{100} \text{ x } 100 = 20,48\ \%$$

Для перевірки 38 % жиру в сухій речовині застосовують формулу:

$$Ж_{СР} = \frac{Жзаг}{СР_{заг}} \text{ x } 100$$

Тоді:

$$Ж_{СР} = \frac{20,4830}{53,9027} \text{ x } 100 = 38,0\ \%$$

Визначення кількості води за матеріальним балансом.

Матеріальний баланс рецептури визначаємо за формулою:

$$M_{пр} = \sum M_i$$

Для 100 кг:

$$100 = 22,71+35,58+15,14+10+ 3,3824+3,97+1,00+М_{води}$$

Сума компонентів без води:

$$\sum M_i = 91,7824 \text{ кг}$$

Тому:

$$М_{води} = 100 – 91,7824 = 8,22 \text{ кг}$$

Таблиця 3.13

Технологічні показники отриманого продукту

Плавлений сир	Показники
Суха речовина	53,9 кг
Жир	20,48 кг
Масова частка жиру у СР	38 %
Вівсяні харчові волокна	1,0 %
Клітковина від внесених волокон	0,995 кг
Волога	≈ 46,10 %

Визначаємо масу компонентів відповідно до рецептури на 1000 кг готового продукту за формулою:

$$m_{комп} = \frac{m_{пр} \text{ x } Н_{н.с}}{1000}, \text{ кг}$$

де $m_{комп}$, $m_{пр}$ – маса відповідно компонентів рецептури та готового продукту, кг;

$Н_{н.с}$ – маса суміші для виробництва 1000 кг продукту з урахуванням втрат.

Твердий сичужний сир:

$$m_{комп} = \frac{58,29 \text{ x } 1020}{1000} = 59,46 \text{ кг}$$

Кисломолочний сир:

$$m_{комп} = \frac{15,14 \text{ x } 1020}{1000} = 15,44 \text{ кг}$$

Сухе знежирене молоко:

$$m_{комп} = \frac{10,0 \text{x } 1020}{1000} = 10,2 \text{ кг}$$

Вершки:

$$m_{комп} = \frac{3,38 \text{x } 1020}{1000} = 3,45 \text{ кг}$$

Суміш солей-плавителей:

$$m_{комп} = \frac{3{,}38x\ 1020}{1000} = 3{,}45\ кг$$

Вівсяні харчові волокна:

$$m_{комп} = \frac{1{,}0x\ 1020}{1000} = 1{,}02\ кг$$

Вода питна:

$$m_{комп} = \frac{8{,}21x\ 1020}{1000} = 8{,}38\ кг$$

Тоді:

$$m_{сум} = \frac{102x\ 1020}{1000} = 104{,}0\ кг$$

Таблиця 3.14

Маса компонентів для виробництва плавленого сиру

Компонент	Маса, кг	Маса компонентів на 100 кг з урахуванням втрат	Маса компонентів на 1000 кг продукту
Твердий сичужний сир, СР - 58 %, м.ч. жиру у СР - 50 %	58,290	59,46	594,6
Кисломолочний сир, СР - 25 %, м.ч. жиру – 5%	15,140	15,44	154,4
Сухе знежирене молоко, СР -93 %	10,000	10,2	102,0
Вершки, м.ч. жиру - 35 %	3,382	3,45	34,5
Суміш солей-плавителів, СР - 20 %	3,970	4,05	40,5
Вівсяні харчові волокна	1,000	1,02	10,2
Вода питна	8,218	8,38	83,8
Разом	100,000	102,0	1020,0

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення виробництва плавленого сиру

Підбір технологічного обладнання здійснюють відповідно до обсягу виробництва, властивостей сировини, тривалості технологічних операцій та способу пакування продукту. Для виробництва 1000 кг плавленого сиру передбачено застосування автоматизованого обладнання з програмним керуванням операцій дозування, змішування, плавлення, перекачування і фасування.

Основним апаратом технологічної лінії є універсальна установка, яка поєднує подрібнення сировини (сирів), перемішування, нагрівання, емульгування та вакуумне оброблення сирної маси.. Такі технологічні операції виконує обладнання STEPHAN компанії ProXES, призначеному, зокрема, для виробництва плавлених сирів [1].

Підбір обладнання буде виконуватись за вихідними даними: тривалість зміни 8 год, час основного виробництва – 6 год, технологічні втарти – 2 %, густина гарячої сирної маси – 1050 кг/м^3, маса продукту в упаковці – 0,200 кг, тривалість циклу плавлення – 30 хв.

Масу суміші, необхідної для отримання 1000 кг готового продукту, визначають за формулою:

$$M_c = M_{г.пр} / (1\text{-в}/100)$$

$$M_c = 1000 / (1 – 2/100) = 1020{,}4 \text{ кг}$$

де Мс – маса суміші до врахування втрат, кг;

Мг – маса готового продукту, кг;

в – втрати, %.

Допоміжне обладнання підбирають також за найвищим навантаженням під час завантаження та вивантаження продукту з апарата.

Обладнання для підготовки та дозування сировини.

Для підготовки сировини використовують виробничий стіл із нержавіючої сталі, пристрій механізованого завантаження та вагову систему.

На виробничому столі сири очищають від пакування, покриття та непридатних поверхневих ділянок.

Система дозування забезпечує зважування основної сировини, окреме дозування солей-плавителей та інших інгредієнтів. Розрахункову масу одного завантаження приймають 150 кг. Мінімальну межу зважування визначають за формулою:

$$M_{ваг} \geq mn \times kз = 150 \times 1,2 = 180 \text{ кг}$$

де mn– маса партії;

Кз – коефіцієнт запасу – 1,2.

Отриманий об’єм менший за максимальний об’єм партії: 142,9 < 170 л. Допустимість завантаження за в’язкістю, піноутворенням і навантаженням приводу підтверджують для конкретної рецептури. Тому передбачають вагову платформу з найбільшою границею зважування 300 кг з урахуванням зважування тари.

Апарат для плавлення. Для плавлення сирної суміші пропонується універсальний плавильний апарат STEPHAN UM 200 у комплектації з програмним керуванням, нагріванням та вакуумною системою. Максимальний об'єм партії в апараті становить 170 л. В ньому передбачено операції змішування, різання, емульгування, пряме або непряме нагрівання. Згідно технічної характеристики продуктивність апарата складає 1000 л/год та стосується мало в'язких продуктів.

Робочий об'єм партії визначають за формулою:

$$V_n = mn / \rho = 150 / 1050 = 0.1429 \text{ м}^3 = 142,9 \text{ л}$$

Отриманий об’єм менший за максимальний об’єм партії: 142,9 < 170 л. Допустимість завантаження за в’язкістю, піноутворенням і навантаженням приводу підтверджують для конкретної рецептури.

$$z = M_c / mn = 1020,4 / 150 = 7 \text{ циклів}$$

Це означає, що для рівномірного завантаження маса кожної з семи партій становитиме:

$$Mn.\ Ф = 1020,4 / 7 = 145,77 \text{ кг}$$

Тривалість циклу включає завантаження, оброблення та вивантаження. Приймають:

$$τц = τзав + τобр + τвив = 5 + 20 + 5 = 30 \text{ хв (згідно проекту)}$$

Температуру, тривалість теплового оброблення та інтенсивність перемішування встановлюють згідно технологічної інструкції.

$$T_{ап} = z \text{ x } τц / 60 = 7 \text{ x } 30 / 60 = 3,5 \text{ год}$$

$$Пр_{ап} = 60 \text{ x } mn / τц = 60 \text{ x } 150/30 = = 300 \text{ кг/год}$$

Кількість апаратів за коефіцієнта використання часу кч = 0,85:

$$n= M_c / (Пр_{ап} \text{ x } T_{вир} \text{ x кч})$$

$$n= 1020,41\ 8 / (300 \text{ x } 6 \text{ x } 0,85) = 1$$

За прийнятих умов достатньо одного апарата STEPHAN UM 200.

Таблиця 3.15

Технічна характеристика плавильного апарата STEPHAN UM 200

Технічний показник	Характеристика
Модель	STEPHAN UM 200
Тип обладнання	Універсальний варильний апарат періодичної дії
Загальний об’єм чаші	200 л
Максимальний об’єм партії	170 л
Максимальна робоча температура	95 °C у стандартному виконанні; 125 °C у спеціальному виконанні для роботи під надлишковим тиском
Частота обертання мішалки	300–3000 об/хв
Нагрівання	Через теплообмінну сорочку та/або прямим введенням пари – залежно від комплектації
Керування	Програмований контролер Siemens PLC, операторська панель TP 900
Відкривання та закривання кришки	Автоматизоване



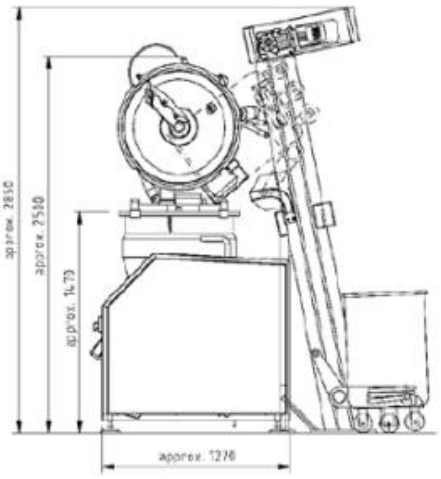


Рисунок 3.1. – **Котел-плавитель STEPHAN UM 200**

Примітка: сформовано за використання інструменту ШІ ChatGPT

Буферна ємність. Між апаратом плавлення та фасувальною машиною передбачено закриту буферну місткість із теплоізоляцією, тепловою сорочкою підтримання температури, тихохідною мішалкою та датчиками рівня. Необхідний об'єм для приймання однієї партії визначають:

$$Vб = mn / (\rho \times \varphi) = 150 / (1050 \times 0{,}75) = 0{,}1905 \text{ м}^3$$

де φ – коефіцієнт заповнення, прийнятий за 0,75. Приймають геометричний об'єм 250 л.

Робоча місткість складатиме:

$$M_б = 0{,}250 \times 0{,}75 \times 1050 = 196{,}88 \text{ кг}$$

Це буде достатньо для однієї партії.

Насос для сирної маси. Для перекачування гарячої сирної маси доцільно використати мембранний насос об'ємної дії виробництва Alfa Laval. Насос конкретно обирають, враховуючи в'язкість, температуру, витрати та опір трубопроводу.

За тривалості перекачування партії 150 кг, що дорівнює 5 хв, необхідна масова та об’ємна подача становить:

$$Пр_{м.н} = 60 \text{ x } mn / τвив = 60 \text{ x } 150/5 = 1800 \text{ кг/год}$$

Розрахунок фасувального автомата для виробництва 1000 кг плавленого сиру. Фасувальний автомат підбирають за масою готового продукту, місткістю споживчої упаковки та продуктивністю котла-плавителя.

Фасувальний автомат підбирають за масою готового продукту, місткістю споживчої упаковки – маса нетто 200 г та продуктивністю плавильного апарата – 300 кг/год.

Таблиця 13.5

Показники до розрахунку фасувального автомата

Показник	Позначення	Значення
Маса готового продукту	Мпр	1000 кг
Маса продукту в упаковці	муп	0,200 кг
Продуктивність плавильного апарата	Qпл	300 кг/год
Коефіцієнт використання часу автомата	kв	0,80
Час основного виробництва	Твир	6 год

Коефіцієнт kв = 0,80 прийнято як проєктне припущення для врахування короткочасних зупинок і поповнення пакувальних матеріалів.

Визначення кількості упаковок.

Кількість стаканчиків для фасування готового продукту визначають за формулою:

$$N_{уп} = M_{пр} / myn, шт$$

$$N_{уп} = 1000 / 0{,}200 = 5000 шт.$$

де Nуп – кількість упаковок, шт.;

Мпр – маса готового продукту, кг;

mуп – маса продукту в одній упаковці, кг.

Для фасування 1000 кг сиру необхідно 5000 стаканчиків і відповідна кількість кришок або запаювальних мембран без урахування запасу пакувальних матеріалів.

Визначення необхідної продуктивності

Для узгодження фасування з роботою плавильного апарата ефективна продуктивність фасувальника повинна становити:

$$N_{еф} = П_{пл} / myп, уп/год$$

$$N_{еф} = 300 / 0{,}200 = 1500 уп./год$$

Необхідну продуктивність визначають із урахуванням коефіцієнта використання часу:

$$N_{необх} = N_{еф} / kв$$

$$N_{необх} = 1500 / 0{,}80 = 1875 уп./год$$

Для подальшого підбору приймають автомат із необхідною продуктивністю не менше 2000 уп./год стаканчиків ,маса нетто 200 г із заданим продуктом.

Визначення розрахункової продуктивності.

Ефективна продуктивність прийнятого автомата:

$$N_{ф} = N_{необх} \text{ x } kв$$

$$N_{ф} = 2000 \text{ x } 0{,}80 = 1600 уп./год$$

У масовому вираженні:

$$П_{ф} = N_{ф} \text{ x } myп$$

$$П_{ф} = 1600 \text{ x } 0{,}200 = 320 кг/год$$

$$Qф = Nф \cdot mуп$$

$$Qф = 1600 \cdot 0{,}200 = 320 кг/год$$

Отже, ефективна продуктивність фасувального автомата перевищує розрахункову продуктивність плавильного апарата: 320 > 300 кг/год.

Розрахунок тривалості фасування.

Час, необхідний для фасування 1000 кг готового продукту:

$$Т_ф = М_{г.пр} / П_ф$$

$$Т_ф = 1000 / 320 = 3,125 \text{ год}$$

Розрахункова тривалість фасування становить 3 год 7 хв 30 с за достатнього надходження продукту. Загальна тривалість роботи лінії залежатиме також від запуску першої партії та узгодження циклів плавлення і фасування.

Визначення кількості автоматів.

Необхідну кількість фасувальних автоматів визначають за формулою:

$$n = М_{г.пр} / (N_{необх} \text{ x муп x кв x } Т_{вир})$$

$$n = 1000 / (2000 \text{ x } 0,200 \text{ x } 0,80 \text{ x } 6) = 0,521 = 1$$

Для виробництва 1000 кг плавленого сиру приймають один автомат для наповнення та герметичного запаювання стаканчиків по 200 г із необхідною продуктивністю не менше 2000 уп./год. Його розрахункова ефективна продуктивність становить 320 кг/год, що забезпечує узгодження з плавильним апаратом продуктивністю 300 кг/год за наявності передбаченої буферної місткості.

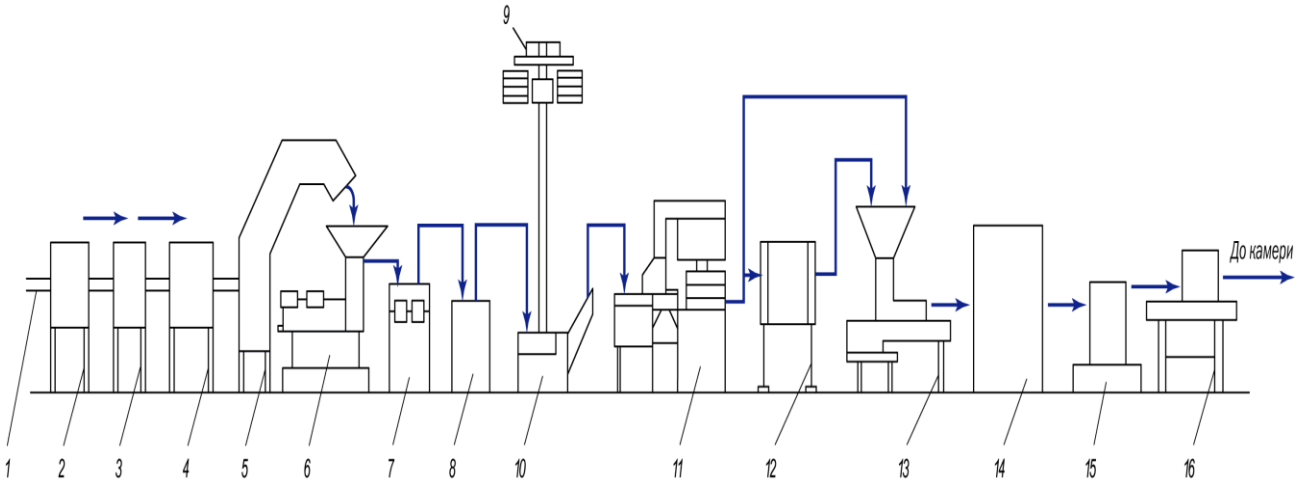


Рисунок 3.2. **– Апаратурно-технологічна схема виробництва плавлених сирів:**

1, 5 – конвеєри; 2 – машина для зняття парафіну; 3 – машина для миття сиру; 4 – місткість для замочування сиру в сироватці; 7 – вальцівка; 8 – накопичувальна місткість; 9 – автоматичні ваги; 10 – завантажувальний ковш; 11 – апарат для плавлення сиру STEPHAN UM 200; 12 – гомогенізатор; 13 – автомат для фасування сиру; 14 – охолодник; 15 – фасувальний автомат TREPKO 100 Series; 16 – стіл для заклеювання коробів

Примітка: складено автором згідно [34, 36]

Таблиця 3.16

Перелік обладнання, необхідного для виробництва 1000 кг плавленого сиру

Обладнання	Тип, марка	Продуктивність	Кількість
Ваги для малих компонентів	Рецептурні електронні	Діапазон (за дозами)	1
Плавильний апарат (котел-плавитель)	STEPHAN UM 200	7 партій по 145,77 кг; цикл 30 хв – розрахунковий	1
Буферна місткість	Закрита, з мішалкою та тепловою сорочкою	Геометричний об’єм 250 л	1
Насос вивантаження	Об’ємний, роторно-кулачковий Alfa Laval OptiLobe	Не менше 2,1 м³/год за потрібного тиску	1

продовження таблиці 3.16

Обладнання	Тип, марка	Продуктивність	Кількість
Подача на фасування	Роторно-кулачковий насос Alfa Laval OptiLobe	До 320 кг/год	1
Фасувальний автомат	TREPKO 100 Series	Не менше 2000 уп./год по 200 г	1
Охолоджувальне обладнання	Камера або тунель	Холодопродуктивність 20 кВт;	1
CIP-станція	Автоматизована	Для труби ≥ 6,8 м³/год	1

3.4. Технологія плавленого сиру з харчовими волокнами

Підготовка та оброблення сировини. Попереднє оброблення сировини, наповнювачів і спецій починають із того, що головки або бруски сиру звільняють від покриття. Потім миють їх у воді температурою 40–45 °С й ополіскують холодною водою. Сири із грубою кіркою, особливо нежирні, замочують у воді температурою 25–30 °С упродовж 1,5–2,0 год або в сироватці кислотністю 180–200 °Т за кімнатної температури протягом 4–6 год. Сири з тріщинами зачищають від пошкоджень без замочування. Швидковизрілий сир і сирну масу для плавлення звільняють від покриття й зачищають верхній шар. Кисломолочний сир і білкову масу зачищають від плісняви, слизу; за потреби зменшують вміст вологи у сирі пресуванням.

Поверхню моноліту масла перед переробленням зачищають від штафу й розрізують на шматки масою 2–3 кг. Зачищене масло перетоплюють з одно-, двократним промиванням водою. У разі потреби сухі молочні продукти, а також цукор-пісок просіюють. Вершки фільтрують, та ретельно перемішують до одержання однорідної консистенції.

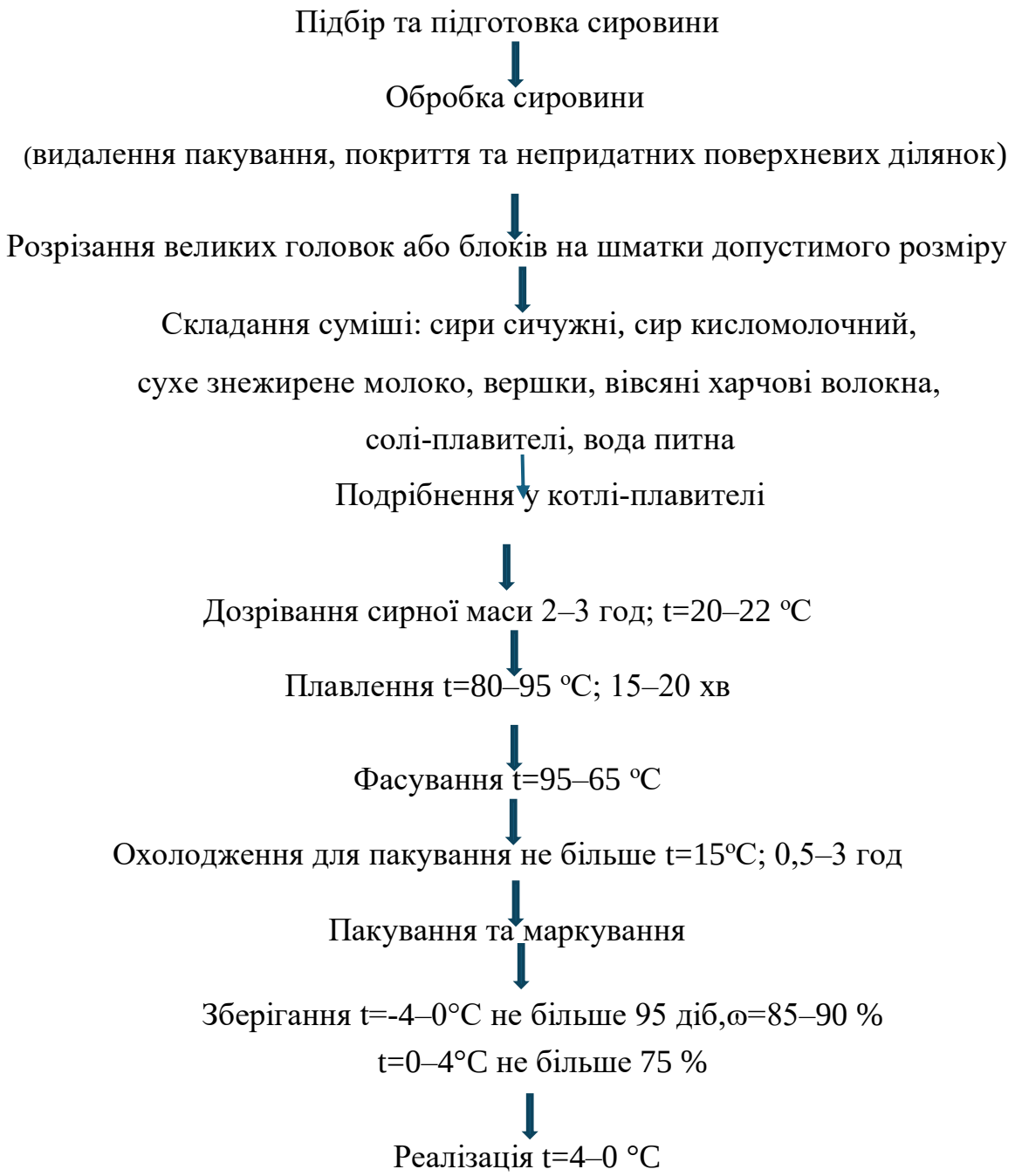


Рисунок 3.3 – **Технологічна схема виробництва плавленого сиру з вівсяними волокнами**

Примітка: розроблено автором згідно [34, 36]

Плавильний апарат STEPHAN UM 200 має швидкообертові ножі для подрібнення сиру безпосередньо в робочій чаші. Виробник зазначає, що промислові установки UM 130 та UM 200 можуть переробляти шматки сиру й масла масою до 2 кг, що дозволяє обійтися без окремого подрібнювача.

Вівсяні харчові волокна (порошок) вносять на стадії складання сирної суміші, перед основним плавленням, попередньо рівномірно перемішавши їх у частині рецептурної води. До води порошок вівсяного волокна вносять поступово частинами для уникнення утворення грудочок.

Підготовлену сировину завантажують в плавильний апарат STEPHAN UM 200, де ножі виконують подальше подрібнення та змішування компонентів.

Отже, окремий вовчок для попереднього подрібнення можна не включати до підібраної лінії.

Внесення солей-плавителів. Правильний вибір і підготовка солей-плавителів визначають якість плавленого сиру та збереження його властивостей протягом зберігання. Для плавлення сирної сировини застосовують, зокрема, суміш триполіфосфату натрію та тризаміщеного пірофосфату натрію. Порівняно з динатрійфосфатом така композиція характеризується вищою емульгувальною здатністю, сприяє скороченню тривалості плавлення й формуванню еластичної консистенції продукту, зменшує ймовірність появи лужного присмаку та забезпечує виразніший сирний смак.

За наведеними технологічними рекомендаціями загальна кількість солей-плавителів у суміші не повинна перевищувати 3 %, а фосфатів – 2 % у перерахунку на безводну сіль. Конкретне дозування необхідно узгоджувати з рецептурою, характеристиками сольової композиції та чинними вимогами до харчових добавок.

Солі-плавителі переважно вносять у вигляді водних розчинів, що сприяє їх рівномірному розподіленню в сирній масі. Динатрійфосфат, тетранатрійпірофосфат і сіль Грахама допускається застосовувати також у сухому вигляді. Проте попереднє розчинення прискорює їх взаємодію з компонентами сиру. Для запобігання утворенню грудочок суміш триполіфосфату натрію та тризаміщеного пірофосфату натрію рекомендують

вводити у вигляді розчину. Воду, використану для його приготування, враховують у загальному матеріальному балансі рецептури.

Розчин зазначеної суміші готують із концентрацією 20 або 25 %, дотримуючись співвідношення компонентів 8,5:1,5 у перерахунку на безводні солі. Розраховану кількість сухої суміші поступово додають у холодну воду за інтенсивного перемішування до утворення однорідної суспензії без грудочок. Потім її нагрівають до 80–90 °С, одержуючи майже прозорий колоїдний розчин, після чого охолоджують до 18–20 °С.

Дозрівання сирної суміші. Попереднє витримування суміші доцільне насамперед у разі використання незрілої сирної сировини, особливо нежирної. Воно сприяє гідратації білків, поліпшує здатність маси до плавлення та формування консистенції готового продукту. Якщо використовують зрілі натуральні сири, тривалість витримування скорочують до однієї години або виключають цю операцію.

Для дозрівання подрібнену сирну сировину змішують із солями-плавителями, внесеними в сухому вигляді чи як розчин, за потреби додають рецептурну воду та ретельно перемішують. У вихідній технологічній схемі передбачено витримування за температури 20–22 °С протягом 2–3 год або довше. Допустимість і тривалість такого режиму мають бути обґрунтовані технологічною інструкцією та контролем мікробіологічної безпечності.

Плавлення сирної маси. Підготовлену суміш обробляють у спеціальних плавильних апаратах STEPHAN UM 200 із непрямим нагріванням через теплову сорочку.

Послідовність завантаження компонентів установлюють залежно від рецептури та виду плавленого сиру. Для сирів із масовою часткою жиру в сухій речовині 45–60 % може застосовуватися поетапне внесення вершкового масла: основні компоненти суміші попередньо нагрівають до 65–70 °С, після чого додають масло та продовжують оброблення до одержання однорідної маси. Момент внесення солей-плавителів, води й окремих порцій масла визначають відповідно до прийнятої технологічної схеми.

Режим плавлення обирають з урахуванням складу, властивостей і ступеня зрілості сировини, характеристик солей-плавителів та вимог до готового продукту. Для описаної технології передбачено температуру 85–95 °С і тривалість плавлення 10–12 хв. Оброблення здійснюють у двостінних апаратах STEPHAN UM 200 за перемішування до формування однорідної сирної маси.

Фасування й охолодження. Розплавлену сирну масу фасують у гарячому стані на фасувальному автоматі TREPKO 100 Series. За наведеною схемою продукт пакують у стаканчики дозуванням по 0,200 кг. Тривалість фасування та пакування 1000 кг плавленого сиру складає 3 год 7 хв 30 с.

Одразу після фасування сир направляють на охолодження. У зазначеному технологічному варіанті упаковки розміщують на стелажах у спеціальних приміщеннях із температурою повітря не вище ніж 10 °С. Тривалість охолодження становить 12–16 год. Перед укладанням у транспортну тару температура продукту має бути не вищою за 15 °С. Фактичний режим охолодження встановлюють з урахуванням розміру порцій, властивостей пакування та вимог до безпечності продукту.

Транспортне пакування. Фасований плавлений сир укладають у ящики, які забезпечують захист продукції під час транспортування та зберігання. Можливість повторного використання тари визначають за її санітарним станом, цілісністю та вимогами до пакування харчових продуктів.

За передбаченої технологічною схемою потреби внутрішню поверхню ящиків вистилають обгортковим папером, а між рядами продукції розміщують паперові прокладки. Для захисту споживчої тари з полімерних матеріалів або скла застосовують розділювальні прокладки на всю висоту ящика.

Кожну одиницю транспортної тари комплектують продукцією одного найменування, однакової жирності, форми та однієї плавки. За наведеними умовами маса нетто сиру в ящику становить від 5 до 25 кг.

Умови зберігання та терміни придатності. У вихідному тексті для плавлених сирів у споживчому пакуванні наведено термін придатності до 75

діб за температури від −4 до 0 °C та до 60 діб за температури від 0 до 4 °C. Для продукції в полімерній плівці у формі батонів зазначено відповідно до 45 та 30 діб.

Для солодких плавлених сирів, упакованих у фольгу або полімерні плівки у формі батончиків, наведено термін придатності до 30 діб за температури від 0 до 4 °C і до 45 діб за температури від −4 до 0 °C. Застосування цих термінів для конкретного продукту потребує підтвердження відповідно до його рецептури, способу теплового оброблення, пакування та документації виробника.

РОЗДІЛ 4
КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПЛАВЛЕНОГО СИРУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Відповідно до ДСТУ 4635:2006 «Сири плавлені. Загальні технічні умови» [7] сир повинен містити масову частку жиру в сухій речовині не менше 45 %, масову частку вологи – не більше 66 %, масову частку кухонної солі – не більше 3 %.

Плавлений сир пастоподібний за органолептичними показниками повинний відповідати вимогам, що наведені у таблиці 4.17.

Таблиця 4.17

Органолептичні показники плавленого сиру пастоподібного

Назва показника	Характеристика сиру
Зовнішній вигляд	Сир запакований в тару із полімерних матеріалів, закупорений герметично алюмінієвою кришкою. Допускається наявність конденсату на внутрішній поверхні кришечки.
Смак і запах	Помірно виражений сирний, злегка кислуватий.
Консистенція	Ніжна, пластична, мажуча, однорідна по всій масі сиру.
Колір тіста	Від світло-жовтого до жовтого, рівномірний, однорідний, за всією масою
Вид на розрізі	Відсутній малюнок. Допускається наявність незначної кількості повітряних пустот і нерозплавлених частинок.

За мікробіологічними показниками сири плавлені повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.18.

Таблиця 4.18

Мікробіологічні показники плавлених сирів

Назва показника	Норма
Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ), КУО, в 1 г продукту, не більше ніж	$5{,}0 \times 10^4$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01 г продукту	Не допускається
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25 г продукту	Не допускається
Staphylococcus aureus, в 1 г продукту	Не допускається
Дріжджі, КУО, в 1 г продукту, не більше	50
Плісняві гриби, в 1 г продукту, не більше ніж	50

Контроль безпечності та якості плавленого сиру здійснюють проведенням мікробіологічного і технохімічного контролю, що забезпечує випуск молочної продукції у відповідності з вимогамистандартів, рецептур, технологічних інструкцій, технічних умов. У харчовій промисловості одне з головних вимог споживача – безпека харчових продуктів. Використання продуктів харчування не повинне приводити до харчових отруєнь, а самі продукти не повинні містити небезпечні інгредієнти.

Таблиця 4.19

Схема технохімічного контролю виробництва сирівплавлених

Об'єкт	Контрольний показник		Періодичність контролю	Місце відбор упроб	Методи контролю, вимірювальні прилади
Сири для перероб	Органолептичні показники	Смак, запах, консистенція	Кожна партія	Камера зберігання	Органолептично ДСТУ 6003:2008
	Кислотність, °Т	220	Кожна партія	- II-	
	pH	4,62…5,2	Кожна партія	- II-	ДСТУ 8550:2015

не	Масова частка жиру, %	45…60	Кожна партія	- II-	ДСТУ ISO 1735:2005.
	Масова частка вологи, %	45…47	Кожна партія	- II-	ДСТУ 8552:2015
	Масова частка сухих речовин, %	56…60	Кожна партія	- II-	ДСТУ EN ISO 5534:2022
Розплавлена сирна маса	Органолептичні показники	Смак, запах, консистенція	Кожна партія	Котел-плавитель	Органолептично
	Температура, ° С	80…95	Кожна партія	- II-	ДСТУ 6066:2008 Термометр 0-100
	pH	6,0	Кожна партія	- II-	ДСТУ 8550:2015
	Масова частка вологи, %	52…62	Кожна партія	- II-	ДСТУ 8552:2015
	Масова частка жиру, %	30…60	Кожна партія	- II-	ДСТУ ISO 1735:2005.
Готовий продукт	Органолептичні показники	Смак, запах,консистенція	Кожна партія	Камера зберігання	рганолептично
	Масова частка вологи, %	52…62	Кожна партія	- II-	ДСТУ 8552:2015; сушильна шафа, лабораторні ваги, ексикатор
	Масова частка жиру всухій речовині, %	30…60	Кожна партія	- II-	Розрахунковий метод за результатами визначення жиру згідно з ДСТУ ISO 1735:2005 та сухих речовин згідно з ДСТУ EN ISO 5534:2022
	Масова частка кухонної солі, %	1,5	Кожна партія	- II-	ДСТУ EN ISO 5943:2022; потенціомет

					ричний титратор або відповідна електродна система
Пакування	Маса нетто, кг	0,2	Вибірково	-II-	Ваги
Маркування	Якість маркування		-II-	-II-	Візуально
Зберігання	Температура, °С	0– -4	Періодично протягом доби	-II-	Термометр 0–100
	Вологість, %	85	-II-	-II-	Термометр 0–100
	Термін зберігання, діб	5	-II-	-II-	Годинник

Примітка: розроблен автором згідно [24]

Мікробіологічний контроль забезпечуєвиробництво молочних продуктів високої якості в гігієнічному відношенні. Цей контроль дозволяє, з одного боку вчасно знайти бактеріальне забруднення продукту і встановити його джерело чи причини, з іншого боку, дає можливість проконтролювати ефективність проведених заходів для зниження бактеріального забруднення продукту (миття і дезінфекція устаткування, теплова обробка продукту та ін.).

За мікробіологічними показниками сир плавлений повинен відповідати вимогам, наведеними у таблиці 4.20.

Таблиця 4.20

Схема мікробіологічного контролю виробництва

Дослідження технологічного процесу	Досліджуванiоб'єкти	Назва аналізу	Звідки беруть пробу	Періодичністьконтролю
Виробництво сиру плавленого	Сири для плавлення	БГКП В 0,01г не дозволено	Вибірково з 1–2 головок	Не рідше 1 раз в місяць
	Інші компоненти	Мікробіологічні показники згідно ТУ, ОСТ, ГОСТ чиДСТУ	Вибірково з кожної партії	Кожну партію
		Загальна кількість бактерій	Вибірково з одного ящика	Не рідше 1 раз в місяць

	Сир плавлений (готовий продукт)	БГКП в 0,01г не дозволено	Вибірково з одного ящика	Не рідше 1раз в місяць
		Дріжджі та плісняві гриби, в 1гт не більше ніж 50	Вибірково з одного ящика	Не рідше 1раз в місяць
Допоміжні матеріали	Пакувальні матеріали	Загальна кількість бактерій	З кожної партії	2-4 рази в рік
		БГКП не дозволено	З кожної партії	2-4 рази в рік
	Сіль	Загальна кількість бактерій	З кожної партії	Кожна партія
	Солі-плавителі	Загальна кількість бактерій	З кожної партії	Кожна партія
		БГКП не дозволено	З кожної партії	Кожна партія
	Наповнювачі	БГКП не дозволено	З кожної партії	Кожна партія
		Дріжджі та плісняві гриби	З кожної партії	Кожна партія
Санітарно - гігієнічний стан виробництва	Вода	Загальна кількість бактерій	З крана в цехах	1 раз в місяць
		БГКП	З крана в цехах	1 раз в місяць

За системою НАССР після аналізу небезпек визначають критично контрольні точки (ККТ) для конкретної технологічної лінії. Основною критичною контрольною точкою (ККТ) виробництва плавленого сиру з вівсяними волокнами є теплова обробка сирної суміші під час плавлення (табл. 4.21).

Плавлення сирної маси не забезпечує температури стерилізації. Режим, ефективний проти вегетативних патогенних мікроорганізмів, може не забезпечувати знищення спор *B. cereus* та *Clostridium botulinum*. Для контролю цих небезпек оцінюють сукупну дію теплової обробки, pH, активності води, рецептури, температури зберігання та строку придатності. Саме тому універсальну температуру плавлення не можна автоматично записувати як достатню критичну межу.

Вівсяні харчові волокна доцільно вводити до завершальної теплової обробки, щоб вона охоплювала всю суміш. Внесення волокон після нагрівання створює додатковий ризик повторного мікробного забруднення та потребує окремого обґрунтування безпечності (табл. 4.22).

Таблиця 4. 21

Визначені ККТ технологічної лінії виробництва плавленого сиру з харчовими волокнами

Етап і статус	Небезпечний чинник	Контрольовані параметри та критичні межі	Моніторинг	Коригувальні дії
ККТ-1. Теплова обробка під час плавлення	Виживання патогенних мікроорганізмів, внесених із молочною сировиною або вівсяними волокнами, зокрема *Listeria monocytogenes* і *Salmonella*	Температура в усій масі продукту та тривалість витримування за цієї температури.	Реєстрація температури та часу кожної партії; контроль перемішування; перевірка справності датчиків	Зупинити передавання на фасування; ізолювати партію; повторну обробку проводити лише за обґрунтованою процедурою; установити причину відхилення
ККТ-2. Охолодження після фасування – за результатами аналізу небезпек	Проростання спор та розмноження спороутворювальних бактерій, зокрема *Bacillus cereus*	Максимальна тривалість охолодження та кінцева температура в центрі упаковки, установлені валідованим режимом	Вимірювання температури в контрольних упаковках; реєстрація часу початку та завершення охолодження	Ізолювати партію; усунути несправність охолодження; ухвалити документоване рішення щодо продукту
ККТ-3. Холодильне зберігання	Ріст мікроорганізмів, які вижили або потрапили після нагрівання	Максимально допустима температура і тривалість зберігання, підтверджені	Безперервна реєстрація температури камери; сигналізація відхилень;	Відновити температурний режим; ізолювати продукцію, що зазнала

		дослідженнями безпечності протягом строку придатності	перевірка температури продукту	відхилення; оцінити її безпечність з урахуванням температури та тривалості порушення

Таблиця 4. 22

Особливості контролю якості та внесення вівсяного харчового волокна

Операція	Що необхідно контролювати	Контроль в системі НАССР
Приймання вівсяних волокон	Ідентичність інгредієнта; мікробіологічні показники; мікотоксини й інші хімічні забруднювачі за оцінкою ризику; сторонні включення; документи постачальника	Програма-передумова керування постачальниками та вхідного контролю
Просіювання та підготовка	Сторонні включення; цілісність сита; чистота обладнання	Програма-передумова або операційна програма-передумова
Диспергування	Якість води; температура і тривалість витримування волокон до плавлення	Контроль для запобігання розмноженню мікроорганізмів
Внесення в суміш	Послідовність внесення; рівномірність розподілу; відсутність грудок; відповідність рецептурі	Технологічний контроль
Маркування	Правильне зазначення молочних компонентів, вівса та відповідної інформації щодо алергенів	Керування алергенами та перевірка етикетки; статус визначають аналізом небезпек

Отже, визначення теплової обробки під час плавлення як основну ККТ, а охолодження, холодильне зберігання і контроль металевих включень можна визначити як додаткові ККТ, виконання яких залежить від рецептури, пакування, обладнання та підтверджених умов зберігання. Для кожної затвердженої ККТ необхідні записи моніторингу, визначені відповідальні особи, коригувальні дії та процедури перевірки.

Екологізація виробництва плавленого сиру передбачає раціональне використання сировини, води, теплової та електричної енергії, запобігання забрудненню стічних вод і скорочення кількості відходів. Для проєктованої лінії продуктивністю 1000 кг готового продукту за зміну природоохоронні заходи доцільно впроваджувати безпосередньо на стадіях підготовки компонентів, плавлення, транспортування сирної маси, фасування, охолодження та санітарного оброблення обладнання.

Одним із основних напрямів екологізації є запобігання потраплянню сирної маси до каналізації. Залишки продукту підвищують органічне навантаження на очисні споруди, а їх втрата одночасно означає непродуктивне використання сировини й енергії. Для молокопереробних підприємств рекомендовано усувати витоки, забезпечувати максимальне спорожнення обладнання перед миттям та окремо збирати продуктові залишки.

На проєктованій лінії рекомендується застосовувати вагове дозування компонентів, контроль рівня в буферній місткості та автоматичне блокування подавання продукту за загрози переповнення. Трубопровід між плавильним апаратом і фасувальною машиною необхідно виконувати максимально коротким, із мінімальною кількістю поворотів і ділянок, у яких затримується сирна маса. Перед початком миття слід забезпечувати повне технологічно можливе вивантаження продукту та механічне збирання доступних залишків.

Санітарне оброблення закритих місткостей і трубопроводів доцільно здійснювати за допомогою автоматизованої CIP-станції. Керування завершенням окремих етапів миття рекомендовано здійснювати за показниками електропровідності, температури та, за потреби, каламутності.

Основними джерелами забруднення є залишки сирної маси, жиру, білків, солей-плавителів, а також мийні та дезінфекційні розчини. Виробничі стоки можуть характеризуватися високими значеннями хімічного й біохімічного споживання кисню, вмістом завислих речовин та коливаннями pH.

Схему локального очищення необхідно обирати після визначення витрати та складу стоків. Для попереднього опрацювання можна розглянути механічне затримання твердих частинок, усереднення, регулювання pH і видалення жирів флотацією. Необхідність подальшого біологічного очищення визначають залежно від способу відведення стічних вод і характеристик приймальних очисних споруд.

Отже, екологізація проєктованої лінії виробництва плавленого сиру продуктивністю 1000 кг за зміну має ґрунтуватися на комплексному впровадженні ресурсозберігальних і природоохоронних заходів. Пріоритетними є точне дозування компонентів, мінімізація втрат сирної маси, облік водоспоживання, автоматизація CIP-миття та добір способів очищення стічних вод відповідно до їхнього складу й обсягу.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

ВИРОБНИЦТВА ПЛАВЛЕНОГО СИРУ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

Визначення економічної ефективності удосконаленої технології включає розрахунки витрат на сировину та матеріали, визначення енергетичних та експлуатаційних витрат, розрахунок витрат на оплату праці, визначення капітальних вкладень та собівартості виробленої продукції, визначення ціни реалізації, прибутку та рентабельності виробництва.

Приймаємо кількість змін роботи на рік – 600; за зміну буде вироблено 1000 кг сиру, тоді річний обсяг виробництва плавленого сиру складатиме – 600 т. Вартість реалізованої продукції за оптово-відпускної ціни 45,0 грн за одиницю продукції становитиме:

600 т х 45,0 грн = 27000,0 тис. грн

Таблиця 5.23

Кошторис витрат на придбання, доставку і монтаж плавильного апарата

Показники	Загальна вартість обладнання, тис. грн
Котел плавитель STEPHAN UM 200	2212,2
Невраховане обладнання (25 % вартості обладнання)	201,0
Разом з неврахованим обладнанням	2413,0
Транспортні витрати (5 % вартості обладнання)	35,5
Монтажні роботи (20 % вартості обладнання)	50,0
Всього	2498,5

На придбання, транспортування, монтаж, налагодження експлуатації нововведеного до технологічної лінії виробництва плавлених сирів котла

плавителя STEPHAN UM 200 буде затрачено 2498,5 тис. грн. (табл. 5.23).

Таблиця 5.24

Розрахунок вартості сировини та основних матеріалів

Вид сировини	Норми витрат на денний обсяг, кг	Ціна одиниці, грн/кг	Витрати на річний обсяг виробництва тис./грн
Сири сичужні	594,6	200,0	118200
Сир кисломолочний	154,4	80,0	12352
Молоко сухе знежирене	102,0	120,0	12240
Вершки	34,5	80,5	2777,25
Суміш солей-плавителей	40,5	45,5	1842,75
Вівсяні харчові волокна	10,2	90,0	918
Всього			148330

Таблиця 5. 25

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Допоміжні матеріали	Витрати на 1 т продукції, кг	Закупівельна ціна од. допом. матеріалу, грн./шт., грн./м	Вартість допом. матеріалів на річний обсяг виробництва, тис.грн
Стаканчики полімерні	5000	0,5	2500,0
Кришка	5000	0,4	2000,0
Целюлозна плівка	5000	0,84	4200
Всього			8700

Вартість енергоресурсів визначають на основі питомих норм витрат пари, електроенергії, води та холоду на виробництво одиниці продукції (табл. 26). Значну частку собівартості становлять витрати на паливо та електроенергію. У технологічному процесі виробництва плавленого сиру пару використовують для нагрівання сирної суміші в котлі-плавителі, а холод – для охолодження готового продукту. За результатами розрахунків загальні витрати на

енергоресурси становлять 193631 тис. грн.

Таблиця 5. 26

Розрахунок вартості палива та енергії на виробництвопродукції

Вид палива та енергії	Норма витрат на виробництво	Вартість за одиницю, грн	Всього витрат, тис. грн
Пара	1060	45,7	48442
Холод	9000	8,5	76500
Електроенергія	9220	7,45	68689
Всього			193631

Таблиця 5. 27

Розрахунок собівартості виробництва

Показники	Сума, тис.грн
Сировина і основні матеріали	148330
Допоміжні матеріали	8700
Паливо та енергія	193631
Інші витрати	558,5
Всього	351219,5

Таблиця 5. 28

Техніко – економічні показники підприємства

Показники	Значення
Виробництво продукції, тис. грн	27000,0
Собівартість виробленої продукції, тис. грн	351219,5
Рентабельність виробництва продукції, %	1,3
Витрати на 1 грн виробленої продукції, грн	0,63
Чистий прибуток, тис. грн	26648780,5
Капітальні вкладення, тис. грн	2498,5
Термін окупності, років	1,1

Отже, виробництво плавленого сиру пастоподібного з вівсяними харчовими волокнами у вартісному значенні буде становити 27000,0 тис. грн. (табл. 5. 28). Собівартість виробництва, враховуючи витрати на сировину, допоміжні матеріали, витрати на придбання котла-плавителя та витрати на енергоносії, складатиме 351219,5 тис. грн. (табл. 5. 26, 5. 27). Рівень рентабельності виробництва плавленого сиру складе 1,3 %.

ВИСНОВКИ

1.На основі огляду літератури проаналізовано стан виробництва плавлених сирів, сучасні напрямки технології виробництва плавлених сирів, та обгрунтовано використання харчових волокон у молочній промисловості.

2.Згідно продуктового розрахунку буде вироблено 1000 кг плавленого сиру пастоподібного з вівсяними харчовими волокнами та масовою часткою жиру 38 %.

3.Зроблено підбір технологічного обладнання (ваги, столи для приймання сировини та фасування готової продукції, котел – плавитель, роторно-кулачковий насос, фасувальний автомат, охолоджуючий конвеєр) для виробництва продукції. Впроваджено універсальний плавильний апарат STEPHAN UM 200.

4.Згідно технологічної схеми виробництва плавленого сиру розроблені схеми технохімічного і мікробіологічного контролю плавлених сирів. Визначено критично контрольні точки (ККТ) у технології плавленого сиру. Основною ККТ є теплове оброблення сирної суміші (плавлення).

5. За визначення економічної ефективності розробленої технології плавленого сиру розраховано чистий прибуток – 26648780,5 тис. грн та рентабельність виробництва – 1,3 %.

ПРОПОЗИЦІЇ

Для надання молочному продукту функціональних властивостей та покращення споживчих характеристик плавленого сиру пастоподібного запропоновано виробництво плавленого сиру з харчовими вівсяними волокнами.

Також рекомендовано впровадити у виробництво плавлених сирів котел плавитель STEPHAN UM 200 з ножами для подрібнення твердої сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Болгова Н., Кревсун К. Використання екстракту листя волоського горіха

в технології плавлених сирів. *Технічні науки та технології*. 2019. № 3 (17). С. 219–225.

2. Коваль О.А. Сир плавлений безфосфатний. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2015. Вип. 1 (2). С. 62–68.
3. Дерев'янко Н.П., Баженова Е.О. Фізико-хімічні показники плавленого сиру з екстрактом алое. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Ґжицького.* 2015. Т. 17, № 1 (2). С. 260–263.
4. Болгова Н.В., Байдак М.О. Ламінарія у виробництві плавлених сирів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки».* 2018. Т. 29 (68), № 5, Ч. 3. С. 5–9.
5. Черевко О.І. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Харків: ХДУХТ, 2017. 591 с.
6. Buňka F., Salek R. N., Kůrová V., Buňková L., Lorencová E. The impact of phosphate- and citrate-based emulsifying salts on processed cheese techno-functional properties: A review. *International Dairy Journal*. 2024. Vol. 158. Article 106031. DOI: 10.1016/j.idairyj.2024.106031.
7. Technological aspects of processed cheese: Properties and structure // *Processed Cheese Science and Technology: Ingredients, Manufacture, Functionality, Quality, and Regulations*. Elsevier, 2022. P. 211–248. DOI: 10.1016/B978-0-12-821445-9.00002-9.
8. Šantová K., Salek R. N., Kůrová V. et al. Potassium-based emulsifying salts in processed cheese: A rheological, textural, tribological, and thermal approach. *Journal of Dairy Science*. 2024. Vol. 107, № 10. P. 7704–7717. DOI: 10.3168/jds.2024-24939.
9. Wang T., Yang Y., Guo C. et al. Effects of oat β-glucans with different molecular weights on the physicochemical properties, fermentation kinetics, and in vitro digestibility characteristics of yogurt. *Food Chemistry*. 2026. Vol. 518. Article 149571.

10. Парій Л.В. Формування попиту на сир на внутрішньому ринку України. *Облік і фінанси*. 2015. № 4 (70). С. 138–145.
11. Henriques M. h.f., Pereira, C.J. d. Cheese production, Consumption and health benefits. Nova Science Publishers, 2017. P. 287.
12. Донцова І.В., Лебединець В.Т., Гірняк Л.І. Перспективи використання рослинної сировини при виробництві плавлених сирів. *Товарознавчий вісник.* 2015. № 8. С. 187−194.
13. FAO/WHO/UNU. Dietary protein quality evalution in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation [Text]. Food and agriculture organization of the united nations Rome. 2013. Vol. 92–57.
14. Кріо- і механохімія в харчових технологіях [Текст]: монографія. Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, О. О. Юр'єва, В. А. Павлюк та ін. Х.: Фінарт, 2014. 260 с.
15. Скрипка Л.І., Абрамова Т.С. Нове слово в технології отримання плавлених сирних виробів без солей-плавильників з рекордними характеристиками. *Scientific journal «Engineering processing and food productions*». 2017. № 1. С. 92–104.
16. Парій Л.В. Сучасні тенденції розвитку ринку сиру в Україні. *Економіка,* 2014. С. 255–261.
17. Економічна статистика. Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua.
18. Статистика торгівлі для розвитку міжнародного бізнесу (Trade statistics for international business development). URL: http://www.trademap.org.
19. Світовий ринок молока і місце України на ньому. Agronews. 2016. URL: https://agronews.ua/node/69825.
20. Виробництво сиру в світі збільшується. УкрАгроКонсалт. 2017. URL: http://www.ukragroconsult.com/uk/news/virobnictvo-siru-v-sviti-zbilshitsya-na-2-1-mln-tonn-do-2021-roku
21. Експорт молока та молочних продуктів до ЄС: перші кроки. Євроінтеграційний портал. 2017. URL: https://eu-ua.org/eksport-

yes/moloka-ta-molochnoi-produktsii.

22. Ковінько О.М., Панькова С.М. Стан та перспективи розвитку ринку сиру в Україні в умовах глобалізації. *Економіка і суспільство*., 2019. Вип. 20. С. 41–47.
23. Лісніченко О.О., Соколова Є.Б., Карпенко З.П. Розробка рецептури плавлених сирів із підвищеною біологічною цінністю за рахунок введення концентрату сироваткового білка. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки,* 2019. Том 30 (69). Ч. 2. № 4. С. 98–103.
24. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини: навч. посіб. К. : Лібра. 1999. 241 с.
25. Сухенко Ю.Г., Поліщук Г.Є. та ін. Технологія сиру. Профкнига. 2018. 412 с.
26. Технохімічний контроль підприємств молочної промисловості: навч.посібник. Ромоданова В.О., Скорченко Т.А., Костенко Т.П., Зубков В.Є. К. НУХТ, 2002. 326 с.
27. Бовкун А.О. Дослідження фізико-хімічних процесів плавлення і розробка технології пастоподібних плавлених сирів з використанням кисломолочного сиру: автореф. дис. …канд. техн. наук. Київ. 2004. 43 с.
28. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі. Підруч. К. НУХТ. 2012. 362 с.
29. Екотрофологія. Основи екологічно безпечного харчування: навч. посіб. Т.М.Димань, М.М. Барановський, Г.О. Білявський та ін. К.: Лібра, 2006. 547 с.
30. Створення системи контролю за безпечністю харчових продуктів на основі оцінки ризиків у циклі виробництва та збуту молочних продуктів в Україні. https://qftp.org/wp- content/archive/ukr/3-19-U~1.PDF.
31. Офіційний сайт компанії «Клуб Сиру». http://www.cheeseclub.ua/.
32. Миру сир: Україна потрапила в Топ-10 постачальників сирів до ЄС. AgroDAY. 2017. https://agroday.com.ua/2017/12/14/syr-v-masli-ukrayina-

potrapyla-v-top-10- postachalnykiv-syriv-do-yes.

33. Альошкіна Л.П. Сучасні тенденції розвитку світового ринку сиру та напрями посилення експортних позицій України. http://www.mubip.org.ua/wp-content/uploads/2016/10/6.pdf.
34. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру: навч. посібник. К.: НУХТ, 2009.
35. Гошкодер С.А. Науково-практичні основи технології переробки молока і молочних продуктів: конспект лекцій. СНАУ, 2012. с.36.
36. Технологіямолочних продуктів: підручник. Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, Т.А. Скорченко та ін. К.: НУХТ, 2013. 502 с.
37. Іванов С.В., Грек О.В., Осьмак Т.Г. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг: підручник. Київ: НУХТ, 2017. 275 с.
38. Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. Актуальні питання технології молочно-білкових концентратів: теорія і практика: монографія. Київ, 2015. 292 с.
39. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навчальний посібник. Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, Т.А. Скорченко та ін. К.: НУХТ, 2013. 394 с.
40. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. К.: «ІНКОС», 2007. 337 с.
41. Український ринок сирів: https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/analiz-rynka-syrov.html
42. Сучасні технології молочних продуктів: підручник. О.А. Савченко, О.В. Грек, О.О. Красуля. К.; ЦП «Компринт», 2017.218 с.
43. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв. І.М. Заплетніков, В.Г. Мирончук, В.М. Кудрявцев. Київ, 2012. 344 с.
44. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов, ВА.Г. Мирончук та ін. Вінниця: Нова книга, 2014. 576 с.

45. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М.М. Пушанко та ін. Вінниця: Нова книга, 2004. 288 с.
46. ДСТУ 4635:2006. Сири плавлені. Загальні технічні умови. [Чинний від 2007–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 18 с.
47. ДСТУ 4273:2003 Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови. [Чинний від 201–01–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 16 с.
. ДСТУ 6003 : 2008. Сири тверді. [Чинний від 01. 03. 2009]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008.
49. ДСТУ 7519:2014 Вершки питні. Технічні умови. [Чинний від 2015-02-01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку україни 2015.
50. Ткаченко, Л., Очколяс, О., Іванюта, А., Харсіка, І., та Момот, І. (2025). Використання рослинної сировини для підвищення біологічної цінності мафінів. *Здоров'я людини та нації*, *3* (2), 81–92. https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2025.81
51. Шевченко А., Літвінчук С., Дробот В. Вплив вівсяних висівок у поєднанні з фосфоліпідами на перерозподіл структурних груп у тісті та хлібі з пшеничного борошна. *Міжнародний науковий журнал інженерії та сільського господарства* 2, № 3 (2023): 38–50. http://dx.doi.org/10.46299/j.isjea.20230203.05.
52. ДСТУ 4554:2006 «Сири кисломолочні. Технічні умови». [Чинний від 2007-01-01]. Київ: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2007.