

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця на
правах рукопису

ПУРИГІН ІВАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 637.146

ДИСЕРТАЦІЯ

на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ПАСТ З
ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ І КОМПОНЕНТІВ
РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Спеціальність – 181 Харчові технології

Галузь знань – 18 Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



І.О. Пуригін

Науковий керівник: НАЗАРЕНКО Юлія Валентинівна
кандидат технічних наук, доцент

Суми – 2026

АНОТАЦІЯ

Пуригін І.О. Удосконалення технології сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 Харчові технології – Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2026.

У дисертаційній роботі наведено наукове обґрунтування та практичне вирішення завдання удосконалення технології сиркових паст шляхом використання молочної сироватки і компонентів рослинного походження. Актуальність роботи зумовлена необхідністю раціонального використання вторинної молочної сировини, підвищення харчової та біологічної цінності пастоподібних молочних продуктів, поліпшення їх структурної стабільності та розширення асортименту продукції функціонального спрямування.

У роботі обґрунтовано доцільність використання концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, як функціонального молочного інгредієнта у технології сиркових паст. Встановлено, що нанофільтраційне концентрування сприяє підвищенню вмісту сухих речовин, білкових компонентів, лактози та мінеральних речовин у сироватці, що забезпечує покращення її технологічної придатності для використання у складі пастоподібних молочних систем.

На основі аналізу сучасних наукових джерел і результатів експериментальних досліджень обґрунтовано вибір порошку сублімованої груші як рослинного збагачувача сиркових паст. Встановлено, що порошок сублімованої груші є джерелом харчових волокон, природних вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин і смако-ароматичних сполук, а його використання дає змогу підвищити харчову цінність продукту та сформувати приємний фруктовий-кисломолочний профіль готового виробу.

У дисертаційній роботі досліджено вплив натуральних стабілізаторів на якість сиркових паст і обґрунтовано доцільність використання камеді ріжкового дерева. Показано, що її внесення сприяє підвищенню вологозв'язувальної здатності, зменшенню виділення сироватки, формуванню однорідної пастоподібної консистенції та підвищенню структурної стабільності продукту під час зберігання.

Досліджено вплив рецептурних композицій, режимів попередньої гідратації сухих компонентів, термічної обробки та гомогенізації на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність сиркових паст. За результатами комплексної оцінки встановлено раціональну рецептурну композицію, що містить 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % КРД.

Встановлено раціональні технологічні параметри виробництва сиркової пасти на основі УФ сиру: попередню гідратацію порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева у частині концентрованої молочної сироватки при температурі $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 20 хв; термічну обробку рецептурної суміші при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою не менше 5 хв; роторно-статорну гомогенізацію при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, частоті обертання робочого органа 3000 об/хв і тривалості 3–5 хв (або двоступеневу гомогенізацію високого тиску при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ і тиску 180–200 бар у виробничих умовах); фасування у герметичну споживчу тару та зберігання готового продукту при температурі $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 60 діб.

Проведено оцінку харчової та біологічної цінності розробленої сиркової пасти. Встановлено, що готовий продукт характеризується вмістом сухих речовин 36,4 %, білка – 5,0 %, жиру – 16,0 %, вуглеводів – 12,4 %, харчових волокон – 1,8 % та енергетичною цінністю 213,6 ккал/100 г. Лімітуючою амінокислотою білкової складової продукту є валін, амінокислотний скор якого становить 76,00 %. Біологічна цінність білка становить 75,12 %, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору – 24,88 %, коефіцієнт утилітарності – 0,72, показник порівнювальної надлишковості – 0,15. Отримані результати свідчать, що розроблена сиркова паста має знижений вміст жиру та нижчу енергетичну цінність

порівняно з УФ сиром без добавок, містить харчові волокна й природні вуглеводи, а використання концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, сприяє поліпшенню біологічної цінності білкової складової продукту.

Визначено вміст окремих вітамінів і мінеральних речовин у розробленій сирковій пасті. Продукт містить вітамін С – 3,2 мг/100 г, вітамін В2 – 0,24 мг/100 г, вітамін Е – 0,42 мг/100 г, калій – 185 мг/100 г, кальцій – 124 мг/100 г, фосфор – 156 мг/100 г, магній – 17,8 мг/100 г. Це підтверджує нутритивну цінність продукту, зумовлену поєднанням УФ сиру, КМС та ПСГ.

За результатами кваліметричної оцінки встановлено високий інтегральний рівень якості розробленої сиркової пасты. Комплексний показник якості становить 0,9800, що підтверджує раціональність рецептурного складу та ефективність обґрунтованих технологічних режимів виробництва.

Розроблено виробничу технологічну схему виготовлення сиркової пасты з використанням концентрованої молочної сироватки і компонентів рослинного походження. Визначено основні технологічні операції, виробничі параметри, норми витрат сировини, елементи системи НАССР та критичні контрольні точки. Для 1000 кг готового продукту за виробничих втрат 1,5 % необхідна маса рецептурної суміші становить 1015,23 кг, у тому числі 700,51 кг УФ сиру, 203,05 кг КМС, 101,52 кг ПСГ та 10,15 кг КРД.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні рецептури та удосконаленні технології термізованої сиркової пасты на основі УФ сиру з використанням КМС, ПСГ та КРД, придатної до впровадження у виробничих умовах. Розроблена технологія забезпечує одержання продукту з поліпшеними органолептичними властивостями, стабільною пастоподібною консистенцією, підвищеною харчовою та біологічною цінністю, а також терміном зберігання 60 діб.

Проведено оцінку економічної ефективності впровадження розробленої технології. За продуктивності лінії 1000 кг за зміну та річного обсягу виробництва 250 т повна собівартість 1 кг сиркової пасты становить 215,61 грн, прогнозована

відпускна ціна з ПДВ – 310,00 грн/кг, прибуток – 42,73 грн/кг, розрахункова рентабельність продукції – 19,82 %. Річний прибуток становить 10681,32 тис. грн, термін окупності інвестицій – 0,75 року.

Практичне значення роботи полягає у розробленні рецептури, технології та нормативно-технологічної документації на виробництво сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю. Результати дослідження апробовано в промислових умовах на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» (ТМ «Злагода»). За результатами роботи розроблено проєкт нормативної документації та отримано патент України на корисну модель № 161973 «Спосіб виробництва сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю».

Ключові слова: молочний продукт, молочна сировина, рослинна сировина, молочна сироватка, стабілізатори структури, сиркова паста, високобілковий продукт, харчові волокна, незамінні амінокислоти, вміст білка, сушіння, сублімація, оптимізація рецептури, біологічна цінність, якість продукту.

ABSTRACT

Puryhin I.O. Improvement of the technology of cottage cheese spread using whey and plant-based ingredients. – Qualifying scientific work submitted as a manuscript.

The dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 181 Food Technologies. – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2026.

The dissertation presents the scientific substantiation and practical solution for improving the technology of cottage cheese spread through the use of milk whey and plant-based ingredients. The relevance of the research is determined by the need for the rational utilization of secondary dairy raw materials, enhancement of the nutritional and biological value of spreadable dairy products, improvement of their structural stability, and expansion of the range of products with functional properties.

The feasibility of using nanofiltration-concentrated whey as a functional dairy ingredient in cottage cheese spread technology was substantiated. It was established that nanofiltration concentration increases the content of dry matter, protein components, lactose, and mineral substances in whey, thereby improving its technological suitability for use in spreadable dairy systems.

Based on the analysis of current scientific literature and the results of experimental studies, the use of freeze-dried pear powder as a plant-based functional ingredient for cottage cheese spread was substantiated. It was found that freeze-dried pear powder is a source of dietary fibre, natural carbohydrates, vitamins, minerals, and flavour compounds. Its incorporation improves the nutritional value of the product and contributes to the formation of a pleasant dairy–fruit flavour profile.

The effect of natural stabilizers on the quality of cottage cheese spread was investigated, and the expediency of using locust bean gum was substantiated. It was shown that the addition of locust bean gum increases water-binding capacity, reduces whey separation, contributes to the formation of a homogeneous spread-like consistency, and improves the structural stability of the product during storage.

The influence of formulation composition, pre-hydration conditions of dry ingredients, heat treatment, and rotor–stator homogenization on the organoleptic, physicochemical, structural-mechanical, microbiological, nutritional, and biological characteristics of cottage cheese spread was investigated. According to the results of a comprehensive evaluation, the optimal formulation was established, containing 69.0% ultrafiltered (UF) cheese, 20.0% nanofiltration-concentrated whey, 10.0% freeze-dried pear powder, and 1.0% locust bean gum.

The rational technological parameters for the production of the developed cottage cheese spread were established. The technological process includes preliminary hydration of freeze-dried pear powder and locust bean gum in a portion of nanofiltration-concentrated whey at $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ for 20 min, thermal treatment of the formulation mixture at $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ with a holding time of at least 5 min, followed by rotor–stator homogenization at $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, a rotational speed of 3000 rpm, and a processing time of 3–5 min under laboratory conditions, or two-stage high-pressure homogenization at 180–200 bar under industrial conditions. The finished product is packaged in hermetically sealed consumer containers and stored at $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ for up to 60 days.

The nutritional and biological value of the developed cottage cheese spread was evaluated. The finished product was characterized by a dry matter content of 36.4%, protein content of 5.0%, fat content of 16.0%, carbohydrate content of 12.4%, dietary fibre content of 1.8%, and an energy value of 213.6 kcal/100 g. The limiting amino acid was valine, with an amino acid score of 76.00%. The biological value of the protein was 75.12%, the amino acid score difference coefficient was 24.88%, the protein utility coefficient was 0.72, and the comparative redundancy index was 0.15. The obtained results demonstrate that the developed product contains less fat and has a lower energy value than UF cheese without additives while providing dietary fibre, natural carbohydrates, and improved protein biological value due to the incorporation of nanofiltration-concentrated whey.

The contents of selected vitamins and minerals in the developed cottage cheese spread were determined. The product contains vitamin C (3.2 mg/100 g), vitamin B2 (0.24 mg/100 g), vitamin E (0.42 mg/100 g), potassium (185 mg/100 g), calcium (124 mg/100

g), phosphorus (156 mg/100 g), and magnesium (17.8 mg/100 g). These results confirm the nutritional value of the developed product resulting from the combination of UF cheese, nanofiltration-concentrated whey, and freeze-dried pear powder.

According to the results of the qualimetric assessment, the developed cottage cheese spread demonstrated a high overall quality level. The comprehensive quality index reached 0.9800, confirming the rationality of the proposed formulation and the effectiveness of the selected technological parameters.

A process flow diagram for the industrial production of cottage cheese spread using nanofiltration-concentrated whey and plant-based ingredients was developed. The principal technological operations, production parameters, raw material consumption rates, HACCP elements, and critical control points were established. For the production of 1000 kg of finished product, taking into account production losses of 1.5%, 1015.23 kg of formulation mixture is required, including 700.51 kg of UF cheese, 203.05 kg of nanofiltration-concentrated whey, 101.52 kg of freeze-dried pear powder, and 10.15 kg of locust bean gum.

The practical significance of the research lies in the development of the formulation, production technology, and regulatory and technological documentation for a cottage cheese spread with enhanced biological value. The developed technology was successfully validated under industrial conditions at PJSC “Prydniprovskyi Dairy Plant” (TM “Zlagoda”). Based on the research results, draft technical specifications and a technological instruction were prepared, and Ukrainian Utility Model Patent No. 161973, entitled “Method for Producing Cottage Cheese Spread with Enhanced Biological Value”, was obtained.

The economic efficiency of implementing the developed technology was evaluated. With a production capacity of 1000 kg per shift and an annual production volume of 250 tonnes, the full production cost was UAH 215.61 per kilogram, the projected selling price (including VAT) was UAH 310.00 per kilogram, and the projected profit was UAH 42.73 per kilogram. The estimated profitability reached 19.82%, the annual profit was estimated at UAH 10.68 million, and the investment payback period was 0.75 years.

Keywords: dairy product, dairy raw materials, plant-based raw materials, whey, structure stabilizers, cottage cheese spread, high-protein product, dietary fibre, essential amino acids, protein content, drying, freeze-drying, formulation optimization, biological value, product quality.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

СТАТТІ

1. Розробка рецептурних композицій сирних паст з підвищеною біологічною цінністю / Ю. В. Назаренко, **І. О. Пуригін**, Н. В. Болгова, Т. П. Синенко. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023. № 1. С. 65–74. URL: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.7> (Особистий внесок здобувача: аналіз наукових джерел, участь у плануванні експерименту, виготовлення дослідних зразків, проведення розрахунків, аналіз та узагальнення результатів, підготовка матеріалів статті, участь автора – 65%).
2. Визначення впливу пюре кропиви-яблука на якісні показники йогурту / Т. П. Синенко, Я. С. Дзюба, Н. В. Болгова, Ю. В. Назаренко, **І. О. Пуригін**, С. М. Одінцов. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2023. № 4 (54). С. 42–46. URL: <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.4.7> (Особистий внесок здобувача: участь у проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні результатів, аналізі впливу рослинних компонентів на якісні показники молочних продуктів, участь автора – 20%).
3. Використання рослинної білково-вмісною сировини в технології сирів / С. М. Одінцов, Ю. В. Назаренко, Н. В. Болгова, Т. П. Синенко, **І. О. Пуригін**. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. № 6. С. 139–146. URL: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.16> (Особистий внесок здобувача: аналіз літературних джерел, узагальнення інформації щодо використання рослинної сировини у технології молочних продуктів, участь у підготовці висновків, участь автора – 75%).
4. **Пуригін І. О.**, Назаренко Ю. В., Синенко Т. П. Вибір раціонального способу сушіння груш в умовах крафтового виробництва. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2024. № 37. С. 49–55. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-07> (Особистий внесок здобувача: проведення огляду літератури, підготовка й аналіз зразків грушевої сировини,

оцінка способів сушіння, узагальнення результатів та підготовка рукопису статті, участь автора – 75%).

5. Вплив молочної сироватки та сублімованої груші на біологічну цінність сиркових паст / **І. О. Пуригін**, Ю. В. Назаренко, Т. П. Синенко, Н. В. Болгова, Н. С. Бороzeneць. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. Т. 32, № 2. С. 382–390. URL: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i2.296625> (**Scopus, Q4**) (Особистий внесок здобувача: планування та проведення експериментальних досліджень, визначення показників якості дослідних зразків, розрахунок біологічної цінності, аналіз і узагальнення результатів, участь у підготовці статті, участь автора – 75%).

6. **Пуригін І. О.**, Назаренко Ю. В. Сиркові пасты, збагачені порошком грушевих вичавок. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2025. № 1 (59). С. 64–69. URL: <https://doi.org/10.32782/msnau.2025.1.10> (Особистий внесок здобувача: розроблення рецептурних композицій, підготовка дослідних зразків, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів і формулювання висновків, участь автора – 75%).

7. Determining the effect of nanofiltration on the nutritional and biological value of whey / **I. Puryhin**, Y. Nazarenko, T. Synenko, N. Bolhova, Y. Demydova. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 5, no. 11 (137). P. 71–78. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.339914> (**Scopus, Q3**) (Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень із нанофільтрації молочної сироватки, визначення фізико-хімічних показників, аналіз амінокислотного складу та біологічної цінності, статистичне опрацювання результатів, підготовка матеріалів статті, участь автора – 75%).

ПАТЕНТИ

Пуригін І.О., Назаренко Ю.В., Синенко Т.П. Спосіб виробництва сиркової пасты з підвищеною біологічною цінністю. Патент України на корисну модель №161973; видан. 28.01.2026, бюл. № 4/2026. (Особистий внесок здобувача:

розроблення рецептурного рішення, участь у формуванні технологічних параметрів способу, підготовка матеріалів для патентування, участь автора – 75%).

ТЕЗИ

1. Puryhin I. Increasing the biological value of cream cheese with the addition of whey concentrate. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (25-28 квітня 2023 р.). Суми, 2023. С. 509.

2. Пуригін І. Перспектива використання харчових волокон у технології сирних паст. IX Міжнародної молодіжної науково-практичної інтернет-конференції «Наука і молодь в ХХІ сторіччі». Полтавський університет економіки і торгівлі, 30 листопада 2023 р. С. 1111–1113.

3. Puryhin I. Dietary fibers in the technology of soft cheese. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05-29 лютого 2024 р.). Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С. 89-90.

4. Пуригін І. Харчові волокна в технології м'якого сиру. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.). Суми, 2024. С. 600.

5. Пуригін І.О. Інноваційні методи сушіння груш із збереження їх біологічної цінності. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-18 квітня 2025 р.). Суми, 2025. С. 382.

6. Пуригін І.О. Порошок грушевих вичавок – як функціональна добавка. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 03-28 лютого 2025 р. Запоріжжя: ТДАТУ, 2025. С. 59-60.

7. Пуригін І.О., Назаренко Ю.В. Наночіфльтрація як інструмент безвідхідної переробки та підвищення харчової цінності молочної сироватки. Наука і молодь у ХХІ сторіччі: збірник матеріалів XI Міжнародної молодіжної

науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 10 листопада 2025 року). – Полтава : ПУЕТ, 2025. С. 904.

8. Пуригін І.О. Аналіз амінокислотного складу згущеної молочної сироватки, обробленої нанофільтрацією. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (17-21 листопада 2025 р.). Суми, 2025. С. 498.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	17
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ПАСТ	26
1.1 Сучасний стан та інноваційні технології виробництва сиркових паст	26
1.2 Функціонально-технологічні властивості молочної сироватки як компонента сиркових паст.....	33
1.3 Сучасні методи концентрування та фракціонування молочної сироватки з метою виділення компонентів для підвищення харчової та біологічної цінності сиркових паст.....	36
1.4 Доцільність використання компонентів рослинного походження як функціональних інгредієнтів у технології сиркових паст	40
1.5 Сучасні методи зневоднення рослинної сировини для використання у технології сиркових паст.....	44
1.6 Вплив термічної обробки на молочні компоненти у технології сиркових виробів	48
1.7 Вплив гомогенізації на формування споживних властивостей сиркових паст	54
Висновки за розділом 1	57
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	60
2.1 Організація та методологія роботи.....	60
2.2 Об'єкт та предмет досліджень	62
2.3 Методи експериментальних досліджень	63
2.3.1 Характеристика сировини та схема отримання дослідних зразків	64
2.3.1.1 Підготовка та отримання дослідних зразків молочної сироватки.....	64
2.3.1.2 Підготовка сировини та отримання дослідних зразків порошків із груш	65
2.3.1.3 Підготовка дослідних зразків сиркових паст.....	67

2.3.1.4 Підготовка дослідних зразків для обґрунтування технологічних параметрів виробництва сиркових паст	69
2.3.1.5 Підготовка дослідних зразків для обґрунтування терміну придатності ..	73
2.3.2 Стандартні методи досліджень	74
2.3.3 Спеціальні методи досліджень	76
2.3.4 Методи математико-статистичної обробки результатів досліджень	79
Висновки за розділом 2	82
РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА СИРКОВИХ ПАСТ З ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ І КОМПОНЕНТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ	85
3.1 Характеристика УФ сиру як основного компонента сиркової пасти	85
3.2 Дослідження впливу нанофільтрації на склад і біологічну цінність молочної сироватки з метою її використання у технології сиркових паст	88
3.3 Обґрунтування використання порошку сублімованої груші як функціонального збагачувача сиркових паст	95
3.4 Обґрунтування вибору натурального стабілізатора та дослідження його впливу на якість сиркових паст	101
3.5 Дослідження впливу рецептурних композицій на показники якості сиркових паст	107
3.6 Дослідження впливу режимів термічної обробки суміші на показники якості сиркових паст	119
3.7 Дослідження впливу гомогенізації на органолептичні та структурно-механічні показники сиркових паст	125
3.8 Оптимізація параметрів технології сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження	139
3.9 Оцінка показників якості та безпечності сиркових паст	146
3.10 Обґрунтування термінів зберігання розробленої сиркової пасти	153
3.11 Удосконалена технологічна схема виробництва сиркової пасти з використанням молочної сироватки та компонентів рослинного походження ...	157

Висновки до розділу 3	163
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ПАСТ З ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ І РОСЛИННИХ КОМПОНЕНТІВ	167
4.1 Розроблення рецептури сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження.....	167
4.2 Встановлення раціональних параметрів технології виробництва сиркових паст	171
4.3 Оцінка харчової та біологічної цінності розробленої сиркової пасты.....	183
4.4 Кваліметрична оцінка якості розробленої сиркової пасты	188
4.5 Оцінка економічної ефективності впровадження розробленої технології	191
Висновки за розділом 4.....	197
ВИСНОВКИ	201
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	205
ДОДАТОК А Оптимізація експериментальних даних	219
ДОДАТОК Б Кваліметрична оцінка якості.....	228
ДОДАТОК В Патент на корисну модель.....	232
ДОДАТОК Г Технологічна інструкція на виробництво пасты сиркової з підвищеною біологічною цінністю.....	233
ДОДАТОК Д Технічні умови (проект) «Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю»	250
ДОДАТОК Е Акт впровадження результатів науково-дослідної роботи у виробничих умовах	286

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

pH – активна кислотність

U – коефіцієнт утилітарності

σ – показник порівнювальної надлишковості

АС – амінокислотний скор

БГКП – бактерії групи кишкової палички

БЦ – біологічна цінність

ВЗЗ – вологозв'язувальна здатність

ВПЗ – водопоглинальна здатність

ВУЗ – вологоутримувальна здатність

КМАФАнМ – кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів

КМС – концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації (концентрат молочної сироватки)

КРАС – коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору

КРД – камедь ріжкового дерева

КУО – колонієутворювальні одиниці

НФ – нанофільтрація

ПСГ – порошок сублімованої груші

УФ – ультрафільтрація

УФ сир – сир, вироблений ультрафільтраційним способом, з широким діапазоном вмісту жиру і сухих речовин

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток харчових технологій спрямований на створення продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності, здатних забезпечувати потреби населення у збалансованому та повноцінному харчуванні. Особливої уваги в цьому контексті набувають молочні продукти, зокрема сиркові пасти, які характеризуються високою споживною привабливістю, доброю засвоюваністю та можливістю цілеспрямованого регулювання їхнього рецептурного складу і технологічних властивостей.

Перспективним напрямом удосконалення технології сиркових паст є використання сиру кисломолочного отриманого за технологією ультрафільтрації (УФ сиру), як основи і збагачуючих компонентів таких як, концентрат молочної сироватки (КМС) та компонентів рослинного походження. Такий підхід дозволяє, з одного боку, раціонально використовувати цінну вторинну молочну сировину, а з іншого – збагачувати продукт харчовими волокнами, мінеральними речовинами та біологічно активними сполуками. Молочна сироватка є джерелом білків із високою біологічною цінністю, лактози, мінеральних речовин та інших фізіологічно важливих компонентів, однак її потенціал у технології пастоподібних молочних продуктів реалізований недостатньо повно. Використання сучасних мембранних методів оброблення, зокрема нанофільтрації, створює передумови для підвищення концентрації сухих речовин і покращення функціонально-технологічних властивостей сироватки, що розширює можливості її використання у складі сиркових паст.

Не менш важливим є залучення до рецептури компонентів рослинного походження. Традиційні сиркові пасти практично не містять харчових волокон, а вміст окремих біологічно активних речовин у них є обмеженим. Використання порошків плодово-ягідної сировини, зокрема порошку сублімованої груші, дозволяє підвищити фізіологічну цінність продукту, збагатити його клітковиною та розширити спектр функціональних властивостей. Водночас введення молочної сироватки та рослинних компонентів до складу сиркових паст потребує наукового

обґрунтування рецептурних співвідношень і технологічних параметрів, оскільки істотно впливає на органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та структурно-механічні показники готового продукту.

Актуальність теми дисертаційної роботи визначається необхідністю удосконалення технології сиркових паст на основі УФ сиру з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження, спрямованої на підвищення харчової та біологічної цінності продукту, поліпшення його споживних властивостей, забезпечення стабільної якості та подовженого терміну придатності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри технологій та безпечності харчових продуктів Сумського національного аграрного університету в межах науково-дослідної теми «Розробка технологій виробництва харчових продуктів з доданою вартістю на принципах сталого розвитку» (№ держреєстрації 0124U002836). Тема дисертації відповідає науковому напрямку досліджень кафедри в галузі харчових технологій, пов'язаному з удосконаленням технологій харчових продуктів функціонального призначення, раціональним використанням вторинної молочної сировини та розробленням інноваційних молочних продуктів із підвищеною харчовою і біологічною цінністю.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення технології сиркових паст на основі УФ сиру з використанням концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, та компонентів рослинного походження для підвищення харчової і біологічної цінності, поліпшення структурної стабільності, забезпечення якості та подовження терміну зберігання готового продукту.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан виробництва сиркових паст на основі УФ сиру, напрями удосконалення їх рецептурного складу та технології, а також наукові підходи до використання молочної сироватки і компонентів рослинного походження у пастоподібних молочних продуктах.

2. Дослідити вплив нанофільтрації на органолептичні та фізико-хімічні показники, амінокислотний склад і біологічну цінність молочної сироватки з метою обґрунтування її використання в технології сиркових паст на основі УФ сиру.

3. Обґрунтувати вибір рослинного функціонального компонента для збагачення сиркових паст на основі УФ сиру й встановити доцільність використання порошку сублімованої груші.

4. Дослідити вплив натуральних стабілізаторів на структурно-механічні та фізико-хімічні показники сиркових паст на основі УФ сиру, і обґрунтувати доцільність використання камеді ріжкового дерева.

5. Розробити рецептурні композиції сиркових паст з використанням УФ сиру, концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева, дослідити їх вплив на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність продукту.

6. Встановити раціональні технологічні параметри виробництва розробленої сиркової паст, зокрема режими термічної обробки рецептурної суміші та гомогенізації.

7. Провести математико-статистичне опрацювання експериментальних даних, побудувати регресійні моделі та обґрунтувати оптимальну рецептурну композицію і технологічні параметри виробництва розробленої сиркової паст.

8. Оцінити якість, безпечність, харчову та біологічну цінність розробленої сиркової паст, провести кваліметричну оцінку якості та обґрунтувати термін зберігання готового продукту.

9. Удосконалити виробничу технологічну схему виготовлення розробленої сиркової паст, обґрунтувати елементи системи НАССР, виконати розрахунок норм витрат сировини та оцінити економічну ефективність упровадження розробленої технології у виробництво.

Об'єкт дослідження – технологія сиркових паст на основі УФ сиру з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження.

Предмет дослідження – молочна сироватка та концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації, УФ сир, порошок сублімованої груші, стабілізатори натурального походження, камедь ріжкового дерева, рецептурні композиції розроблених сиркових паст, технологічні параметри їх виробництва, а також органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, показники харчової та біологічної цінності, якості, безпечності й терміну зберігання розробленого продукту.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використовували комплекс загальнонаукових, стандартних, спеціальних і математико-статистичних методів дослідження. Теоретичні узагальнення здійснювали на основі аналізу наукової літератури, патентної інформації та нормативної документації. В експериментальній частині застосовували органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, структурно-механічні методи, а також методи визначення амінокислотного складу та розрахунку біологічної цінності білка. Оптимізацію розроблених рецептурних композицій і технологічних параметрів здійснювали із застосуванням математичного моделювання та статистичної обробки результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в науковому обґрунтуванні та експериментальному підтвердженні доцільності удосконалення технології сиркових паст шляхом поєднання сиру, виробленого ультрафільтраційним способом (УФ сир), концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації (КМС), порошку сублімованої груші (ПСГ) та натурального гідроколоїдного стабілізатора – камеді ріжкового дерева (КРД).

У дисертаційній роботі вперше:

- науково обґрунтовано доцільність використання КМС, у технології сиркових паст на основі УФ сиру, як функціонального молочного інгредієнта, що забезпечує підвищення технологічної придатності сироватки та сприяє поліпшенню біологічної цінності білкової складової готового продукту;
- обґрунтовано використання ПСГ як рослинного функціонального компонента сиркових паст, що забезпечує збагачення продукту харчовими

волокнами, природними вуглеводами, вітамінами, мінеральними речовинами та сприяє формуванню гармонійного кисломолочно-фруктового смакового профілю;

– доведено доцільність використання КРД як натурального стабілізатора структури сиркових паст на основі УФ сиру, що забезпечує підвищення вологозв'язувальної та вологоутримувальної здатності, зменшення синерезису, формування однорідної пастоподібної консистенції та стабілізацію структури продукту під час зберігання;

– встановлено закономірності впливу рецептурних компонентів – УФ сиру, КМС, ПСГ та КРД – на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність сиркових паст;

– обґрунтовано раціональну рецептурну композицію сиркової пасти, що містить 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % КРД;

– встановлено раціональні технологічні параметри виробництва сиркової пасти: термічна обробка рецептурної суміші при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою не менше 5 хв; роторно-статорна гомогенізація при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, частоті обертання робочого органа 3000 об/хв і тривалості 3–5 хв (у виробничих умовах – двоступенева гомогенізація високого тиску за температури $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ і тиску 180–200 бар);

– розроблено науково обґрунтовану технологічну модель формування якості розробленої сиркової пасти, яка враховує взаємодію сироваткових білків, білкової матриці УФ сиру, харчових волокон ПСГ та полісахаридного стабілізатора у єдиній білково-полісахаридній системі;

– встановлено показники харчової та біологічної цінності розробленої сиркової пасти, зокрема вміст сухих речовин 36,4 %, білка – 5,0 %, жиру – 16,0 %, вуглеводів – 12,4 %, харчових волокон – 1,8 %, енергетичну цінність – 213,6 ккал/100 г, а також показники біологічної цінності білкової складової: амінокислотний скор лімітуючої амінокислоти валіну – 76,00 %, КРАС – 24,88 %, біологічна цінність – 75,12 %, коефіцієнт утилітарності – 0,72, показник порівнювальної надлишковості – 0,15;

– науково обґрунтовано термін зберігання термізованої сиркової пасти у герметичній споживчій тарі за температури (4 ± 2) °C упродовж 60 діб на основі комплексної оцінки органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних і мікробіологічних показників.

Набули подальшого розвитку наукові уявлення про формування якості пастоподібних молочних продуктів за рахунок поєднання молочної сировини, КМС, рослинних порошків із високим вмістом харчових волокон та натуральних гідроколоїдних стабілізаторів. Отримані результати розширюють наукові підходи до створення сиркових паст із підвищеною харчовою та біологічною цінністю, стабільною пастоподібною консистенцією і подовженим терміном зберігання.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробленні рецептури та удосконаленні технології термізованої сиркової пасти з використанням КМС, ПСГ та КРД, придатної для впровадження у виробничих умовах.

Розроблена рецептурна композиція передбачає використання 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % КРД. Її застосування дає змогу одержати сиркову пасту з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, наявністю харчових волокон, стабільною пастоподібною консистенцією, приємним кисломолочно-фруктовим смаком і подовженим терміном зберігання.

Практично обґрунтовано технологічні параметри виробництва сиркової пасти: попередню гідратацію ПСГ та КРД у КМС при температурі (40 ± 2) °C протягом 20 хв; термічну обробку рецептурної суміші при температурі (75 ± 2) °C з витримкою не менше 5 хв; роторно-статорну гомогенізацію при температурі (75 ± 2) °C, з частотою обертання робочого органа 3000 об/хв протягом 3–5 хв (або двоступеневу гомогенізацію високого тиску при температурі (75 ± 2) °C і тиску 180–200 бар у виробничих умовах); охолодження, фасування, доохолодження та зберігання готового продукту при температурі (4 ± 2) °C упродовж 60 діб.

Результати досліджень можуть бути використані підприємствами молочної промисловості для розширення асортименту пастоподібних молочних продуктів функціонального спрямування, раціонального використання вторинної молочної

сировини, зокрема молочної сироватки, а також для виробництва сиркових паст із поліпшеними органолептичними, структурно-механічними, харчовими та біологічними показниками.

Розроблено виробничу технологічну схему виготовлення сиркової пасти, визначено основні технологічні операції, норми витрат сировини, виробничі параметри, елементи системи НАССР і критичні контрольні точки. Для виробництва 1000 кг готового продукту з урахуванням виробничих втрат 1,5 % розраховано потребу в рецептурній суміші масою 1015,23 кг, у тому числі 700,51 кг УФ сиру, 203,05 кг концентрованої молочної сироватки, 101,52 кг ПСГ та 10,15 кг КРД.

Практичну доцільність упровадження розробленої технології підтверджено економічними розрахунками. За продуктивності виробничої лінії 1000 кг за зміну та річного обсягу виробництва 250 т повна собівартість 1 кг сиркової пасти становить 215,61 грн, прогнозна відпускна ціна з ПДВ – 310,00 грн/кг, прибуток – 42,73 грн/кг, розрахункова рентабельність продукції – 19,82 %, а термін окупності інвестицій – 0,75 року.

Результати дослідження апробовано в промислових умовах на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» (ТМ «Злагода»). За результатами роботи розроблено проєкт нормативної документації та отримано патент України на корисну модель № 161973 «Спосіб виробництва сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю». Це підтверджує прикладне значення одержаних результатів і можливість їх використання у виробництві пастоподібних молочних продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному аналізі наукових джерел, формулюванні мети і завдань дослідження, виборі напрямів експериментальної роботи, проведенні експериментальних досліджень, обробці та узагальненні результатів, розробленні рецептури й технології сиркової пасти, а також підготовці наукових праць за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на науково-практичних

конференціях, зокрема на конференціях викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, міжнародних молодіжних науково-практичних інтернет-конференціях «Наука і молодь у ХХІ сторіччі», а також на міжнародних конференціях молодих учених, присвячених технічному забезпеченню інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Практичну апробацію результатів дослідження проведено у виробничих умовах ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» (м. Дніпро), де підтверджено можливість промислового виготовлення розробленої сиркової пасти, стабільність технологічного процесу та відповідність готового продукту встановленим показникам якості й безпечності, що підтверджується актом виробничої апробації (Додаток Е).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 7 наукових статей, у тому числі статті у фахових наукових виданнях України та іноземному науковому виданні, 1 патент України на корисну модель і 8 тез доповідей на наукових конференціях

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить **287 сторінок**, з яких основний зміст роботи викладено на **187 сторінках** друкованого тексту. Робота містить **52 таблиці**, **26 рисунків**, список використаних джерел із **107 найменувань** та **6 додатків**.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ПАСТ

У розділі наведено теоретичне обґрунтування використання молочної сироватки та компонентів рослинного походження у технології сиркових паст. Розглянуто сучасний стан виробництва сиркових паст, основні напрями вдосконалення їх рецептурного складу та технології, а також наукові підходи до підвищення харчової й біологічної цінності таких продуктів.

Особливу увагу приділено аналізу поєднання УФ сиру як основи, а також функціонально-технологічних властивостей молочної сироватки, сучасних методів її концентрування та фракціонування, а також доцільності використання рослинної сировини як джерела харчових волокон і біологічно активних речовин. У розділі також узагальнено дані щодо впливу способів зневоднення рослинної сировини, термічної обробки та гомогенізації на формування якості сиркових паст. Проведений аналіз став теоретичною основою для вибору напрямів експериментальних досліджень і обґрунтування удосконаленої технології інноваційних сиркових паст з використанням молочної сироватки та компонентів рослинного походження.

1.1 Сучасний стан та інноваційні технології виробництва сиркових паст

Сиркові пасти належать до групи пастоподібних молочних продуктів, для яких характерні висока споживна привабливість, технологічна універсальність та можливість цілеспрямованого регулювання складу. У сучасній харчовій промисловості вони розглядаються не лише як традиційний продукт повсякденного споживання, а і як зручна матриця для створення продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності [1–4]. Така трансформація пов'язана зі зміною запитів споживачів, орієнтацією на функціональні продукти, а також із розвитком

технологій, що дають змогу точніше керувати текстурою, вмістом білка, жиру, сухих речовин і біологічно активних компонентів.

Традиційні технології сиркових паст ґрунтуються на використанні кисломолочної або сирної основи з подальшим змішуванням, протиранням, нормалізацією та, за потреби, внесенням смакових або структуроутворювальних компонентів. Перевагою таких підходів є відносна технологічна простота, однак вони мають і низку обмежень. Передусім ідеться про недостатню керованість консистенції, чутливість продукту до коливань складу сировини, короткий термін придатності, а також обмежені можливості істотного підвищення біологічної цінності без порушення сенсорного профілю. У літературі неодноразово підкреслюється, що традиційні схеми добре відпрацьовані для масового виробництва, однак менш ефективні, коли йдеться про створення функціонально збагачених пастоподібних продуктів із прогнозованими властивостями [3, 5].

Одним із головних інноваційних напрямів у виробництві сиркових паст є використання мембранних технологій. Насамперед це стосується ультрафільтрації та нанофільтрації, які дозволяють концентрувати молочні компоненти без інтенсивного термічного навантаження. У випадку виробництва сиру однорідної консистенції та близьких до нього пастоподібних продуктів ультрафільтрація молока або ферментованої основи дає змогу формувати більш стабільну білкову матрицю, зменшувати втрати цінних компонентів і керувати вмістом сухих речовин. Водночас сучасні дослідження показують, що сама по собі мембранна концентрація не гарантує покращення якості: зміна співвідношення білка, кальцію та вологи може як позитивно, так і негативно впливати на текстуру, намазуваність і сенсорне сприйняття продукту [1, 6, 7]. Отже, мембранні процеси слід розглядати не як універсальне рішення, а як інструмент, ефективність якого залежить від точного налаштування рецептури та технологічних режимів.

Окрему увагу в сучасних наукових працях приділяють молочній сироватці як джерелу функціонально цінних інгредієнтів для сиркових і сироподібних продуктів. Сироватка містить сироваткові білки, лактозу, мінеральні речовини та низку біологічно активних сполук, однак у традиційних технологіях значна частина

її потенціалу реалізується недостатньо. Сучасні огляди з переробки сироватки наголошують, що її глибока переробка за допомогою ультрафільтрації, нанофільтрації, діафільтрації та комбінованих мембранних схем дає змогу отримувати концентрати з високою доданою вартістю для подальшого використання у харчових системах [4, 6, 8, 9].

Разом із тим, критичний аналіз літератури свідчить, що в багатьох публікаціях сироватку розглядають переважно як джерело білка або спосіб утилізації побічних продуктів, тоді як питання її інтеграції саме в пастоподібні сиркові системи досліджено менш повно. Частина праць зосереджена на виробництві сироваткового сиру, рікотти, покриттів на основі сироваткових білків або білкових концентратів для інших видів сирів, а не на сиркових пастах як на окремій продуктивній категорії [2, 10, 11]. Тому попри значний масив робіт щодо переробки сироватки, у сфері сиркових паст усе ще залишається потреба в дослідженнях, які поєднують технологічні, харчові та структурно-механічні аспекти використання сироваткових концентратів.

Іншим потужним напрямом інновацій є використання компонентів рослинного походження. Сучасні дослідження у сфері молочних і сирних продуктів демонструють зростання інтересу до рослинних інгредієнтів як джерела харчових волокон, фенольних сполук, антиоксидантів, рослинного білка та мікронутрієнтів. При цьому для сиркових паст особливо важливо, щоб рослинний інгредієнт виконував не лише збагачувальну, а й технологічну функцію, не погіршуючи намазуваність, однорідність і загальну сенсорну прийнятність продукту [12–14]. Оглядові праці останніх років свідчать, що саме баланс між нутрієнтним збагаченням і текстурною стабільністю є головним викликом під час розроблення нових пастоподібних молочно-рослинних систем.

Критичний аналіз наукових джерел показує, що в більшості робіт, присвячених рослинним інгредієнтам у сирних продуктах, дослідники або акцентують увагу на харчовій цінності або окремо вивчають текстурні ефекти. Значно рідше обидва напрями поєднуються в межах єдиної моделі продукту. Крім того, значна частина сучасних публікацій стосується або повністю рослинних

сирних альтернатив або гібридних сирних аналогів систем, а не класичних сиркових паст на молочній основі [13, 15, 16]. Це означає, що результати таких робіт не завжди можна прямо переносити на технологію сиркових паст, де вимоги до смаку, пластичності та чистоти молочного профілю є значно жорсткішими.

У цьому контексті перспективним є використання фруктової сировини, зокрема у формі порошків. На відміну від багатьох білкових або високоліпідних рослинних інгредієнтів, фруктові порошки здатні забезпечувати помірне збагачення клітковиною та біологічно активними сполуками, зберігаючи при цьому прийнятний сенсорний профіль. Однак ефективність такого підходу істотно залежить від способу підготовки сировини. У літературі переконливо показано, що сублімаційне сушіння, порівняно з конвективним або інфрачервоним, краще зберігає колір, аромат, пористість, вітамін С і дисперсні властивості порошку [14, 17, 18]. Для продуктів типу сиркових паст це має принципове значення, оскільки від стабільності порошку залежить його рівномірний розподіл у молочній системі та відсутність небажаного комкування чи розшарування.

Інноваційні технології сиркових паст сьогодні також тісно пов'язані з концепцією «чистої етикетки» та природною стабілізацією структури. У пастоподібних молочних системах необхідно поєднати ніжну консистенцію, відсутність синерезису, достатню пластичність і триваліший термін придатності. Це зумовлює інтерес до природних гідроколоїдів, зокрема камедей, пектину, рослинних слизів та інших стабілізаторів, здатних працювати в білково-вуглеводних молочних середовищах [1, 12, 19]. Разом із тим, сучасні наукові праці свідчать, що універсального стабілізатора не існує: ефективність структуроутворення завжди визначається складом системи, рН, вмістом солей, режимами гомогенізації та термообробки.

Ще одним суттєвим трендом є подовження терміну придатності пастоподібних сирних продуктів. Для традиційних сиркових і кисломолочних сирів короткий термін зберігання залишається одним із головних технологічних обмежень. Сучасні праці вказують, що навіть для свіжих сиркових продуктів продуктів типовими є обмежені строки реалізації, тому дослідники активно

вивчають покриття на основі сироваткових білків, антимікробні композиції та м'які режими теплового оброблення, здатні стабілізувати продукт без істотного погіршення його якості [10, 11, 20]. Однак саме в сегменті сиркових паст термін придатності все ще часто залишається компромісом між безпечністю та текстурною стабільністю. Це ще раз підкреслює актуальність розроблення технологій, у яких рецептурне збагачення поєднується з технологічними режимами, орієнтованими на подовження строку зберігання.

Таким чином, аналіз сучасних наукових праць дає підстави стверджувати, що розвиток технологій сиркових паст відбувається у трьох взаємопов'язаних напрямках: удосконалення молочної основи, молочної сироватки шляхом використання мембранних процесів, залучення функціональних рослинних інгредієнтів та оптимізація структуроутворення і терміну придатності продукту. Попри значну кількість публікацій із цих питань, більшість із них розглядає зазначені аспекти окремо. Менш опрацьованим залишається поєднання концентрованої молочної сироватки, фруктових порошків і натуральних стабілізаторів саме в технології сиркових паст із подовженим терміном зберігання. Саме ця наукова прогалина визначає актуальність подальших досліджень у межах цієї дисертаційної роботи.

Аналіз асортименту сиркових паст, представлених на ринку України, свідчить, що переважна більшість продукції виготовляється на основі традиційного кисломолочного сиру. Основними виробниками є ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв», ТОВ «Данон Дніпро», ПрАТ «Яготинський маслозавод», ТОВ «Білоцерківський молочний комбінат», ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» та інші підприємства молочної галузі. Асортимент представлений як класичними сирковими пастами, так і продуктами з фруктовими, ягідними, шоколадними, ванільними та іншими смаковими наповнювачами.

Особливістю технології виробництва більшості традиційних сиркових паст є використання кисломолочного сиру, структура якого формується внаслідок кислотної коагуляції казеїну. Подальша термічна обробка сирної маси та механічне подрібнення лише частково усувають зернистість, оскільки сформована казеїнова

матриця зберігає агреговану структуру. У результаті навіть після інтенсивного механічного оброблення отримати повністю однорідну кремоподібну консистенцію без застосування спеціальних технологічних прийомів або структуроутворювачів є складно. Саме тому, щоб покращити консистенцію, виробники широко використовують стабілізатори, модифіковані крохмалі, пектини, камеді, а також ароматизатори та барвники.

Крім того, більшість фруктових сиркових паст містить доданий цукор, який виконує функції не лише смакоутворювального компонента, а й частково впливає на консистенцію та стабільність продукту. Проведений аналіз ринку свідчить, що серед продукції українських виробників практично відсутні сиркові пасти, виготовлені на основі ультрафільтраційного (УФ) сиру. Використання УФ сиру як основної білкової бази дозволяє отримувати однорідну, пластичну, кремоподібну структуру без характерної крупинчастості, що робить його перспективною основою для виробництва широкого асортименту сиркових паст, десертів, пудингів та інших пастоподібних молочних продуктів як із солодкими, так і з солоними натуральними наповнювачами.

Аналогічні тенденції спостерігаються і на світовому ринку. Провідними виробниками пастоподібних молочних продуктів є Philadelphia (Kraft Heinz), Arla Foods, Exquisa, Almette (Hochland), Buko (Arla), Valio, Hochland, Galbani (Lactalis) та інші компанії. Їх продукція представлена крем-сирами, кварком, пастоподібними сирами, свіжими сирами та десертними сирними продуктами. Більшість закордонних виробників використовує як основу сир, який виробляється із застосуванням ультрафільтрації молока або сучасних технологій концентрування молочної основи, а також сепараційних методів. Для розширення асортименту застосовують овочеві, пряні, фруктові та ягідні наповнювачі.

Окремий сегмент сучасного ринку становлять УФ сири, виготовлені із застосуванням технології ультрафільтрації молока. Використання мембранного концентрування забезпечує підвищення концентрації білків і жиру ще до процесу ферментації або ферментативно-кислотної коагуляції, що дозволяє істотно підвищити вихід готової продукції, мінімізувати втрати сухих речовин із

сироваткою та сформувати стабільну однорідну кремоподібну структуру. Завдяки цьому УФ сири характеризуються високою харчовою цінністю, рівномірною консистенцією, доброю намазуваністю та високою стабільністю органолептичних показників.

Технологія ультрафільтрації широко застосовується провідними світовими виробниками молочної продукції, зокрема Arla Foods, Lactalis, Savencia Fromage & Dairy, FrieslandCampina, Fonterra, Valio та іншими компаніями. Проте аналіз відкритих джерел свідчить, що більшість продукції, виготовленої із застосуванням ультрафільтрації, реалізується як самостійний вершковий сир або свіжий сир (залежно від вмісту жиру та сухих речовин) і лише в окремих випадках використовується як основа для виробництва десертних сиркових паст. Значна частина таких продуктів містить кухонну сіль, вершки, молочний білок, стабілізатори, емульгувальні солі та смако-ароматичні компоненти. При цьому основний акцент виробники роблять на покращенні текстурних властивостей, збільшенні виходу продукції та подовженні термінів зберігання.

Попри активне впровадження мембранних технологій у виробництво молочної продукції, аналіз сучасного асортименту, представленого на українському ринку, свідчить про обмежену кількість сиркових паст, виготовлених безпосередньо на основі УФ сиру. Особливо це стосується продуктів функціонального призначення, рецептури яких передбачають використання натуральних компонентів для формування органолептичних властивостей і підвищення харчової цінності за мінімізації кількості технологічних харчових добавок.

Таким чином, результати аналізу українського та світового ринку свідчать, що сучасний асортимент сиркових паст представлений переважно продуктами на основі традиційного кисломолочного або вершкового сиру, тоді як використання УФ сиру як основної білкової бази залишається недостатньо поширеним. Це свідчить про наявність науково-практичних передумов для розроблення нових технологій сиркових паст на основі УФ сиру, які поєднуюватимуть високу

технологічність виробництва, стабільні структурно-механічні властивості та покращені споживчі характеристики.

1.2 Функціонально-технологічні властивості молочної сироватки як компонента сиркових паст

Молочна сироватка є вторинною молочною сировиною, що утворюється під час виробництва сиру, кисломолочного сиру, казеїну та низки інших продуктів. У сучасних наукових працях її дедалі частіше розглядають не як побічний продукт, а як цінну сировинну основу для створення харчових систем із підвищеною біологічною та технологічною цінністю. Такий підхід обумовлений складом сироватки, до якого входять сироваткові білки, лактоза, мінеральні речовини, водорозчинні вітаміни та низькомолекулярні біологічно активні компоненти [21-23]. Саме поєднання нутрієнтної цінності та технологічної функціональності визначає інтерес до використання молочної сироватки у виробництві сиркових паст.

У теоретичному плані функціонально-технологічні властивості молочної сироватки як інгредієнта сиркових паст доцільно розглядати у двох взаємопов'язаних аспектах. Перший стосується її хімічного складу та біологічної повноцінності, другий – здатності впливати на структуру, текстуру, вологоутримання, емульгування, гелеутворення та стабільність багатокомпонентної молочної системи. У більшості сучасних оглядів наголошується, що саме сироваткові білки забезпечують основну частину цінних технологічних властивостей сироватки, тоді як лактоза і мінеральні речовини істотно впливають на смак, осмотичні характеристики, водозв'язування та поведінку системи під час концентрування і теплового оброблення [22, 24].

До найважливіших функціональних властивостей сироваткових білків належать висока розчинність, здатність емульгувати, піноутворювати, гелеутворювати та зв'язувати воду. Для пастоподібних молочних продуктів, зокрема сиркових паст, найбільше значення мають емульгувальні, структуроутворювальні та вологоутримувальні властивості. У білково-жирових

системах сироваткові білки можуть стабілізувати жирову фазу, зменшувати ризик розшарування, впливати на щільність і пластичність текстури, а після теплового впливу формувати додаткові міжмолекулярні зв'язки, що підвищують стабільність просторової структури продукту [23, 25]. Саме тому в сучасних роботах сироваткові білки розглядають як ефективні функціональні інгредієнти для регулювання консистенції та реологічних властивостей харчових систем.

Разом із тим, критичний аналіз наукових праць показує, що позитивний вплив молочної сироватки на консистенцію сиркових паст не є однозначним. У ряді досліджень сироваткові білки розглядаються як текстуроутворювачі, здатні підвищувати однорідність і стабільність системи, однак в інших роботах наголошується, що введення сироватки або її концентратів без попереднього коригування рецептури може призводити до надмірного розрідження, підвищення синерезису чи ослаблення типової щільності сиркової маси. Це пояснюється тим, що функціональний ефект залежить не лише від наявності сироваткового білка, а й від його концентрації, ступеня денатурації, мінерального складу, кислотності середовища, вмісту жиру та способу попередньої обробки сироватки [22, 26]. Отже, молочну сироватку не можна вважати універсальним стабілізатором структури; її використання потребує технологічної адаптації до конкретної рецептурної системи.

Особливої уваги заслуговує питання розчинності сироваткових білків. Саме висока розчинність забезпечує їхню активну участь у формуванні дисперсної структури продукту та рівномірний розподіл у водній фазі. Для сиркових паст це важливо з погляду однорідності текстури, відсутності грудкуватості та стабільності під час зберігання. Однак літературні джерела свідчать, що розчинність білків значною мірою залежить від попереднього теплового та мембранного оброблення сироватки. За інтенсивного нагрівання або глибокої денатурації частина білків втрачає функціональну активність, що може знижувати їхню здатність емульгувати та гелеутворювати [27-29]. У зв'язку з цим у сучасних технологіях перевагу надають таким способам концентрування, які мінімізують небажані зміни білкової фракції.

У цьому аспекті важливим є використання мембранних методів оброблення сироватки, насамперед ультрафільтрації та нанофільтрації. На відміну від традиційних теплових способів згущення, мембранні процеси дають змогу концентрувати сухі речовини та білкові компоненти за нижчого температурного навантаження, що сприяє кращому збереженню їхніх функціональних властивостей. Оглядові праці останніх років переконливо показують, що мембранно концентрована сироватка має вищий потенціал як інгредієнт для харчових систем порівняно з нативною сироваткою, оскільки поєднує вищу концентрацію білка з кращою технологічною керованістю [22, 29]. Для сиркових паст це означає можливість підвищити вміст сухих речовин і білкову повноцінність без надмірного внесення води в систему.

Окремо слід підкреслити роль молочної сироватки у формуванні біологічної цінності сиркових паст. Сироваткові білки характеризуються високим вмістом незамінних амінокислот, передусім лізину, лейцину, ізолейцину та валіну, а також доброю засвоюваністю. Завдяки цьому їхнє введення в рецептуру пастоподібних молочних продуктів може позитивно впливати на амінокислотний баланс готового продукту. У сучасних оглядах підкреслюється, що саме сироваткові білки часто використовують для підвищення біологічної цінності харчових систем, однак ефект залежить від їхньої кількості та способу поєднання з іншими інгредієнтами [30-32]. Для сиркових паст це особливо актуально у випадках, коли до рецептури вводять рослинні компоненти, що містять клітковину, але можуть знижувати частку повноцінного білка в загальній композиції.

Критичний аналіз сучасних праць також показує, що значна частина досліджень зосереджена на позитивних властивостях сироваткових білків, тоді як менше уваги приділяється технологічним обмеженням їх використання. Зокрема, надлишок лактози у сироватці може впливати на солодкуватий присмак продукту, осмотичні характеристики та схильність системи до небажаних змін під час теплової обробки. Мінеральний склад сироватки також має двоїстий характер: з одного боку, він підвищує харчову цінність, а з іншого – може істотно впливати на кислотну-сольову рівновагу, текстуру та стабільність молочної системи [21, 33, 34].

Саме тому сучасні технології дедалі частіше передбачають не використання нативної сироватки як такої, а її попереднє концентрування, фракціонування або часткову демінералізацію.

Для технології сиркових паст важливою є також здатність сироваткових білків взаємодіяти з іншими компонентами рецептурної системи, насамперед із казеїновими білками, жиром і гідроколоїдами. У науковій літературі показано, що характер цих взаємодій суттєво визначає текстуру продукту. За оптимального поєднання білкових фракцій і гідроколоїдів можна сформувати стабільну, ніжну і пластичну структуру, тоді як за нераціонального підбору компонентів система може ставати або надто рідкою, або, навпаки, ущільненою і нетиповою для сиркової пасты [35-37]. Отже, функціонально-технологічні властивості молочної сироватки в повному обсязі реалізуються лише в поєднанні з належним рецептурним і процесно-технологічним дизайном продукту.

Узагальнюючи результати аналізу сучасних наукових праць, можна зробити висновок, що молочна сироватка є перспективним інгредієнтом для виробництва сиркових паст завдяки високій біологічній цінності білкової складової, добрій розчинності, емульгувальним, гелеутворювальним та водозв'язувальним властивостям. Водночас її використання в технології сиркових паст не може бути механічним перенесенням рішень, розроблених для інших молочних продуктів. Ефективність сироватки визначається ступенем її попереднього оброблення, концентрацією, мінеральним складом, взаємодією з основною молочною матрицею та поєднанням з іншими рецептурними компонентами. Саме тому науково обґрунтоване використання концентрованої молочної сироватки у складі сиркових паст слід розглядати як окреме завдання, що потребує спеціальних експериментальних досліджень.

1.3 Сучасні методи концентрування та фракціонування молочної сироватки з метою виділення компонентів для підвищення харчової та біологічної цінності сиркових паст

Молочна сироватка є складною багатокомпонентною системою, у якій білки, лактоза, мінеральні речовини та низькомолекулярні біологічно активні сполуки перебувають у розчиненому або колоїдному стані. Саме тому для її ефективного використання в технології сиркових паст важливим є не лише введення сироватки до рецептури, а й попереднє концентрування або фракціонування з метою виділення компонентів, що мають найбільшу харчову й біологічну цінність [38-40]. У сучасних наукових працях цей напрям розглядається як один із ключових у глибокій переробці сироватки та створенні інгредієнтів функціонального призначення.

У технологічному аспекті методи переробки молочної сироватки можна умовно поділити на концентрування, очищення, демінералізацію та цільове фракціонування окремих речовин. Для сиркових паст найбільший інтерес становлять методи, які дозволяють підвищити частку білкових компонентів, знизити надлишкове внесення води, зменшити небажаний вплив солей і лактози на текстуру продукту та зберегти функціональні властивості білкової фракції [41-49]. З цього погляду сучасні дослідження однозначно демонструють перевагу мембранних технологій над традиційними тепловими підходами, хоча повністю відмовитися від останніх у промисловості поки що неможливо.

Традиційні методи концентрування сироватки, насамперед випарювання та сушіння, історично відіграли важливу роль у переробці вторинної молочної сировини. Їхньою основною перевагою є можливість отримання продуктів із високим вмістом сухих речовин, а також зручність транспортування й зберігання. Однак критичний аналіз сучасних праць показує, що для цілей функціонального збагачення сиркових паст ці методи мають суттєві обмеження. Вони пов'язані з термічним навантаженням на білкову фракцію, ризиком часткової денатурації сироваткових білків, зміною розчинності та потенційним погіршенням емульгувальних і гелеутворювальних властивостей [38, 40, 50]. Тому теплове концентрування доцільніше розглядати як допоміжний або завершальний етап, а не як оптимальний спосіб підготовки сироватки для пастоподібних молочних систем підвищеної біологічної цінності.

Найпоширенішим сучасним методом концентрування сироватки є ультрафільтрація і нанофільтрація. Цей процес забезпечує затримання білків і частини високомолекулярних компонентів у ретентаті при проходженні води, лактози, солей та низькомолекулярних сполук у пермеат. Саме ультрафільтрація є базовою технологією виробництва концентратів сироваткових білків та ізолятів, які широко застосовуються в харчовій промисловості [41, 42]. Для сиркових паст її значення полягає в можливості отримувати білкові концентрати зі збереженою функціональною активністю, придатні для регулювання текстури, збільшення вмісту сухих речовин і підвищення біологічної цінності білкової складової продукту.

Особливе місце серед сучасних методів займає нанофільтрація. На відміну від ультрафільтрації, вона працює в діапазоні, що дозволяє ефективніше концентрувати органічні компоненти та частково розділяти низькомолекулярні речовини, зокрема мінеральні солі. У сучасних оглядах нанофільтрацію розглядають як перспективний інструмент одночасного концентрування, часткової демінералізації та зменшення водного навантаження у сироваткових потоках [38, 41]. Для технології сиркових паст це має особливу цінність, оскільки нанофільтрована сироватка може виступати не просто джерелом білка, а концентрованим функціональним інгредієнтом із кращим балансом сухих речовин, мінералів і розчинених компонентів.

Критичний аналіз наукових праць показує, що нанофільтрація є особливо перспективною тоді, коли метою є не максимальне очищення білків, а створення технологічно зручного сироваткового концентрату для подальшого введення в рецептуру. На відміну від глибокої білкової ізоляції, такий підхід краще узгоджується з технологією сиркових паст, де потрібне не лише підвищення білкової цінності, а й збереження частини низькомолекулярних речовин, які можуть брати участь у формуванні смаку й загальної харчової цінності продукту. Водночас надлишкове збереження лактози або солей може бути небажаним, тому параметри нанофільтрації слід підбирати цілеспрямовано [38, 41, 42].

Окремим напрямом є демінералізація сироватки. Для молочних систем із чутливою текстурою надлишок солей у сироватковому концентраті може бути небажаним, оскільки він впливає на смак, буферну ємність, взаємодію білків і стабілізаторів, а також на теплову стабільність. У сучасній літературі для демінералізації розглядають електродіаліз, іонообмін, а також комбінації мембранних і електромембранних процесів. Перевага цих методів полягає в можливості керувати сольовим складом без повної втрати білкової фракції, однак їхніми недоліками залишаються вища складність, собівартість і, в окремих випадках, ризик зміни функціональних властивостей білків [47-49]. Для сиркових паст це означає, що демінералізація є перспективною, але має бути виправдана конкретною рецептурною метою, а не застосовуватися як стандартна операція.

Отже, критичний аналіз сучасних наукових праць свідчить, що для підвищення харчової та біологічної цінності сиркових паст найбільш перспективними є не ізольовані, а інтегровані схеми переробки молочної сироватки. Саме комбінація ультрафільтрації, діалізації та нанофільтрації сьогодні розглядається як найбільш технологічно гнучкий і науково обґрунтований підхід, що дозволяє одночасно концентрувати білкову фракцію, коригувати вміст солей і лактози, а також формувати інгредієнти зі збереженими функціонально-технологічними властивостями [38, 52]. Своєю чергою, глибокі методи демінералізації та виділення окремих фракцій слід розглядати як спеціалізовані інструменти, доцільність яких визначається конкретною продуктовою концепцією.

Таким чином, сучасні методи концентрування та фракціонування молочної сироватки створюють реальні технологічні передумови для формування інгредієнтів, придатних до використання у виробництві сиркових паст підвищеної харчової та біологічної цінності. Найбільш доцільними для цієї мети є мембранні методи, які забезпечують концентрування білкової фракції за збереження її функціональних властивостей. Саме тому подальше наукове обґрунтування використання концентрованої молочної сироватки в технології сиркових паст доцільно базувати на її мембранній підготовці, зокрема із застосуванням нанофільтрації.

1.4 Доцільність використання компонентів рослинного походження як функціональних інгредієнтів у технології сиркових паст

У сучасній харчовій науці використання компонентів рослинного походження в молочних продуктах розглядається як один із найбільш перспективних напрямів підвищення їхньої функціональної цінності. Такий підхід пов'язаний із необхідністю збагачення традиційних молочних систем харчовими волокнами, поліфенольними сполуками, антиоксидантами, вітамінами та мінеральними речовинами, вміст яких у молочній сировині є обмеженим [53]. Для сиркових паст ця проблема є особливо актуальною, оскільки вони мають високу споживну привабливість і водночас технологічно придатні до введення інгредієнтів, здатних коригувати їхню харчову й біологічну цінність.

Доцільність використання рослинних інгредієнтів у технології сиркових паст зумовлена насамперед їхньою здатністю компенсувати нутрієнтні обмеження традиційних молочних продуктів. Якщо молочна основа забезпечує продукт повноцінним білком, жиром, кальцієм і рядом вітамінів, то рослинні компоненти можуть доповнювати її харчовими волокнами, фенольними сполуками, природними барвниками й антиоксидантами. Саме така комплементарність молочних і рослинних інгредієнтів лежить в основі сучасних концепцій створення комбінованих функціональних продуктів [53, 55]. Водночас наукові огляди показують, що позитивний ефект досягається лише за умови технологічно обґрунтованого підбору форми, кількості та способу внесення рослинної сировини.

Критичний аналіз літератури показує, що в технології сирних і сироподібних продуктів рослинні інгредієнти можуть виконувати кілька функцій одночасно. По-перше, вони виступають як нутрієнтні збагачувачі, підвищуючи вміст клітковини, мікронутрієнтів і біологічно активних речовин. По-друге, окремі рослинні компоненти беруть участь у формуванні текстури, оскільки їхні полісахариди або харчові волокна здатні зв'язувати воду та впливати на в'язкість і стабільність системи. По-третє, вони модифікують сенсорний профіль продукту, змінюючи його смак, аромат і колір [54-56]. Саме поєднання цих трьох функцій визначає

технологічну цінність рослинного інгредієнта, але водночас створює ризик погіршення якості, якщо хоча б один із цих ефектів виходить за раціональні межі.

У наукових працях останніх років доведено перспективність використання в молочних продуктах порошків фруктового, овочевого та побічного рослинного походження. Наприклад, для сироваткового сиру показано можливість збагачення гарбузовим порошком, багатим на клітковину, каротиноїди та мінеральні речовини, без істотного погіршення прийнятності продукту за помірною рівня внесення. У системах мазких сирів продемонстровано перспективність використання оливкової кісточки як джерела клітковини: така добавка покращувала нутрієнтний профіль і намазуваність, але водночас впливала на текстурне сприйняття, що вказує на необхідність дуже точного дозування [55-58]. Отже, сучасні дослідження підтверджують загальну ефективність рослинних збагачувачів, але водночас свідчать, що їхня технологічна доцільність завжди залежить від дози.

Окремої уваги заслуговує використання фруктових компонентів у сирах та споріднених продуктах. Дослідження з додаванням м'якоті зизифусу до сиру показало, що зі збільшенням частки фруктового компонента зростали вихід продукту та вологість, але водночас знижувалися вміст білка й жиру, а зміни текстури та сенсорного сприйняття ставали дедалі помітнішими. Це добре ілюструє загальну закономірність, характерну і для сиркових паст: рослинний інгредієнт може одночасно підвищувати функціональну цінність та ускладнювати збереження традиційної текстури молочного продукту [56]. Саме тому в технології сиркових паст доцільними є не будь-які рослинні добавки, а лише ті, що забезпечують позитивний баланс між збагаченням і стабільністю системи.

У сучасних оглядах, присвячених новим спредам і пастоподібним продуктам, підкреслюється, що найбільш перспективними є рослинні інгредієнти, які поєднують високу харчову цінність із відносно нейтральним або гармонійним сенсорним профілем. Для сиркових паст це особливо важливо, оскільки надто інтенсивний смак, запах або колір рослинної добавки може істотно знизити споживчу прийнятність продукту. З цього погляду фруктова сировина має перевагу

над багатьма овочевими чи бобовими інгредієнтами: вона частіше формує прийнятний смако-ароматичний фон у поєднанні з молочною основою [54, 58]. Саме тому в межах сиркових паст функціонально доцільніше розглядати фруктові порошки, зокрема одержані м'якими способами сушіння, ніж, наприклад, білково-рослинні ізоляти або грубі висівкові компоненти.

Водночас не всі рослинні інгредієнти однаково придатні для молочних пастоподібних систем. Сучасні праці щодо сирних аналогів та рослинних замінників сиру демонструють, що рослинні білки, крохмалі та полісахариди можуть суттєво змінювати структуру продукту, але далеко не завжди відтворюють властивості молочної системи. У багатьох випадках вони формують або занадто щільну, або надто клейку, пастоподібну, але нетипову для сиркових продуктів текстуру. Крім того, значна частина комерційних рослинних сирних аналогів характеризується нижчим білковим профілем або гіршим сенсорним сприйняттям порівняно з молочними зразками [59-61]. Це свідчить про те, що для технології саме сиркових паст більш обґрунтованим є не заміщення молочної основи рослинною, а її функціональне доповнення рослинними інгредієнтами в раціональних кількостях.

Наукові дані також показують, що перспективність рослинного компонента визначається не лише його хімічним складом, а й фізичною формою. Порошкоподібні інгредієнти мають суттєві переваги для сиркових паст, оскільки забезпечують зручність дозування, рівномірність внесення та можливість точнішого регулювання рецептури. Особливо це стосується порошків, одержаних із фруктової сировини, де важливими є дисперсність, сипкість, стабільність кольору та низька схильність до злежування [53, 62]. Саме тому в сучасних роботах велика увага приділяється не лише самому вибору рослинної сировини, а й способу її попередньої обробки, зокрема сушінню та подрібненню.

Важливим аргументом на користь використання компонентів рослинного походження у сиркових пастах є також можливість підвищення антиоксидантного потенціалу продукту. Багато фруктових і овочевих порошків містять поліфеноли, органічні кислоти, каротиноїди та інші сполуки, які можуть виконувати біологічно

активну функцію. Однак критичний аналіз літератури свідчить, що підвищення антиоксидантної активності не завжди прямо корелює з сенсорною прийнятністю: часто оптимальний з точки зору біоактивних сполук рівень внесення виявляється вищим за рівень, допустимий для збереження бажаної консистенції чи смаку [57-62]. Отже, в технології сиркових паст раціональне використання рослинних інгредієнтів має ґрунтуватися на компромісі між функціональним збагаченням і споживною привабливістю.

Для обґрунтування доцільності використання рослинних компонентів у технології сиркових паст важливо враховувати і сучасний тренд на переробку побічної рослинної сировини. Багато оглядів наголошують на потенціалі фруктових і овочевих вичавок, шротів, волокнистих залишків та інших вторинних ресурсів як джерел функціональних інгредієнтів для молочних продуктів. Це відкриває можливості не лише для підвищення харчової цінності, а й для формування ресурсозберігаючих технологій [53, 57, 62]. Проте саме в пастоподібних сирних продуктах використання таких інгредієнтів потребує ще більш ретельного контролю дисперсності, кольору та текстури, ніж у твердих або плавлених сирах.

Узагальнюючи сучасні наукові праці, можна стверджувати, що використання компонентів рослинного походження в технології сиркових паст є науково й технологічно доцільним за умови дотримання кількох принципів. По-перше, рослинний інгредієнт повинен компенсувати нутрієнтні обмеження молочної основи, насамперед за рахунок харчових волокон і біологічно активних сполук. По-друге, він має бути сенсорно сумісним із сирковою пастою. По-третє, його фізична форма і ступінь попередньої підготовки повинні забезпечувати рівномірне введення та стабільність структури продукту. І нарешті, кількість рослинного інгредієнта повинна визначатися експериментально, оскільки саме передозування є найчастішою причиною погіршення консистенції й загальної прийнятності сиркових паст.

Таким чином, компоненти рослинного походження слід розглядати як перспективні функціональні інгредієнти у технології сиркових паст. Їхнє

використання відкриває можливості для збагачення продукту клітковиною, антиоксидантами та іншими біологічно активними речовинами, однак потребує науково обґрунтованого вибору виду сировини, її форми, способу підготовки та рівня внесення. Саме тому подальші дослідження в цій сфері мають бути спрямовані не лише на пошук нових рослинних компонентів, а й на встановлення їхньої оптимальної сумісності з молочною основою інноваційних сиркових паст.

1.5 Сучасні методи зневоднення рослинної сировини для використання у технології сиркових паст

Зневоднення рослинної сировини є одним із ключових етапів її підготовки до використання в технології сиркових паст, оскільки саме цей процес значною мірою визначає стабільність, дисперсність, сипкість, колір, аромат, вміст біологічно активних речовин і технологічну придатність порошкоподібного інгредієнта. Для пастоподібних молочних систем це має принципове значення: рослинний компонент повинен не лише зберігати свою нутрієнтну цінність, а й бути придатним до рівномірного внесення в молочну основу без утворення грудок, розшарування або надмірного погіршення консистенції [65]. Саме тому в сучасних наукових працях методи зневоднення розглядають не лише як способи консервування сировини, а й як інструмент керування її подальшими функціонально-технологічними властивостями.

Критичний аналіз літератури показує, що найбільш поширеними методами зневоднення рослинної сировини є конвективне сушіння гарячим повітрям, інфрачервоне сушіння, вакуумне сушіння, сублімаційне сушіння, сушіння в пінному шарі, комбіновані інфрачервоно-конвективні та мікрохвильово-асистовані методи. Кожен із них має свої переваги та обмеження, а їхній вибір залежить від мети використання сировини, чутливості цільових компонентів до температури, бажаної структури порошку, економічних можливостей і масштабу виробництва. При цьому для технології сиркових паст найбільший інтерес становлять не просто високий ступінь зневоднення, а збереження природного смако-ароматичного

профілю, кольору, біоактивних речовин і здатності порошку до повторного диспергування.

Конвективне сушіння гарячим повітрям є найбільш традиційним і технологічно доступним методом. Його переваги полягають у відносній простоті обладнання, можливості масштабування та прийнятній собівартості. Саме тому воно широко використовується для сушіння фруктових та овочових сировини у промислових умовах. Водночас сучасні оглядові праці вказують, що цей метод має істотні обмеження, зокрема тривалий час сушіння, підвищене термічне навантаження, ризик потемніння, втрати летких ароматичних речовин та зниження вмісту термолабільних сполук, насамперед вітаміну С і частини поліфенолів [66]. Для сиркових паст це означає, що конвективно висушені фруктові порошки можуть мати гіршу сенсорну сумісність з молочною основою та нижчу функціональну цінність порівняно з порошками, одержаними м'якшими методами.

Інфрачервоне сушіння розглядають як більш інтенсивну альтернативу конвективному. Його головною перевагою є пришвидшення процесу завдяки безпосередньому поглинанню енергії продуктом, що дозволяє скоротити тривалість сушіння і в окремих випадках краще зберегти якісні характеристики сировини. Проте критичний аналіз наукових праць свідчить, що переваги інфрачервоного сушіння істотно залежать від довжини хвилі, інтенсивності випромінювання, товщини шару продукту та поєднання з конвекцією або тепловим насосом. За нераціонального підбору параметрів воно може призводити до локального перегрівання, нерівномірного висушування та погіршення кольору [70]. Отже, інфрачервоне сушіння є технологічно перспективним, але його застосування для підготовки сировини саме до сиркових паст потребує індивідуальної оптимізації.

Вакуумне сушіння розглядають як м'якший метод, придатний для зневоднення термолабільної рослинної сировини. За рахунок зниженого тиску температура випаровування вологи зменшується, що дозволяє краще зберігати колір, аромат і частину біоактивних речовин порівняно з конвективним сушінням. Однак у сучасних роботах підкреслюється, що вакуумне сушіння поступається

сублімаційному за збереженням мікроструктури й пористості продукту, а також часто потребує складнішого обладнання та вищих капітальних витрат [68]. Для сиркових паст цей метод може бути проміжним компромісом між якістю та вартістю, але не завжди забезпечує властивості порошку, потрібні для максимально рівномірного розподілу в пастоподібній молочній системі.

Сублімаційне сушіння в більшості сучасних оглядів і порівняльних досліджень визнається найбільш ефективним методом зневоднення сировини, чутливої до температури. Його головною перевагою є мінімізація термічного пошкодження продукту, а також високий рівень збереження кольору, аромату, мікроструктури, пористості, вітамінів і фенольних сполук. Для фруктової сировини це має принципове значення, оскільки сублімований порошок зазвичай характеризується кращою регідратаційною здатністю, меншою схильністю до комкування та більшою наближеністю органолептичних характеристик до нативного продукту [67-69]. Саме ці властивості є найбільш цінними для використання у сиркових пастах, де рослинний компонент має зберігати свій функціональний потенціал і водночас бути технологічно зручним.

Водночас критичний підхід до літератури не дозволяє вважати сублімаційне сушіння безумовно найкращим у всіх випадках. Його основними недоліками залишаються висока енергоємність, тривалий процес і значна собівартість. Саме тому сучасні праці дедалі частіше акцентують увагу на пошуку компромісних або комбінованих рішень наприклад, атмосферного сублімаційного сушіння, інфрачервоно-теплонасосних схем, мікрохвильово-вакуумних комбінацій, які мають знизити енерговитрати при збереженні прийнятної якості продукту [75, 76]. Однак для сировини, яка використовується у порівняно невеликих кількостях як функціональний інгредієнт у сиркових пастах, саме сублімаційне сушіння часто залишається найбільш виправданим з погляду якості кінцевого порошку.

Окрему увагу в сучасних дослідженнях приділяють сушінню в пінному шарі. Ця технологія вважається перспективною для рідких, напіврідких, високосахаристих і в'язких фруктових систем, які важко сушити традиційними способами. Завдяки попередньому спінюванню продукт набуває великої питомої

поверхні, що значно прискорює видалення вологи та дає змогу зменшити теплове навантаження. Наукові праці останніх років показують, що сушіння в пінному шарі є енергоефективнішим за сублімаційне та може забезпечувати кращу якість, ніж звичайне конвективне сушіння, особливо для фруктових соків і пюре [71-73]. Однак для використання в сиркових пастах ця технологія має й обмеження: остаточні властивості порошку суттєво залежать від піноутворювача, товщини шару, температури сушіння та стабільності піни, а додаткові піноутворювальні агенти можуть бути небажаними в рецептурі функціонального молочного продукту.

У сучасних оглядах помітне місце посідають комбіновані методи сушіння, які поєднують переваги кількох процесів. Ідеться, зокрема, про інфрачервоно-конвективне, мікрохвильово-інфрачервоне, інфрачервоно-теплонасосне та інші гібридні режими. Їхня основна ідея полягає в скороченні тривалості сушіння та зменшенні енерговитрат за прийнятного рівня збереження якості. Критичний аналіз літератури свідчить, що такі технології є дуже перспективними, але для багатьох фруктових порошків ще бракує достатньої кількості даних щодо стабільності під час зберігання, сипкості, поведінки під час диспергування в складних харчових системах і сумісності з молочною основою [73, 74]. Саме тому їхня промислова доцільність для сиркових паст поки що потребує додаткового обґрунтування.

Для технології сиркових паст ключовими критеріями оцінки методів зневоднення рослинної сировини слід вважати не лише втрати вологи та збереження нутрієнтів, а й властивості самого порошку як рецептурного інгредієнта. Серед них особливе значення мають дисперсність, сипкість, низька схильність до злежування, здатність до рівномірного змішування, стабільність кольору та відсутність сторонніх присмаків. Саме за цими параметрами сублімовані порошки, як правило, переважають продукти конвективного чи інфрачервоного сушіння, хоча останні можуть бути економічно вигіднішими [69, 78]. Отже, якщо метою є створення сиркової пасти з прогнозованою консистенцією та високою сенсорною прийнятністю, перевагу слід надавати методу, який

забезпечує найкращі технологічні властивості порошку, а не лише найнижчу собівартість сушіння.

Таким чином, сучасні методи зневоднення рослинної сировини істотно відрізняються за впливом на нутрієнтну цінність, фізичні властивості та технологічну придатність одержаних порошків. Конвективне сушіння є найдоступнішим, але поступається за якістю продукту; інфрачервоне й комбіновані методи дозволяють прискорити процес, проте потребують ретельної оптимізації; сушіння в пінному шарі є перспективним для рідких фруктових систем, однак залежить від використання допоміжних агентів; сублімаційне сушіння забезпечує найкраще збереження якості та найбільш придатні властивості порошку для використання у сиркових пастах. Саме тому для підготовки рослинної сировини, призначеної для введення до сиркових паст, найбільш обґрунтованим слід вважати застосування сублімаційного сушіння або технологічно близьких до нього м'яких методів, здатних забезпечити високий рівень збереження біологічно активних речовин і належні функціонально-технологічні властивості порошку.

1.6 Вплив термічної обробки на молочні компоненти у технології сиркових виробів

Термічна обробка є одним із ключових технологічних чинників, що визначають стан молочних компонентів, перебіг структуроутворення та стабільність сиркових виробів. У сучасних наукових працях підкреслюється, що теплова дія одночасно виконує кілька функцій: забезпечує мікробіологічну безпечність, змінює стан білкової фракції, впливає на мінеральну рівновагу, перебіг реакцій Майяра та загальну стабільність білково-вуглеводної системи [79]. Для сиркових паст це має особливе значення, оскільки навіть відносно незначні зміни структури казеїнів і сироваткових білків можуть істотно впливати на консистенцію, вологоутримувальну здатність, пластичність, намазуваність і термін придатності готового продукту.

У технології сиркових виробів молочна білкова система представлена насамперед казеїновою фракцією та сироватковими білками. У традиційному

кисломолочному сирі казеїн формує просторову агреговану матрицю, яка виникає внаслідок кислотної коагуляції. Така структура значною мірою визначає зернистість, щільність і здатність сирної маси до подальшого механічного оброблення. В УФ сирі білкова система формується в умовах попереднього концентрування молока методом ультрафільтрації, завдяки чому зберігається більша частка сироваткових білків і формується більш однорідна, пластична та кремоподібна структура. Саме тому характер теплової дії на УФ сир і рецептурні суміші на його основі має оцінюватися з урахуванням взаємодії концентрованої казеїнової матриці із сироватковими білками.

Казеїни відрізняються від сироваткових білків відносно високою термостійкістю. Їхня структура не має вираженої глобулярної організації, тому за звичайних режимів пастеризації казеїнові міцели не зазнають повної денатурації. Водночас нагрівання впливає на їхній гідратаційний стан, поверхневий заряд, розподіл колоїдного фосфату кальцію та характер міжмолекулярних взаємодій. З підвищенням температури можливе часткове переміщення кальцію і фосфатів між міцелярною та розчинною фазами, зміна розміру казеїнових агрегатів і підвищення їх здатності взаємодіяти з денатурованими сироватковими білками. Для сиркових паст це може проявлятися підвищенням щільності структури, зміною в'язкості та вологоутримування.

В УФ сирі вплив температури на казеїнову матрицю має особливе значення через підвищену концентрацію білків і сухих речовин. За помірної термічної обробки відбувається зміцнення білкової системи, підвищення її вологозв'язувальної здатності та стабілізація пастоподібної консистенції. Водночас надмірне нагрівання може спричиняти посилення міжбілкових взаємодій, укрупнення агрегатів і формування надмірно щільної, пружної або менш пластичної структури. Отже, для продуктів на основі УФ сиру важливим є встановлення такого температурно-часового режиму, який забезпечує структурну стабілізацію без втрати кремоподібності та намазуваності.

Основними компонентами молочної сироватки, чутливими до термічної обробки, є сироваткові білки, насамперед β -лактоглобулін, α -лактальбумін,

сироватковий альбумін, а також лактоза і мінеральні речовини. Серед них найбільш реакційноздатними є саме сироваткові білки, оскільки вони починають денатурувати вже за помірного нагрівання, особливо за температури понад 70 °С. У сучасних дослідженнях показано, що підвищення температури до 75 °С помітно збільшує ступінь денатурації основних сироваткових білків, а за більш інтенсивних режимів денатурація може наближатися до повної [80–83]. Це означає, що теплова обробка молочної сироватки, УФ сиру та сумішей на їх основі не може розглядатися лише як санітарний етап, оскільки вона фактично змінює функціональні властивості молочної білкової системи.

З позицій харчової хімії денатурація сироваткових білків проявляється у розгортанні глобулярної структури, експонуванні гідрофобних ділянок і сульфгідрильних груп, а надалі – у міжмолекулярній асоціації та утворенні агрегатів. Саме ці процеси визначають подальшу участь сироваткових білків у формуванні текстури сиркових виробів. Критичний аналіз літератури свідчить, що в багатьох працях денатурацію описують переважно як небажане явище, проте для сиркових систем вона не завжди має негативний характер. За раціонально підібраних умов часткова денатурація може покращувати водоутримувальну здатність, сприяти формуванню щільнішої та стабільнішої білкової матриці й зменшувати синерезис. Водночас надмірний ступінь денатурації призводить до укрупнення агрегатів, формування жорсткішої структури та погіршення намазуваності або кремоподібності продукту [84, 85].

У технології сиркових виробів важливим є не лише сам факт денатурації сироваткових білків, а й характер їх взаємодії з казеїновою матрицею. Сучасні праці показують, що термічна обробка може сприяти утворенню комплексів між β -лактоглобуліном і κ -казеїном, що суттєво змінює гелеутворення, кислотну коагуляцію та структуру готового продукту. Для сиркових паст на основі УФ сиру це означає, що теплова обробка може посилювати структурну зв'язаність системи, підвищувати вологозв'язування та стабільність, але за надмірного ступеня взаємодії білків – знижувати пластичність і кремоподібність [84, 85]. Отже, теплова

дія має оцінюватися не ізольовано щодо окремого компонента, а в контексті всієї казеїново-сироваткової системи.

Окремий напрям сучасних досліджень стосується впливу термічної обробки на текстуроутворення у сирних і сироподібних продуктах. У роботах, присвячених молочним системам на основі білого сиру та сироваткових білкових інгредієнтів, показано, що підвищення температури нагрівання призводить до формування більш компактної структури з вищою твердістю та еластичністю. Технологічно прийнятний продукт може бути отриманий і за інтенсивної теплової обробки, що свідчить про доцільність певного рівня теплового агрегування білків, але лише за умови контролю текстурних наслідків [86, 87]. Це узгоджується з ширшими оглядовими даними, згідно з якими оптимальна текстура молочних білкових систем формується в зоні контрольованої денатурації, а не за повної її мінімізації.

Для продуктів на основі УФ сиру ця закономірність є особливо важливою. Через високу концентрацію казеїну та сироваткових білків навіть невеликі зміни температури й тривалості нагрівання можуть істотно змінювати реологічні властивості системи. За помірної термічної обробки можуть підвищуватися в'язкість, пластичність і вологоутримувальна здатність, тоді як надмірне нагрівання створює ризик зернистості, надмірної пружності або ущільнення структури. Тому режим теплової обробки рецептурних сумішей на основі УФ сиру має встановлюватися експериментально з урахуванням подальшої механічної обробки та гомогенізації.

Критичний аналіз літератури дозволяє виділити ще одну важливу закономірність: тепла обробка по-різному впливає на молочні компоненти залежно від співвідношення білка, лактози та розчинних солей у системі. У сучасних дослідженнях концентратів молочного білка та інших білковмісних молочних систем показано, що теплостійкість суттєво залежить від концентрації лактози, розчинних мінералів і фосфатів [88]. Це має безпосереднє значення для сиркових паст, оскільки УФ сир і концентрована молочна сироватка формують систему з підвищеним вмістом сухих речовин, білків, лактози та мінеральних компонентів. Отже, термічна обробка повинна оцінюватися не лише за ступенем

денатурації білків, а й за впливом на сольову рівновагу, буферні властивості та кислотно-теплову стабільність продукту.

Мінеральна рівновага молочних систем суттєво впливає на стан казеїнових міцел. За нагрівання частина розчинного кальцію та фосфатів може переходити у колоїдну фазу, що змінює заряд і гідратацію казеїнових частинок. У концентрованих системах, зокрема в УФ сирі, ці зміни можуть бути більш вираженими через підвищений вміст білка і мінеральних речовин. У результаті можливе підвищення щільності білкової матриці, зменшення рухливості водної фази та зростання в'язкості. Водночас надмірне зміщення сольової рівноваги може знижувати теплостійкість і сприяти агрегуванню білків.

Лактоза як основний вуглевод молочної сироватки має подвійне значення у технології сиркових виробів. З одного боку, вона впливає на смак, осмотичні властивості та загальний вміст сухих речовин у продукті. З іншого боку, лактоза є головним субстратом для реакцій Майяра під час нагрівання, особливо за наявності вільних аміногруп білків. Сучасні праці свідчать, що за інтенсивного теплового впливу продукти реакцій Майяра можуть змінювати колір, аромат, антиоксидантні властивості та амінокислотний профіль сироваткових систем [89]. Для сиркових паст це означає, що надмірне нагрівання молочних компонентів потенційно може не лише змінювати текстуру, а й спричиняти небажане потемніння, появу нетипових смакових відтінків і зниження доступності лізину.

Разом із тим оцінка реакцій Майяра в молочних системах потребує виваженого підходу. У частині сучасних робіт наголошується, що продукти Майяра можуть надавати системі додаткових антиоксидантних властивостей, зокрема здатності зв'язувати метали та нейтралізувати вільні радикали. Однак для сиркових паст ці потенційні переваги навряд чи компенсують ризики зміни кольору, смаку та зниження біологічної повноцінності білка [89]. Тому більш раціональним є такий режим теплової обробки, за якого забезпечуються мікробіологічна стабільність і керована денатурація білків без створення умов для надмірного перебігу реакцій Майяра.

У сучасних наукових роботах також звертають увагу на вплив теплової обробки на біоактивні компоненти молока та сироватки. Оглядові джерела показують, що пастеризаційні режими спричиняють менші зміни біоактивних речовин, ніж жорсткіші режими, тоді як ультрависокотемпературна обробка або стерилізація може призводити до глибших змін у ферментах, білках і окремих амінокислотах [79, 90]. Для сиркових виробів це означає, що вибір температурного режиму має базуватися не лише на критеріях безпечності, а й на потребі збереження функціонально значущих властивостей молочних компонентів. З огляду на це, в технології сиркових паст для подовженого зберігання перспективнішими є режими термізації або помірної теплової стабілізації, а не максимально жорстке нагрівання.

Ще один важливий аспект пов'язаний із попередньою підготовкою молочних білкових систем до теплової обробки. Сучасні дослідження концентрованих молочних систем свідчать, що попередня гідратація компонентів, контрольована денатурація сироваткових білків і регульована агрегація можуть підвищувати теплостійкість продукту, поліпшувати стабільність дисперсії та зменшувати ризик неконтрольованої коагуляції під час подальшого нагрівання [90–93]. Для технології сиркових паст на основі УФ сиру це свідчить про необхідність розглядати термічну обробку як складову комплексу взаємопов'язаних операцій, що включають попередню підготовку компонентів, змішування, гідратацію, теплову обробку, гомогенізацію та охолодження.

Загалом, критичний аналіз сучасних наукових праць дозволяє зробити висновок, що вплив термічної обробки на молочні компоненти у технології сиркових виробів має багатофакторний характер. Теплова дія змінює стан казеїнової матриці, ступінь денатурації та агрегації сироваткових білків, характер їх взаємодії, мінеральну рівновагу, перебіг реакцій Майяра та, як наслідок, текстурні, сенсорні й харчові характеристики продукту. Для систем на основі УФ сиру позитивний технологічний ефект досягається лише за точного підбору температурно-часових параметрів, які забезпечують мікробіологічну стабільність, кероване структуроутворення та достатню вологоутримувальну здатність без

надмірного ущільнення структури, погіршення кремоподібності, біологічної цінності й споживних властивостей. Саме тому дослідження режимів термічної обробки УФ сиру, молочної сироватки та рецептурних сумішей на їх основі є необхідною умовою розроблення сиркових паст із прогнозованими показниками якості.

1.7 Вплив гомогенізації на формування споживних властивостей сиркових паст

Гомогенізація є однією з ключових технологічних операцій у виробництві пастоподібних молочних продуктів, оскільки безпосередньо впливає на дисперсність жирової фази, стан білкової матриці, однорідність системи, текстуру, намазуваність і загальне сенсорне сприйняття продукту. Для сиркових паст це має особливе значення, оскільки саме консистенція є однією з головних ознак їхньої якості. У сучасних наукових працях, УФ сир часто розглядаються як продукти, в яких споживні властивості формуються не лише рецептурою, а й поєднанням кислотного гелеутворення, механічного руйнування згустку, теплового оброблення та гомогенізації [94].

З технологічного погляду основний ефект гомогенізації полягає у зменшенні розміру жирових кульок і збільшенні питомої площі їхньої поверхні. У результаті цього змінюється характер взаємодії між жировою фазою та молочними білками: частина білків адсорбується на поверхні новоутворених жирових частинок, а сама дисперсна система стає більш стабільною. Для пастоподібних сирних продуктів це може забезпечувати вищу однорідність, кращу пластичність і меншу схильність до відділення вологи. Водночас літературні дані свідчать, що надмірне підвищення тиску гомогенізації не завжди є позитивним, оскільки інтенсивне руйнування жирової фази здатне змінювати баланс між кремовістю, щільністю й намазуваністю продукту [95].

Критичний аналіз сучасних праць показує, що вплив гомогенізації на сиркові пасти не є однозначним і залежить від етапу її застосування. У технології УФ сирів та споріднених продуктів гомогенізувати можна або молочну суміш до

ферментації, або сирну/сиркову масу після часткового формування структури. Ці два підходи не є еквівалентними. Попередня гомогенізація молочної суміші, як правило, сильніше впливає на формування кислотного гелю, тоді як гомогенізація згустку – на пластичність, намазуваність і візуальну однорідність кінцевого продукту [95, 96]. Саме тому результати різних досліджень не завжди можна прямо порівнювати, якщо не враховано, на якій стадії технологічного процесу проводили механічну обробку.

Особливо важливими для сиркових паст є показники намазуваності та сенсорного сприйняття текстури. У сучасному огляді з технології УФ сир підкреслено, що цей продукт є кислотно-коагульованою мікрогелевою системою, де жирова фаза, покрита білками, формує агреговані кластери різного масштабу, а сприйняття кремовості та стабільності визначається саме структурною організацією цих кластерів. Гомогенізація, змінюючи дисперсність жиру та характер білково-жирової взаємодії, безпосередньо впливає на ці властивості [94]. Отже, для сиркових паст із функціональними добавками її слід розглядати як інструмент керування саме споживними властивостями, а не лише як механічну операцію вирівнювання суміші.

У низці експериментальних праць показано, що гомогенізація може підвищувати утримання вологи та білка в сирних і сироподібних продуктах. Зокрема, для УФ сиру встановлено, що гомогенізація молока підвищувала утримання вологи та білка в сирі, хоча цей ефект був менш вираженим порівняно з інтенсивнішим попереднім тепловим обробленням молока. Це має принципове значення для сиркових паст, оскільки волога визначає не лише вихід продукту, а й його м'якість, пластичність, намазуваність і стабільність під час зберігання. Водночас надмірне утримання вологи без належної структурної стабілізації може призводити до синерезису [97]. Таким чином, позитивний ефект гомогенізації реалізується лише тоді, коли вона узгоджена з тепловими режимами та складом рецептури.

Критичний аналіз літератури також показує, що взаємодія гомогенізації з тепловим обробленням є одним із найменш однозначних аспектів технології. В УФ

сирах доведено, що вплив тиску гомогенізації на текстуру модулюється температурою попереднього нагрівання та ступенем денатурації сироваткових білків. Іншими словами, однаковий тиск гомогенізації може давати різні результати залежно від того, наскільки термічно змінено білкову систему до або після цієї операції [95-97]. Для сиркових паст, до складу яких вводять концентровану молочну сироватку, це особливо важливо, оскільки денатуровані сироваткові білки активно взаємодіють із новоутвореною поверхнею жирових частинок і казеїновою матрицею. Отже, оптимальний режим гомогенізації не може визначатися ізольовано від режиму термічної обробки.

Окремий напрям досліджень стосується гомогенізації сформованої сирної основи. Такі праці показують, що підвищення тиску гомогенізації сирної основи може змінювати модулі пружності та в'язкості, підвищувати однорідність структури, але за надмірних режимів призводити до крихкості або ознак деструктуризації. Для подвійного вершкового сиру було встановлено, що тиск гомогенізації сиру істотно впливає на реологічні параметри, причому занадто високі тиски можуть надавати продукту більш «крихкий» характер [98]. Для сиркових паст це важливий висновок: гомогенізація корисна доти, доки вона покращує пластичність і кремовість, але стає небажаною, коли починає руйнувати тонко збалансовану просторову структуру продукту.

Важливо також враховувати, що гомогенізація впливає не лише на текстуру, а й на сенсорне сприйняття смаку та аромату. У роботах із УФ сиром зазначено, що зміна мікроструктури внаслідок різного тиску гомогенізації позначалася на сприйнятті жирності, кремовості, липкості та інших його характеристиках. Це пояснюється тим, що дисперсність жиру та зв'язування вологи визначають не лише механічні характеристики продукту, а й його трибологічну поведінку в ротовій порожнині [99-102]. Таким чином, гомогенізація є одним із чинників, що формують тактильний профіль сиркових паст, а отже, має оцінюватися за комплексом інструментальних і сенсорних показників.

Сучасні дослідження також свідчать про перспективність двоступеневої або комбінованої гомогенізації, особливо в системах, де поряд із молочними білками

присутні полісахариди або харчові волокна. Для молочних систем з додаванням гідроколоїдів показано, що одностадійна та двостадійна гомогенізація можуть по-різному впливати на текстуру, стабільність і в'язкість. Для сиркових паст із компонентами рослинного походження це має особливе значення, оскільки частинки рослинного порошку й гідроколоїдний стабілізатор взаємодіють із білково-жировою матрицею, а гомогенізація визначає ступінь їхнього механічного розподілу в системі [103]. Отже, у багатокомпонентних сиркових пастах режим гомогенізації повинен підбиратися не лише під молочну основу, а й під усю композицію рецептури.

Підсумовуючи аналіз сучасних наукових праць, можна стверджувати, що гомогенізація є одним із найважливіших інструментів формування споживних властивостей сиркових паст. Вона визначає однорідність, щільність, кремовість, намазуваність, утримання вологи, реологічну поведінку та сенсорні властивості продукту. Разом із тим, її вплив є багатофакторним і не може розглядатися як лінійно позитивний: надмірне підвищення інтенсивності гомогенізації здатне погіршувати пластичність, роблячи продукт надмірно щільним або навіть крихким. Саме тому в технології сиркових паст гомогенізацію слід розглядати як параметр тонкого налаштування структури, який має оптимізуватися спільно з рецептурою, тепловим режимом і стабілізуючими інгредієнтами.

Висновки за розділом 1

У результаті аналізу наукових джерел встановлено, що сучасний розвиток технологій сиркових паст характеризується переходом від традиційних підходів до інноваційних рішень, спрямованих на підвищення харчової та біологічної цінності, удосконалення консистенції, подовження терміну придатності та розширення асортименту продуктів функціонального призначення. Найбільш перспективними напрямками є використання мембранних методів перероблення молочної сировини (зокрема УФ і НФ), залучення компонентів рослинного походження та оптимізація технологічних режимів, що формують споживні властивості пастоподібних молочних продуктів.

Встановлено, що молочна сироватка є цінною вторинною молочною сировиною, яка містить функціонально значущі білки, лактозу, мінеральні речовини та інші біологічно активні компоненти. Її використання у технології сиркових паст є доцільним не лише з позицій раціонального використання сировинних ресурсів, а й як засіб підвищення біологічної цінності продукту. Разом із тим аналіз літератури показав, що ефективність використання сироватки визначається способом її попередньої підготовки, концентрацією сухих речовин за допомогою НФ, мінеральним складом і здатністю інтегруватися в білково-жирову систему сиркової паст.

Показано, що серед сучасних методів перероблення молочної сироватки, з метою використання у технології сиркових паст, найбільш перспективними є мембранні технології, насамперед нанофільтрація, які забезпечують концентрування білкової фракції за збереження її функціонально-технологічних властивостей. Саме нанофільтрація розглядається як особливо перспективний метод одержання концентрованої сироватки, придатної для використання у складі сиркових паст, оскільки дозволяє підвищити вміст сухих речовин і білкових компонентів без надмірного термічного навантаження.

Узагальнення сучасних наукових праць дало змогу встановити, що компоненти рослинного походження є перспективними функціональними інгредієнтами у технології сиркових паст, оскільки здатні збагачувати продукт харчовими волокнами, поліфенольними сполуками, вітамінами та іншими біологічно активними речовинами. Водночас літературні дані свідчать, що позитивний ефект рослинних добавок можливий лише за умови їх технологічної сумісності з молочною основою та раціонального дозування, оскільки надлишкове внесення може погіршувати консистенцію, колір і загальну сенсорну прийнятність продукту.

На основі аналізу методів зневоднення рослинної сировини встановлено, що для використання у технології сиркових паст найбільш придатними є порошкоподібні інгредієнти, отримані м'якими способами сушіння, які забезпечують збереження кольору, аромату, біологічно активних речовин і

належних фізико-технологічних властивостей. Серед розглянутих методів найкращі передумови для одержання якісного рослинного порошку створює сублімаційне сушіння, оскільки воно забезпечує високу пористість, сипкість, низьку схильність до злежування та кращу придатність порошку до використання в пастоподібних молочних системах.

Встановлено, що термічна обробка УФ сиру та молочної сироватки є важливим чинником формування якості високобілкових сиркових виробів. Теплова дія визначає ступінь денатурації сироваткових білків, характер їх взаємодії з казеїновою матрицею, вологоутримувальну здатність, текстуру та мікробіологічну стабільність продукту. Аналіз наукових праць свідчить, що для сиркових паст найбільш доцільними є режими, які забезпечують контрольовану денатурацію білкової фракції без надмірного ущільнення структури та погіршення органолептичних властивостей.

Показано, що гомогенізація є важливим технологічним інструментом формування споживних властивостей сиркових паст, оскільки впливає на однорідність, пластичність, кремоподібність, намазуваність і стабільність структури продукту. Разом із тим аналіз літератури підтвердив, що ефективність гомогенізації визначається її інтенсивністю, стадією застосування та поєднанням із тепловим обробленням і рецептурним складом. Це обґрунтовує необхідність окремого вивчення режимів гомогенізації при розробленні сиркових паст зі збагаченим складом.

Таким чином, проведений аналіз наукових джерел підтвердив доцільність і актуальність вивчення обраної теми дисертаційної роботи. Поєднання УФ сиру, КМС та компонентів рослинного походження у складі сиркових паст відповідає сучасним науковим і прикладним тенденціям у галузі харчових технологій, проте питання комплексного обґрунтування такої технології, з урахуванням складу сировини, методів її підготовки, режимів термічної обробки, гомогенізації та стабілізації структури, залишається недостатньо опрацьованим. Саме це зумовлює наукову новизну, практичну значущість і необхідність подальших експериментальних досліджень за темою дисертації.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У розділі наведено організацію, методологію та методи проведення досліджень, покладені в основу виконання дисертаційної роботи. Викладено загальний підхід до планування експерименту, визначення об'єкта і предмета досліджень, характеристику використаної сировини та методи, застосовані для оцінювання органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, мікробіологічних показників, а також харчової і біологічної цінності сиркових паст.

Структуру розділу побудовано відповідно до поставлених завдань дослідження та логіки виконання роботи. Подані методи забезпечують можливість комплексної оцінки впливу концентрованої молочної сироватки і компонентів рослинного походження на якість сиркових паст, а також обґрунтування раціональних рецептурних і технологічних параметрів їх виробництва.

2.1 Організація та методологія роботи

Експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи виконувалися на базі Сумського національного аграрного університету, зокрема на факультеті харчових технологій та в Центрі колективного користування науковим обладнанням. Окремі аналітичні визначення, які потребували спеціалізованого обладнання або підтверджувального лабораторного контролю, проводилися у приватних лабораторіях за попередньою домовленістю.

Схема проведення науково-дослідної роботи з удосконалення технології сиркових паст на основі УФ сиру з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження представлена на рис. 2.1.

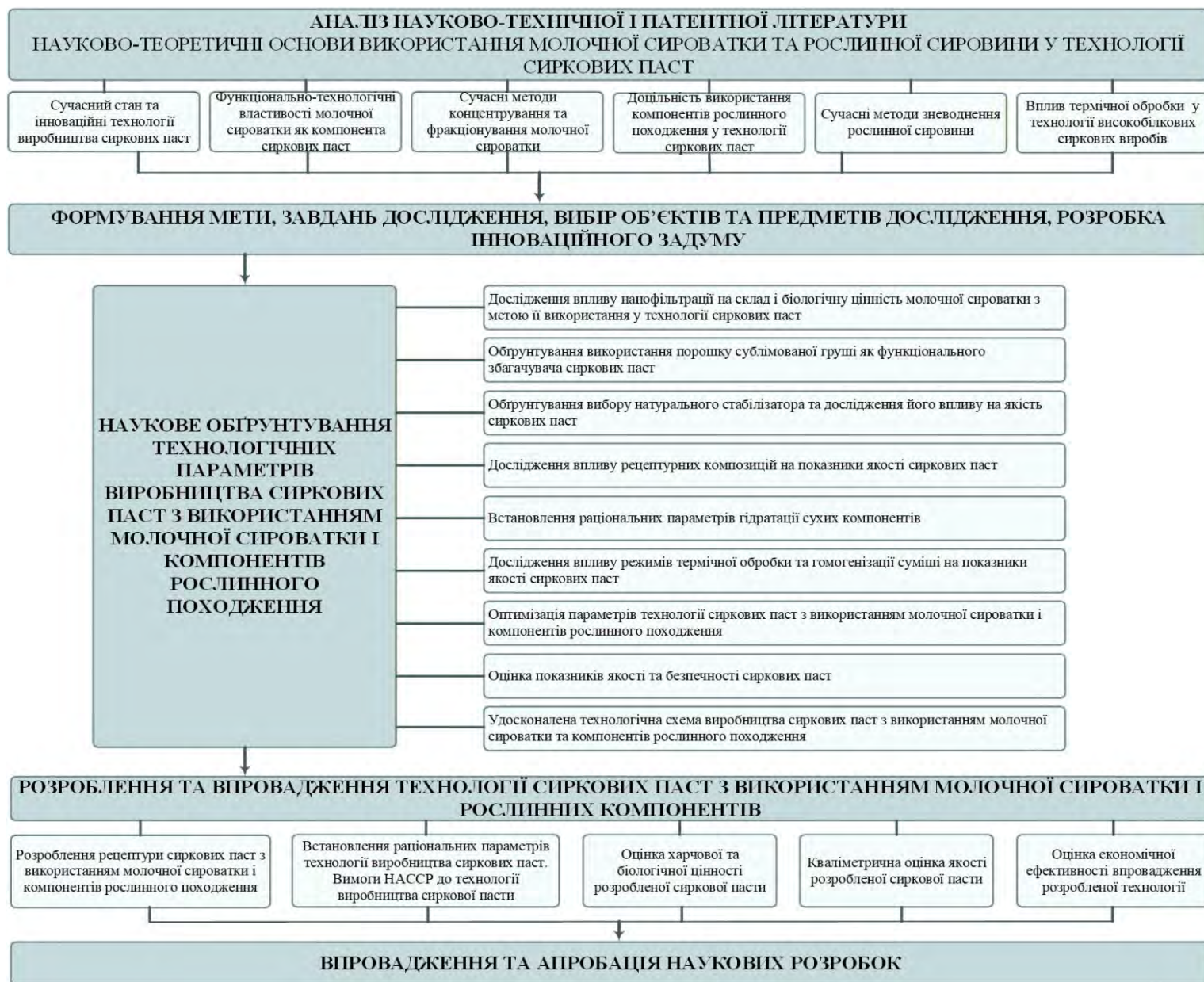


Рис. 2.1. Програма досліджень

Організація та методологія роботи були сформовані відповідно до мети дисертаційного дослідження, що полягала в удосконаленні технології сиркових паст на основі УФ сиру з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження. Методологічною основою роботи є системний підхід до розроблення харчового продукту, який передбачає послідовне поєднання теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, математичного моделювання, технологічного обґрунтування та виробничого опрацювання.

Методологія роботи ґрунтувалася на комплексному підході до оцінювання якості сиркових паст. У процесі дослідження застосовували органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, біохімічні, розрахункові та статистичні методи. Оцінювання результатів проводили з урахуванням взаємозв'язку між складом сировини, параметрами технологічного процесу та показниками якості готового продукту.

2.2 Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт дослідження – технологія сиркових паст на основі УФ сиру з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження.

Предмет дослідження – молочна сироватка та концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації, УФ сир, порошок сублімованої груші, стабілізатори натурального походження, камедь ріжкового дерева, рецептурні композиції розроблених сиркових паст, технологічні параметри їх виробництва, а також органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, показники харчової та біологічної цінності, якості, безпечності й терміну зберігання розробленого продукту.

Вибір об'єкта дослідження зумовлений необхідністю удосконалення технології сиркових паст шляхом раціонального використання молочної сироватки як цінної вторинної молочної сировини та компонентів рослинного походження як джерела харчових волокон, природних вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин. Такий підхід відповідає сучасним напрямкам розвитку харчових технологій, пов'язаним із комплексним використанням сировинних ресурсів, підвищенням

харчової та біологічної цінності продуктів і розширенням асортименту кисломолочних продуктів функціонального спрямування.

У межах дослідження УФ сир розглядали як основну білково-жирову основу сиркової пасти, що забезпечує формування характерної пастоподібної консистенції та молочно-вершкового смаку. КМС використовували як функціональний молочний інгредієнт, здатний збагачувати продукт сироватковими білками, лактозою та мінеральними речовинами. ПСГ досліджували як рослинний збагачувач і смако-ароматичний компонент, а КРД – як натуральний стабілізатор консистенції.

Предмет дослідження охоплює рецептурні, технологічні та якісні аспекти формування сиркових паст. У роботі досліджували вплив КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева на кислотність, масову частку вологи, ВЗЗ, виділення сироватки, ефективну в'язкість, мікробіологічну безпечність, харчову та біологічну цінність сиркових паст. Окрему увагу приділяли встановленню раціональних параметрів попередньої гідратації сухих компонентів, термічної обробки, роторно-статорної гомогенізації, фасування та зберігання готового продукту.

2.3 Методи експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження проводили з метою наукового обґрунтування рецептурних і технологічних параметрів виробництва сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження. Методичну частину роботи побудовано відповідно до логіки виконання дослідження: від вивчення властивостей окремих сировинних компонентів до розроблення рецептури, оптимізації технологічних режимів, оцінки якості, безпечності, харчової та біологічної цінності готового продукту.

Під час виконання роботи застосовували органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, біохімічні, розрахункові та статистичні методи дослідження. Сукупність використаних методів забезпечувала комплексну оцінку впливу КМС, ПСГ та КРД на формування якості сиркових паст, а також дали змогу встановити раціональні параметри їх виробництва.

2.3.1 Характеристика сировини та схема отримання дослідних зразків

Для проведення експериментальних досліджень використовували молочну та рослинну сировину, функціонально-технологічні властивості якої відповідали меті роботи та дозволяли формувати сиркові пасти з підвищеною харчовою і біологічною цінністю. Вибір сировинних компонентів здійснювали з урахуванням їх хімічного складу, технологічної придатності, стабільності під час оброблення та впливу на якість готового продукту.

2.3.1.1 Підготовка та отримання дослідних зразків молочної сироватки

Як додатковий молочний компонент використовували молочну сироватку, одержану під час виробництва твердих сирів та кисломолочного сиру. Зокрема, сироватка, отримана під час виробництва твердих сирів, була позначена як зразок А1, а сироватка, одержана під час виробництва сиру кисломолочного, – як зразок В1.

Для вивчення впливу мембранного концентрування на показники якості та біологічної цінності молочної сироватки частину вихідних зразків піддавали згущенню методом мембранного розподілу з використанням установки нанофільтрації типу АВ (Automatic Basic). У результаті обробки було одержано концентровані зразки: А2 – нанофільтраційний концентрат сироватки, одержаної під час виробництва твердих сирів, та В2 – нанофільтраційний концентрат сироватки, одержаної під час виробництва сиру кисломолочного.

Усі дослідні зразки були надані підприємством ТОВ «Богодухівський молзавод» (м. Богодухів, Харківська область, Україна), на базі якого здійснювали відбір сировини та одержання її нанофільтраційних концентратів. Використання сироватки промислового походження забезпечувало наближення умов дослідження до реальних виробничих умов та підвищувало практичну значущість одержаних результатів.

Таблиця 2.1

Матриця дослідних зразків молочної сироватки

Позначення зразка	Вид молочної сироватки	Технологічна обробка
A1	Сироватка, одержана під час виробництва твердих сирів	Без нанофільтрації, охолодження до температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$
B1	Сироватка, одержана під час виробництва сиру кисломолочного	Без нанофільтрації, охолодження до температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$
A2	Сироватка, одержана під час виробництва твердих сирів	Нанофільтраційне концентрування, охолодження до температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$
B2	Сироватка, одержана під час виробництва сиру кисломолочного	Нанофільтраційне концентрування, охолодження до температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$

Таким чином, для проведення експериментальних досліджень було сформовано чотири дослідні зразки молочної сироватки: два нативні зразки – A1 і B1, та два зразки після нанофільтраційного згущення – A2 і B2. Такий підхід дав змогу провести порівняльну оцінку органолептичних, фізико-хімічних і біологічних показників сироватки залежно від її походження та технологічної обробки.

2.3.1.2 Підготовка сировини та отримання дослідних зразків порошків із груш

Для проведення експериментальних досліджень як рослинну сировину використовували плоди груш сорту «Конференція», які характеризуються приємними органолептичними властивостями, достатнім вмістом природних цукрів, харчових волокон і вітамінів, що зумовлює доцільність їх використання у технології сиркових паст як функціонального збагачувача. Для одержання дослідних зразків застосовували свіжі плоди споживчого ступеня стиглості, без ознак мікробіологічного псування, механічних пошкоджень та сторонніх домішок.

Підготовку сировини до сушіння здійснювали за загальноприйнятою схемою. Плоди груш сортували за ступенем зрілості, розміром, цілісністю поверхні та відсутністю дефектів. Після цього сировину ретельно промивали питною водою для видалення механічних забруднень і залишків поверхневих домішок, обсушували, очищали від плодоніжок, насіннєвих камер та пошкоджених ділянок.

Підготовлені плоди нарізали скибочками однакової товщини, що забезпечувало уніфіковані умови тепло- і масообміну в процесі сушіння та відтворюваність результатів експерименту.

Для встановлення раціонального способу підготовки рослинного збагачувача використовували три способи сушіння груш: конвективний, інфрачервоний та сублімаційний. Конвективне сушіння здійснювали у дегідраторі WFD-K650S (WetAir, Китай), інфрачервоне – у лабораторній інфрачервоній сушарці кафедри технологій та безпечності харчових продуктів. За результатами попередніх досліджень раціональною температурою сушіння для всіх способів було прийнято (55 ± 2) °C, що забезпечувало достатню інтенсивність видалення вологи при максимальному збереженні якості сировини. Сублімаційно висушена груша була придбана у ТОВ «Галфрост» (ТУ У 15.3-34838293-001:2003).

У процесі сушіння отримували зневоднені напівфабрикати груш, які після досягнення необхідної масової частки вологи охолоджували до температури навколишнього середовища в умовах, що виключали зволоження продукту. Надалі висушені зразки подрібнювали за допомогою лабораторного млина до порошкоподібного стану. Для забезпечення однорідності дисперсного складу порошки додатково просіювали через сито з розміром отворів 0,3...0,5 мм. Отримані порошки фасували у герметичну тару, захищену від доступу вологи, світла та кисню повітря, і зберігали до моменту проведення аналітичних та технологічних досліджень.

Залежно від способу сушіння було сформовано три дослідні зразки порошоків із груш:

ПГк – порошок із груш, одержаний після конвективного сушіння;

ПГі – порошок із груш, одержаний після інфрачервоного сушіння;

ПГс – порошок із груш, одержаний після сублімаційного сушіння.

Підготовлені зразки використовували для подальшого визначення органолептичних, фізико-хімічних і технологічних показників. Контроль якості сушених груш і порошоків із них здійснювали за загальноприйнятими методиками.

Запропонована схема підготовки сировини та отримання дослідних зразків дала змогу одержати порівнювані за умовами виготовлення порошки з груш, що стало основою для подальшого наукового обґрунтування вибору сублімованого порошку як функціонального збагачувача сиркових паст.

2.3.1.3 Підготовка дослідних зразків сиркових паст

Для обґрунтування рецептурного складу та технологічних параметрів виробництва сиркових паст було сформовано кілька серій дослідних зразків. Першу серію використовували для вибору натурального стабілізатора, другу – для дослідження впливу рецептурних композицій на показники якості продукту, третю – для подальшого встановлення раціональних режимів гідратації, термічної обробки та роторно-статорної гомогенізації.

Основою для виготовлення дослідних зразків був УФ сир. До його складу вносили КМС, ПСГ та стабілізатор відповідно до заданої рецептури. Такий підхід дав змогу оцінити вплив кожного рецептурного компонента на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, а також харчову і біологічну цінність сиркових паст.

На першому етапі готували модельні зразки сиркових паст для вибору натурального стабілізатора. Як стабілізувальні компоненти досліджували КРД, гуарову камедь, низькоетерифікований пектин і ксантанову камедь. Контрольним був зразок сиркової пасти без внесення стабілізатора. Матрицю зразків для вибору стабілізатора наведено в табл. 2.2.

Підготовку модельних зразків здійснювали за єдиною технологічною схемою. До підготовленого УФ сиру вносили КМС, ПСГ і відповідний стабілізатор. Компоненти змішували до рівномірного розподілу, проводили термічну обробку, охолодження та подальшу оцінку показників якості. Оцінювання здійснювали за органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними показниками.

Таблиця 2.2

Матриця модельних зразків сиркових паст для вибору натурального стабілізатора

Зразок	УФ сир, %	КМС, %	ПСГ, %	Стабілізатор, %	Вид стабілізатора
Контроль / а	70,0	20,0	10,0	—	Без стабілізатора
б	69,0	20,0	10,0	1,0	Камедь ріжкового дерева
в	69,0	20,0	10,0	1,0	Гуарова камедь
г	69,0	20,0	10,0	1,0	Низькоетерифікований пектин
д	69,0	20,0	10,0	1,0	Ксантанова камедь

На наступному етапі було сформовано рецептурні композиції сиркових паст із різним вмістом КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева. Контрольним зразком був УФ сир без добавок. У дослідних зразках вміст КМС змінювали в межах 10–30 %, ПСГ – 5–15 %, камеді ріжкового дерева – 0,5–1,5 %. Матрицю рецептурних композицій наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Матриця рецептурних композицій дослідних зразків сиркових паст

Зразок	УФ сир, %	КМС, %	ПСГ, %	КРД, %
Контроль	100,0	—	—	—
1	84,5	10,0	5,0	0,5
2	79,0	10,0	10,0	1,0
3	73,5	10,0	15,0	1,5
4	74,0	20,0	5,0	1,0
5	69,0	20,0	10,0	1,0
6	64,5	20,0	15,0	0,5
7	63,5	30,0	5,0	1,5
8	59,0	30,0	10,0	1,0
9	53,5	30,0	15,0	1,5

Підготовку рецептурних зразків здійснювали у лабораторних умовах із дотриманням однакової послідовності технологічних операцій та сталих режимів обробки, змінюючи лише співвідношення рецептурних компонентів відповідно до матриці дослідів (табл. 2.3).

Спочатку проводили підготовку сировини: УФ сир перемішували до однорідного стану, КМС за потреби фільтрували для видалення випадкових механічних домішок і темперували до температури (40 ± 2) °С. ПСГ і КРД просіювали для руйнування грудочок, вирівнювання дисперсного складу та видалення можливих механічних включень.

Після підготовки сировини здійснювали дозування компонентів відповідно до матриці рецептурних композицій. ПСГ та КРД попередньо вносили у частину КМС і перемішували до рівномірного змочування сухих компонентів. Для забезпечення кращого диспергування та набухання полісахаридної складової сироватково-рослинну суміш витримували протягом 20 хв за температури (40 ± 2) °С. Після цього підготовлену суміш вносили до УФ сиру та перемішували до утворення однорідної рецептурної маси без видимих грудочок і локальних включень сухих компонентів.

Підготовлені рецептурні суміші піддавали термічній обробці при температурі (65 ± 2) °С з витримкою 5 хв. Термічну обробку проводили за постійного або періодичного перемішування для рівномірного прогрівання всієї маси продукту та запобігання локальному перегріванню. Після завершення термічної обробки суміш піддавали роторно-статорній гомогенізації при температурі (65 ± 2) °С, частоті обертання робочого органа 3000 об/хв і тривалості 3–5 хв. Після гомогенізації зразки охолоджували до температури 18–22 °С, фасували у харчову тару, герметично закупорювали та доохолоджували до температури (4 ± 2) °С. Підготовлені зразки використовували для визначення органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних і мікробіологічних показників, а також для оцінки харчової та біологічної цінності сиркових паст.

2.3.1.4 Підготовка дослідних зразків для обґрунтування технологічних параметрів виробництва сиркових паст

Після встановлення оптимальної рецептурної композиції подальші експериментальні дослідження були спрямовані на обґрунтування раціональних технологічних параметрів виробництва сиркової паст. Для цього використовували

рецептурну композицію зразка 5, яка містила 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

На цьому етапі послідовно досліджували вплив трьох технологічних чинників: попередньої гідратації сухих компонентів, термічної обробки рецептурної суміші та роторно-статорної гомогенізації. Підготовку зразків здійснювали так, щоб кожний наступний етап ґрунтувався на раніше встановленому раціональному режимі. Тобто дослідження термічної обробки проводили після обґрунтування режиму гідратації, а дослідження гомогенізації – після встановлення раціонального режиму гідратації та термічної обробки.

Підготовка зразків для дослідження режиму попередньої гідратації сухих компонентів. Для встановлення впливу гідратації на якість сиркової пасти готували зразки на основі рецептурної композиції зразка 5. ПСГ та КРД вносили у КМС та витримували за різних температурно-часових режимів (табл. 2.4). Після завершення гідратації підготовлену сироватково-рослинну суміш вносили в УФ сир, перемішували до однорідного розподілу компонентів. Для забезпечення порівнюваності результатів усі зразки після гідратації піддавали однакової подальшій технологічній обробці: термічній обробці при температурі $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 5 хв, роторно-статорній гомогенізації при температурі $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ і частоті обертання робочого органа 3000 об/хв протягом 3–5 хв, охолодженню до $18\text{--}22^\circ\text{C}$ та фасуванню у харчову тару.

Зразки оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними і структурно-механічними показниками. Основну увагу приділяли однорідності консистенції, наявності або відсутності грудочок, ВЗЗ, виділенню сироватки та ефективній в'язкості.

Таблиця 2.4

**Матриця дослідних зразків для встановлення режиму попередньої
гідратації сухих компонентів**

Варіант	Рецептурна основа	Спосіб підготовки ПСГ і КРД	Температура гідратації, °C	Тривалість гідратації, хв
Г0	Зразок 5	Без попередньої гідратації; сухі компоненти вносили безпосередньо у рецептурну суміш	—	—
Г1	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС	20±2	10
Г2	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС	40±2	20
Г3	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС	50±2	30

Підготовка зразків для дослідження режимів термічної обробки. Для обґрунтування раціонального режиму термічної обробки використовували рецептурну композицію зразка 5 після попередньої гідратації ПСГ і камеді ріжкового дерева у КМС протягом 20 хв за температури (40±2) °C. Підготовлену гідратовану суміш вносили в УФ сир, перемішували до однорідного стану та піддавали термічній обробці за різних температурно-часових режимів (табл. 2.5). Після термічної обробки зразки охолоджували до температури, придатної для подальшого аналізу, і визначали показники якості.

Таблиця 2.5

**Матриця дослідних зразків для встановлення режиму термічної
обробки рецептурної суміші**

Варіант	Рецептурна основа	Попередня підготовка сухих компонентів	Температура термічної обробки, °C	Тривалість витримки, хв
T1	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС при (40±2) °C, 20 хв	65±2	5
T2	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС при (40±2) °C, 20 хв	70±2	5
T3	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС при (40±2) °C, 20 хв	75±2	5
T4	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС при (40±2) °C, 20 хв	80±2	5
T5	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС при (40±2) °C, 20 хв	75±2	10
T6	Зразок 5	Гідратація ПСГ і КРД у КМС при (40±2) °C, 20 хв	80±2	10

Підготовка зразків для дослідження параметрів роторно-статорної гомогенізації. Для встановлення раціональних параметрів гомогенізації використовували зразки сиркової пасти, виготовлені за оптимальною рецептурою з попередньою гідратацією сухих компонентів при $(40\pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 20 хв і термічною обробкою при $(75\pm 2)^\circ\text{C}$ протягом не менше 5 хв. Після термічної обробки зразки піддавали роторно-статорній гомогенізації за різних температурних режимів і частоти обертання робочого органа (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Матриця дослідних зразків для встановлення параметрів роторно-статорної гомогенізації

Варіант	Рецептурна основа	Попередня технологічна підготовка	Температура гомогенізації, $^\circ\text{C}$	Частота обертання робочого органа, об/хв	Тривалість, хв
ГМ1	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	60	1500	3–5
ГМ2	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	65	1500	3–5
ГМ3	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	70	1500	3–5
ГМ4	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	75	1500	3–5
ГМ5	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	60	3000	3–5
ГМ6	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	65	3000	3–5
ГМ7	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	70	3000	3–5
ГМ8	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	75	3000	3–5
ГМ9	Зразок 5	Гідратація $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 20 хв; термічна обробка $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, 5 хв	60	4500	3–5

Варіант	Рецептурна основа	Попередня технологічна підготовка	Температура гомогенізації, °C	Частота обертання робочого органа, об/хв	Тривалість, хв
ГМ10	Зразок 5	Гідrataція (40±2) °C, 20 хв; термічна обробка (75±2) °C, 5 хв	65	4500	3–5
ГМ11	Зразок 5	Гідrataція (40±2) °C, 20 хв; термічна обробка (75±2) °C, 5 хв	70	4500	3–5
ГМ12	Зразок 5	Гідrataція (40±2) °C, 20 хв; термічна обробка (75±2) °C, 5 хв	75	4500	3–5

2.3.1.5 Підготовка дослідних зразків для обґрунтування терміну придатності

Для обґрунтування терміну зберігання досліджували зразки сиркової пасти, виготовлені за оптимізованою рецептурою та встановленими технологічними параметрами. Підготовку продукту здійснювали за технологічною схемою, що передбачала попередню гідrataцію ПСГ і камеді ріжкового дерева у частині КМС при температурі (40±2) °C протягом 20 хв, змішування з УФ сиром, термічну обробку при температурі (75±2) °C з витримкою 5 хв, роторно-статорну гомогенізацію при температурі (75±2) °C і частоті обертання робочого органа 3000 об/хв протягом 3–5 хв. Після гомогенізації зразки охолоджували до температури 18–22 °C, фасували у харчову тару, герметично закупорювали та доохолоджували до температури (4±2) °C і закладали на зберігання у холодильних умовах.

Дослідження проводили упродовж 75 діб, що дало змогу не лише оцінити стабільність продукту в межах передбачуваного терміну придатності, а й простежити зміни показників після його завершення. Контроль якості здійснювали на 0, 15, 30, 45, 60 та 75 добу зберігання.

У процесі зберігання визначали зміну органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних і мікробіологічних показників.

Таблиця 2.7

**Матриця зразків для дослідження терміну зберігання розробленої
сиркової пасти**

Позначення контрольної точки	Термін зберігання, доба	Умови зберігання
0	0	(4±2) °C, герметична споживча тара
15	15	(4±2) °C, герметична споживча тара
30	30	(4±2) °C, герметична споживча тара
45	45	(4±2) °C, герметична споживча тара
60	60	(4±2) °C, герметична споживча тара
75	75	(4±2) °C, герметична споживча тара

Критеріями встановлення рекомендованого терміну зберігання були збереження властивих органолептичних показників, відсутність ознак мікробіологічного псування, відповідність мікробіологічних показників нормативним вимогам, стабільна пастоподібна консистенція, низький рівень виділення сироватки та збереження прийнятних фізико-хімічних характеристик. За результатами досліджень рекомендований термін зберігання розробленої сиркової пасти встановлювали за останньою контрольною точкою, у якій продукт зберігав належні показники якості та безпечності.

2.3.2 Стандартні методи досліджень

Для оцінки якості сировини і дослідних зразків сиркових паст у роботі використовували стандартні методи досліджень (табл. 2.8), що застосовуються в технології молочних продуктів.

Таблиця 2.8

Стандартні методи досліджень, використані в роботі

Показник	Метод дослідження	Нормативний документ / методична основа
Зовнішній вигляд, колір, консистенція, смак, запах	Органолептичний аналіз	Загальноприйняті методики сенсорної оцінки молочних продуктів; ДСТУ ISO 6658:2005
Масова частка сухих речовин	Висушування до сталої маси	ДСТУ 8552:2015
Масова частка вологи	Висушування до сталої маси	ДСТУ 8552:2015

Показник	Метод дослідження	Нормативний документ / методична основа
Активна кислотність, рН	Потенціометричний метод	ДСТУ 8550:2015
Титрована кислотність	Титриметричний метод	Методики визначення кислотності молочних продуктів
Масова частка білка	Визначення загального азоту з перерахунком на білок, метод К'ельдаля	ДСТУ ISO 8968-1:2005
Масова частка жиру	Бутирометричний метод із використанням жиромірів	ДСТУ ISO 11870:2007
Масова частка вуглеводів	Розрахунковий метод	Розрахунок за різницею з урахуванням вмісту основних нутрієнтів
Енергетична цінність	Розрахунковий метод	Розрахунок за енергетичними коефіцієнтами Atwater / FAO
Вологозв'язувальна здатність	Центрифугування з подальшим визначенням кількості зв'язаної води	Загальноприйняті методики для пастоподібних молочних продуктів [104]
Виділення сироватки	Центрифугування / гравіметричне визначення кількості відокремленої сироватки	Загальноприйняті методики оцінки синерезису [104]
Ефективна в'язкість	Віскозиметричний метод	Методики реологічної оцінки пастоподібних харчових систем [104]
Амінокислотний склад	Метод іонообмінної колонкової хроматографії	Амінокислотний аналізатор BIOTRONIK, Німеччина, методична основа визначення амінокислот у харчових продуктах
Вміст мінеральних елементів	Метод елементного аналізу з використанням рентгенофлуоресцентного аналізу	Спектрометр ElvaX Light SDD
Вміст вітаміну С	Спектрофотометричний метод	Спектрофотометр Specord 210 Plus
Вміст вітамінів групи В	Флуориметричний метод	Спектрофлуориметр PerkinElmer FL 6500; методична основа визначення вітамінів групи В у харчових продуктах
Вміст вітаміну РР	Спектрофотометричний метод	Спектрофотометр Specord 210 Plus; методична основа визначення нікотинової кислоти у харчових продуктах
Вміст вітамінів А та Е	Метод високоефективної рідинної хроматографії з визначенням ретинолу та його похідних, токоферолів	Високоефективний рідинний хроматограф Agilent Technologies 1200, методична основа визначення вітамінів А та Е у харчових продуктах

Показник	Метод дослідження	Нормативний документ / методична основа
КМАФАнМ	Метод підрахунку колоній за температури 30 °С	ДСТУ EN ISO 4833-1:2014
Бактерії групи кишкової палички / коліформи	Метод підрахування коліформ	ДСТУ ISO 4832:2015
Дріжджі та плісняві гриби	Метод визначення дріжджів і плісневих грибів у харчових продуктах	ДСТУ 8447:2015

2.3.3 Спеціальні методи досліджень

Для поглибленої оцінки властивостей сировини та розроблених сиркових паст у роботі, поряд зі стандартними, використовували спеціальні методи досліджень. Їх застосування було зумовлене необхідністю визначення показників, які не можуть бути повною мірою охарактеризовані загальноприйнятими методами контролю якості, а саме амінокислотного складу, біологічної цінності білкової складової, харчової та енергетичної цінності, особливостей рецептурного моделювання, структурної стабільності, а також комплексної оцінки якості готового продукту.

Одним із основних спеціальних методів було дослідження амінокислотного складу молочної сироватки, КМС, та розроблених зразків сиркових паст. Ідентифікацію амінокислотного профілю проводили методом іонообмінної колонкової хроматографії з використанням автоматичного аналізатора амінокислот.

На підставі отриманого амінокислотного складу розраховували амінокислотний скор, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, біологічну цінність білка, коефіцієнт утилітарності та показник порівнювальної надлишковості. Амінокислотний скор визначали шляхом зіставлення вмісту кожної незамінної амінокислоти в 1 г досліджуваного білка з її вмістом в еталонному білку [105].

$$AS_i = \frac{A_i}{A_{ei}} \cdot 100 \quad (2.1)$$

де AS_i – амінокислотний скор (i)-тої незамінної амінокислоти, %;

A_i – вміст (i)-тої незамінної амінокислоти у досліджуваному білку, мг/г білка;

A_{ei} – вміст (і)-тої незамінної амінокислоти в еталонному білку, мг/г білка.

Лімітуючою вважали амінокислоту, для якої значення амінокислотного скору було найнижчим. Для розробленої сиркової пасти лімітуючою амінокислотою був валін.

Для комплексної характеристики збалансованості амінокислотного складу визначали коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору за формулою 2.2.

$$KРАС = \frac{\sum \Delta AS_i}{n} \quad (2.2)$$

де $KРАС$ – коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, %;

$\sum \Delta AS_i$ – різниця між амінокислотним скором (і)-тої незамінної амінокислоти та скором лімітуючої амінокислоти, %;

n – кількість незамінних амінокислот, що враховувалися під час розрахунку.

Біологічну цінність білка визначали за формулою 2.3 [106].

$$БЦ = 100 - KРАС \quad (2.3)$$

де $БЦ$ – біологічна цінність білка, %;

$KРАС$ – коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, %.

Для оцінки ступеня відповідності амінокислотного складу білка фізіологічним потребам організму визначали коефіцієнт утилітарності за формулою 2.4.

$$U = \frac{C_{min} \cdot \sum A_{ei}}{\sum A_i} \quad (2.4)$$

де U – коефіцієнт утилітарності;

C_{min} – мінімальне значення відношення вмісту незамінної амінокислоти в досліджуваному білку до її вмісту в еталонному білку;

A_{ei} – вміст (і)-тої незамінної амінокислоти в еталонному білку, мг/г білка;

A_i – вміст (і)-тої незамінної амінокислоти у досліджуваному білку, мг/г білка;

n – кількість незамінних амінокислот.

Показник порівнювальної надлишковості використовували для додаткової характеристики амінокислотного балансу білка. Він відображає надлишок окремих незамінних амінокислот відносно рівня лімітуючої амінокислоти та дає змогу

оцінити раціональність співвідношення незамінних амінокислот у білковій складовій продукту.

Показник порівнювальної надлишковості визначали за формулою 2.5.

$$\sigma = \frac{\Sigma(A_i - C_{min} \cdot A_{ei})}{\Sigma A_i} \quad (2.5)$$

де σ – показник порівнювальної надлишковості;

C_{min} – мінімальне значення відношення A_i / A_{ei} .

Оцінку енергетичної цінності сиркових паст проводили розрахунковим методом на підставі вмісту основних нутрієнтів – білків, жирів і вуглеводів – із використанням загальноприйнятих енергетичних коефіцієнтів. Розрахунок здійснювали за формулою 2.6.

$$E = 4B + 9Ж + 4В \quad (2.6)$$

де E – енергетична цінність продукту, ккал/100 г;

B – вміст білка, г/100 г;

$Ж$ – вміст жиру, г/100 г;

$В$ – вміст вуглеводів, г/100 г.

Для характеристики харчової цінності розробленої сиркової пасти також визначали вміст сухих речовин, білка, жиру, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин. Вміст вітамінів і мінеральних речовин використовували для додаткового підтвердження нутритивної цінності продукту та функціональної ролі ПСГ й КМС.

Для комплексної оцінки якості розробленої сиркової пасти застосовували кваліметричний метод [107]. При цьому формували номенклатуру показників якості, визначали коефіцієнти вагомості окремих груп показників та розраховували комплексний показник якості продукту. Комплексний показник якості визначали за формулою 2.7.

$$K = \Sigma(a_i \cdot q_i) \quad (2.7)$$

де K – комплексний показник якості;

a_i – коефіцієнт вагомості i -тої групи показників;

q_i – відносна оцінка i -тої групи показників;

$\Sigma(a_i \times q_i)$ – сума добутків коефіцієнтів вагомості та відносних оцінок показників.

2.3.4 Методи математико-статистичної обробки результатів досліджень

Математико-статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили з метою встановлення достовірності отриманих даних, оцінки впливу рецептурних і технологічних чинників на показники якості сиркових паст, побудови регресійних моделей та визначення раціональних параметрів виробництва розробленого продукту.

Первинне опрацювання експериментальних даних здійснювали з використанням програми Microsoft Excel. У середовищі Microsoft Excel проводили систематизацію результатів досліджень, формування таблиць, розрахунків середніх значень, стандартного відхилення, похибки середнього значення, коефіцієнта варіації, енергетичної цінності, окремих розрахункових показників харчової та біологічної цінності, а також побудову діаграм, профілограм і графічних залежностей.

Поглиблену статистичну обробку експериментальних даних, дисперсійний аналіз, регресійне моделювання, побудову математичних моделей другого порядку, поверхонь відгуку та оцінювання статистичної значущості отриманих моделей здійснювали у середовищі RStudio.

Експериментальні дослідження проводили у повторностях, достатніх для статистичного опрацювання результатів. Для кожного показника визначали середнє арифметичне значення, стандартне відхилення, похибку середнього значення та коефіцієнт варіації. Результати в таблицях подавали у вигляді:

$$\bar{x} \pm m \quad (2.8)$$

де $\bar{x}$ – середнє арифметичне значення показника;

m – похибка середнього значення.

Середнє арифметичне значення визначали за формулою 2.9.

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} \quad (2.9)$$

де x_i – окреме експериментальне значення показника;

n – кількість повторностей досліду.

Стандартне відхилення визначали за формулою 2.10.

$$s = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n - 1} \quad (2.10)$$

Похибку середнього значення визначали за формулою 2.11.

$$m = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.11)$$

Для встановлення достовірності відмінностей між дослідними зразками використовували дисперсійний аналіз. Оцінювання впливу рецептурних компонентів і технологічних параметрів проводили з урахуванням рівня статистичної значущості. Відмінності між зразками вважали статистично значущими за умови ($p < 0,05$).

Для аналізу впливу рецептурних чинників на показники якості сиркових паст застосовували методи регресійного аналізу. Під час моделювання враховували вміст КМС, ПСГ і камеді ріжкового дерева як основні фактори, що впливали на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні та нутритивні показники продукту. Побудовані моделі використовували для встановлення оптимальної рецептурної композиції.

Для оцінювання впливу технологічних параметрів, зокрема температури гомогенізації та частоти обертання робочого органа, використовували рівняння регресії другого порядку. Адекватність моделей оцінювали за коефіцієнтом детермінації, скоригованим коефіцієнтом детермінації, критерієм Фішера та рівнем значущості моделі.

Коефіцієнт детермінації визначали за формулою 2.12.

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}} \quad (2.12)$$

де R^2 – коефіцієнт детермінації;

SS_{res} – залишкова сума квадратів;

SS_{tot} – загальна сума квадратів.

Скоригований коефіцієнт детермінації визначали за формулою 2.13.

$$R_{adj}^2 = \frac{1 - (1 - R^2) \cdot (n - 1)}{n - k - 1} \quad (2.13)$$

де R_{adj}^2 – скоригований коефіцієнт детермінації;

n – кількість експериментальних спостережень;

k – кількість факторів моделі.

Статистичну значущість регресійної моделі оцінювали за критерієм Фішера.

$$F = \frac{MS_{reg}}{MS_{res}} \quad (2.14)$$

де F – розрахункове значення критерію Фішера;

MS_{reg} – середній квадрат регресії;

MS_{res} – середній квадрат залишку.

Для комплексного порівняння рецептурних і технологічних варіантів використовували узагальнений критерій оптимальності, який враховував сукупність показників якості: органолептичну оцінку, вологозв'язувальну здатність, виділення сироватки, ефективну в'язкість, мікробіологічну стабільність, харчову та біологічну цінність. Показники, збільшення яких позитивно впливало на якість продукту, нормували у прямій залежності, а показники, зменшення яких було бажаним, – в оберненій залежності.

Узагальнений критерій оптимальності визначали за формулою:

$$D = \sum (a_i \cdot d_i) \quad (2.15)$$

де D – узагальнений критерій оптимальності;

a_i – коефіцієнт вагомості (і)-го показника;

d_i – нормоване значення (і)-го показника;

n – кількість показників, що враховувалися під час оптимізації.

Під час оброблення результатів будували графічні залежності, діаграми, профілограми органолептичних показників, поверхні відгуку та контурні графіки. Первинні графіки, таблиці й діаграми формували у Microsoft Excel, а регресійні залежності, поверхні відгуку та статистичну оцінку моделей – у RStudio.

Висновки за розділом 2

У розділі 2 наведено організацію, методологію та методи проведення експериментальних досліджень, спрямованих на удосконалення технології сиркових паст із використанням молочної сироватки та компонентів рослинного походження. За результатами узагальнення методичної частини роботи сформульовано такі висновки.

1. Визначено організаційну базу проведення досліджень. Експериментальну частину дисертаційної роботи виконували на базі Сумського національного аграрного університету, зокрема факультету харчових технологій та Центру колективного користування науковим обладнанням. Окремі аналітичні визначення, що потребували спеціалізованого обладнання або підтверджувального лабораторного контролю, проводилися у приватних лабораторіях за попередньою домовленістю.

2. Обґрунтовано загальну методологію дослідження, яка базувалася на системному підході до розроблення харчового продукту. Послідовність роботи передбачала аналіз науково-технічної інформації, вибір сировинних компонентів, формування дослідних зразків, проведення експериментальних досліджень, математичне моделювання, статистичну обробку результатів, розроблення рецептури та технологічної схеми, оцінку якості, безпечності, харчової і біологічної цінності, а також виробниче опрацювання технології.

3. Визначено об'єкт і предмети дослідження. Об'єктом дослідження є технологія сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження. Предметами дослідження є УФ сир, молочна сироватка та КМС, ПСГ, КРД, рецептурні композиції сиркових паст, технологічні параметри їх виробництва, а також органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні показники, показники харчової та біологічної цінності готового продукту.

4. Розроблено схему підготовки та отримання дослідних зразків молочної сироватки. Для досліджень сформовано чотири зразки: А1 – сироватка, одержана під час виробництва твердих сирів; В1 – сироватка, одержана під час виробництва

сиру кисломолочного; А2 і В2 – відповідні зразки після нанофільтраційного концентрування.

5. Сформовано схему підготовки рослинної сировини та отримання дослідних зразків порошків із груш. Для порівняльної оцінки використовували порошки, одержані конвективним, інфрачервоним і сублімаційним сушінням.

6. Розроблено матриці дослідних зразків сиркових паст для вибору натурального стабілізатора та обґрунтування рецептурного складу. Для рецептурного моделювання сформовано серію зразків із різним вмістом КМС, ПСГ і камеді ріжкового дерева.

7. Обґрунтовано підготовку дослідних зразків для встановлення технологічних параметрів виробництва сиркових паст: термічної обробки рецептурної суміші та роторно-статорної гомогенізації.

8. Розроблено методичний підхід до дослідження терміну зберігання готового продукту. Зразки сиркової пасти зберігали у герметичній споживчій тарі при температурі $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$. Контроль якості проводили на 0, 15, 30, 45, 60 та 75 добу зберігання.

9. Систематизовано стандартні методи досліджень, використані для оцінки якості сировини, напівфабрикатів і готових сиркових паст. До них належали органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні методи, зокрема визначення масової частки сухих речовин, вологи, білка, жиру, активної і титрованої кислотності, вологозв'язувальної здатності, виділення сироватки, ефективної в'язкості, КМАФАнМ, БГКП, дріжджів, пліснявих грибів і *Salmonella spp.*

10. Визначено спеціальні методи досліджень, необхідні для поглибленої характеристики розробленого продукту. До них належали визначення амінокислотного складу, розрахунок амінокислотного скору, коефіцієнта розбіжності амінокислотного скору, біологічної цінності білка, коефіцієнта утилітарності, показника порівнювальної надлишковості, енергетичної цінності та комплексного показника якості за кваліметричним методом.

11. Обґрунтовано методи математико-статистичної обробки результатів досліджень. Первинне опрацювання експериментальних даних, табулювання результатів, розрахунок середніх значень, стандартного відхилення, похибки середнього значення, коефіцієнта варіації та побудову графічних залежностей здійснювали з використанням Microsoft Excel. Поглиблену статистичну обробку, дисперсійний аналіз, регресійне моделювання, побудову моделей другого порядку, поверхонь відгуку та оцінювання статистичної значущості моделей проводили у середовищі RStudio.

Таким чином, у розділі 2 сформовано методологічну основу дисертаційного дослідження, визначено об'єкт і предмети дослідження, обґрунтовано вибір сировини, розроблено матриці дослідних зразків, описано методи підготовки зразків, стандартні й спеціальні методи аналізу, а також підходи до математико-статистичного опрацювання результатів. Наведена система методів забезпечила можливість комплексного наукового обґрунтування технології сиркових паст на основі УФ сиру з використанням КМС і компонентів рослинного походження.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА СИРКОВИХ ПАСТ З ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ І КОМПОНЕНТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

У цьому розділі викладено матеріали експериментальних досліджень, пов'язаних з науковим обґрунтуванням технологічних параметрів виробництва сиркових паст на основі УФ сиру з використанням КМС і компонентів рослинного походження. Структура розділу побудована відповідно до поставлених завдань дослідження та охоплює вивчення властивостей обраної для експерименту сировини, обґрунтування вибору рецептурних компонентів, дослідження впливу технологічних чинників на формування показників якості продукту, а також розроблення удосконаленої технологічної схеми виробництва.

3.1 Характеристика УФ сиру як основного компонента сиркової пасти

Основним базовим компонентом розробленої сиркової пасти обрано УФ сир однорідної пастоподібної консистенції, без наповнювачів та харчових добавок. Використання такого сиру як білково-жирової основи забезпечує формування пластичної, кремоподібної структури продукту, рівномірне розподілення рецептурних інгредієнтів та зменшує ризик виникнення крупинчастості, характерної для виробів на основі традиційного кисломолочного сиру.

Як комерційний зразок для характеристики базової сирної основи обрано натуральний УФ сир Mleczarnia Natural Cream Cheese, вироблений компанією Spółdzielnia Mleczarska Mlepol (Польща). Для характеристики принципів одержання УФ сиру окремо наведено типову технологічну схему ультрафільтраційного виробництва (рис. 3.1), яка передбачає нормалізацію сировини, пастеризацію, ферментацію, концентрування ферментованої суміші методом ультрафільтрації з одержанням УФ сиру, подальше охолодження та фасування.

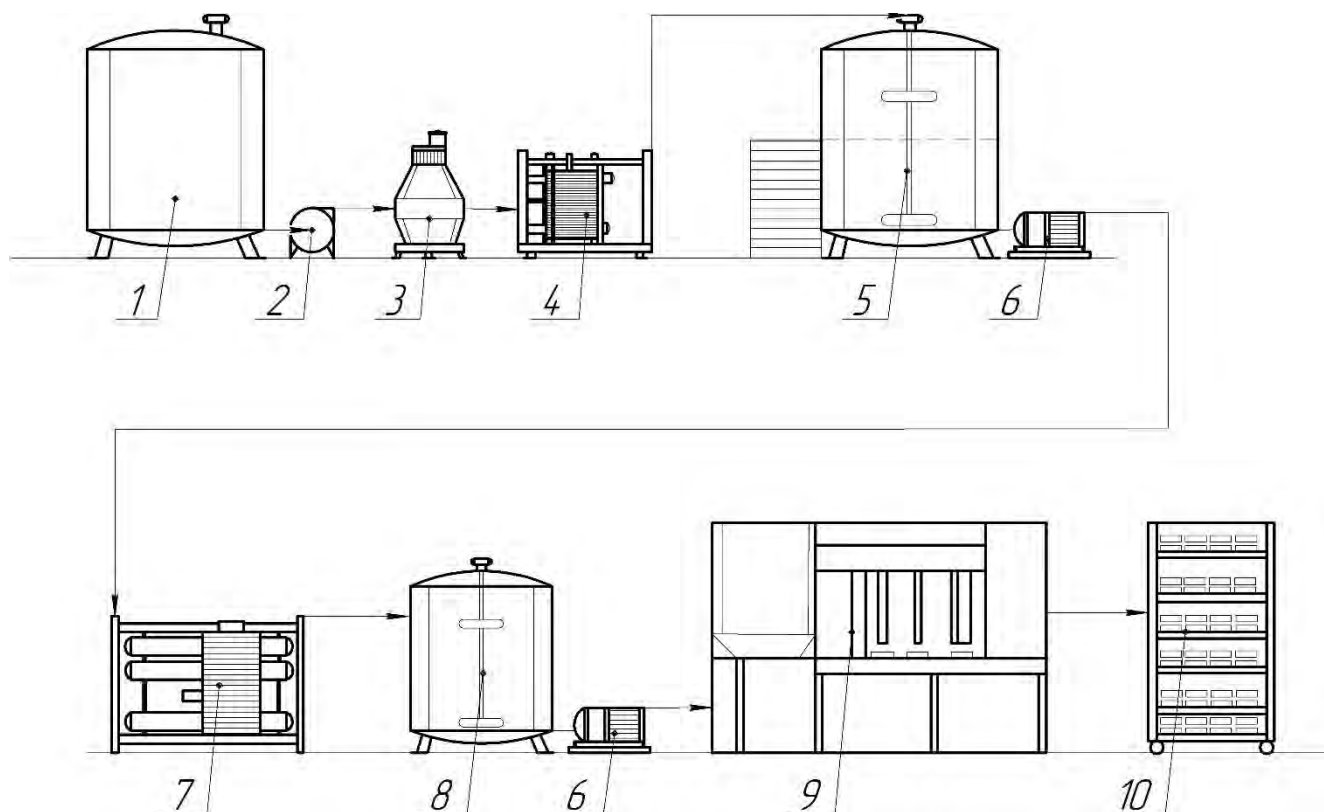


Рис. 3.1. Апаратурно-технологічна схема виробництва УФ сиру:

1 – резервуар молока-сировини, 2 – відцентровий насос; 3 – сепаратор-нормалізатор; 4 – пастеризаційно-охолоджуюча установка; 5 – ємність для ферментації; 6 – роторний насос; 7 – ультрафільтраційна установка; 8 – резервуар-накопичувач; 9 – фасувально-пакувальна машина; 10 – стелаж готової продукції

Відповідно до інформації виробника, продукт має натуральний вершковий смак, кремоподібну консистенцію, придатний для намазування, приготування соусів, дипів, кондитерських виробів і десертів та не містить загусників і консервантів. Харчову цінність комерційного зразка УФ сиру наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Харчова цінність УФ сиру Mleczarnia

Показник	Значення на 100 г продукту
Енергетична цінність, кДж (ккал)	1031 (249)
Вміст жиру, г	23,0
у тому числі насичені жирні кислоти	16,0
Вміст вуглеводів, г	4,8
у тому числі цукри	3,7
Вміст білку, г	5,8

Джерело: складено автором за даними маркування та специфікації виробника *Spółdzielnia Mleczarska Mlepol (Польща)*.

За складом продукт належить до м'яких пастоподібних сирів із помірним вмістом білка та відносно високою масовою часткою жиру. Вміст білка 5,8 г/100 г забезпечує формування білкової основи, тоді як жирова фаза визначає кремоподібність, пластичність, намазуваність і повноту смаку. Вуглеводи представлені переважно молочним цукром та іншими природними вуглеводами молочної сировини.

Органолептичну характеристику комерційного зразка УФ сиру наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Органолептична характеристика УФ сиру Mleczarnia

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна пастоподібна маса без видимого розшарування, грудочок і сторонніх включень
Консистенція	Ніжна, пластична, кремоподібна, добре намазується, без вираженої крупинчастості
Колір	Білий або білий із легким кремовим відтінком, рівномірний по всій масі
Смак	Чистий, молочно-вершковий, помірно солоний, без сторонніх присмаків
Запах	Чистий, характерний для свіжого вершкового сиру, без сторонніх запахів
Стан структури	Однорідний, без відокремлення вільної вологи та ознак синерезису

Однорідна дисперсна структура УФ сиру є технологічно важливою для виробництва сиркових паст. На відміну від традиційного кисломолочного сиру із

зернистою агрегованою казеїною матрицею, пастоподібний УФ сир характеризується вищою пластичністю та краще піддається змішуванню, гомогенізації й рівномірному внесенню сухих і рідких рецептурних компонентів.

Отже, обраний УФ сир характеризується однорідною кремоподібною структурою, достатньою пластичністю, доброю намазуваністю та нейтральним молочно-вершковим смаком. Сукупність зазначених властивостей дає підстави розглядати його як раціональну базову основу для моделювання рецептур і дослідження технологічних параметрів виробництва сиркових паст.

В експериментальних дослідженнях використовували сир однієї торгової марки та виробничої партії. Це дозволило мінімізувати вплив варіабельності базової сирної сировини на результати дослідження рецептурних і технологічних чинників.

3.2 Дослідження впливу нанофільтрації на склад і біологічну цінність молочної сироватки з метою її використання у технології сиркових паст

Одним із важливих напрямів удосконалення технології сиркових паст є раціональне використання КМС як вторинної молочної сировини, що характеризується високим вмістом біологічно цінних компонентів. Враховуючи значний вміст у КМС сироваткових білків, лактози, мінеральних речовин та інших біоактивних сполук, доцільним є пошук технологічних рішень, які б забезпечували підвищення її харчової та біологічної цінності без істотного руйнування нативних компонентів. У цьому аспекті перспективною є нанофільтраційна обробка, що дає змогу концентрувати цінні інгредієнти сировини завдяки селективному розподілу компонентів через мембрану.

У межах даного етапу досліджень було поставлено завдання встановити вплив нанофільтрації на органолептичні, фізико-хімічні та амінокислотні показники КМС, а також оцінити зміну біологічної цінності її білкової складової. Отримані результати мали стати науковим підґрунтям для подальшого обґрунтування доцільності використання обробленої сироватки у технології сиркових паст.

Об'єктом дослідження була молочна сироватка до та після нанофільтраційної обробки. Предметом дослідження були її органолептичні показники, фізико-хімічний склад, амінокислотний профіль і біологічна цінність білка. Гіпотеза дослідження ґрунтувалася на припущенні, що застосування нанофільтрації сприятиме концентруванню основних поживних компонентів молочної сироватки та, відповідно, підвищенню її харчової й біологічної цінності.

Результати органолептичних та фізико-хімічних показників зразків молочної сироватки до та після застосування нанофільтрації представлені в табл. 3.3, 3.4.

Таблиця 3.3

Органолептичні показники зразків молочної сироватки

Показник	Нормативне значення	Фактичне значення до НФ		Фактичне значення після НФ	
		Зразок А1	Зразок В1	Зразок А2	Зразок В2
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна рідина без сторонніх включень, з допустимим незначним осадом	Рідина однорідна, прозора, без осаду	Рідина мутнувата, з дрібнодисперсним осадом білкової природи	Густа однорідна рідина, без осаду	Густа однорідна рідина, без осаду
Колір	Від світло-жовтого до зеленувато-жовтого рівномірний по всій масі	Світло-жовтий	Світло-жовтий із зеленуватим відтінком	Жовтий, рівномірний по всій масі	Жовтий із зеленуватим відтінком, рівномірний по всій масі
Смак	Чистий, типовий для молочної сироватки, без сторонніх присмаків	Солодкувати й, без сторонніх присмаків	Кислуватий, типовий для сироватки, без сторонніх присмаків	Солодкий, з легким кисло-молочним присмаком, без сторонніх присмаків	Солодкий, з відчутним кисло-молочним присмаком, без сторонніх присмаків
Запах	Чистий, характерний для виду сироватки, без сторонніх запахів	Свіжий, з характерним слабким сирним запахом	Кисломолочний, чистий, без сторонніх запахів	Чистий, кисло-сирний, без сторонніх запахів	Чистий, кисло-молочний, без сторонніх запахів

Результати оцінки органолептичних показників зразків молочної сироватки до та після нанофільтрації засвідчили, що нативні зразки, отримані під час

виробництва сичужного та кисломолочного сиру, характеризувалися типовими для цього виду сировини властивостями. Зразки до обробки являли собою однорідну рідину від світло-жовтого до світло-жовтого із зеленуватим відтінком, зі специфічним смаком і запахом, властивими відповідному виду сироватки.

Після нанофільтраційної обробки відбулися помітні зміни органолептичних характеристик. Консистенція ставала більш густою та однорідною, без осаду; колір набував більш насиченого жовтого відтінку; смак характеризувався як солодший, із приємними кисломолочними нотами; запах залишався чистим, без сторонніх відтінків. Для кислої сироватки, отриманої після нанофільтрації, спостерігалось зменшення різкості запаху та більш гармонійне смакове сприйняття. Таким чином, нанофільтрація позитивно впливала на споживні властивості молочної сироватки, що є важливим з огляду на її подальше використання у складі сиркових паст.

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники зразків молочної сироватки

Показник	Нормативне значення*	Фактичне значення до НФ		Фактичне значення після НФ	
		Зразок А1	Зразок В1	Зразок А2	Зразок В2
Активна кислотність, од. рН	4,2...6,0	6,2 ± 0,1	4,5 ± 0,1	6,4 ± 0,1	4,9 ± 0,1
Густина, кг/м ³	1025...1032	1026 ± 1,0	1028 ± 1,0	1075 ± 1,0	1080 ± 1,0
Вміст сухих речовин, %	5,0...6,5	6,1 ± 0,1	5,8 ± 0,1	20,0 ± 1,5	19,0 ± 1,0
Вміст білка, %	0,5...1,0	1,0 ± 0,05	0,8 ± 0,05	3,8 ± 0,05	3,1 ± 0,05
Вміст жиру, %	0,1...0,5	0,1 ± 0,05	0,1 ± 0,05	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,05
Вміст лактози, %	3,5...4,5	4,2 ± 0,1	4,0 ± 0,1	14,5 ± 0,2	14,2 ± 0,1
Вміст золи, %	0,4...0,7	0,6 ± 0,05	0,8 ± 0,05	1,2 ± 0,05	1,6 ± 0,05

Примітка: згідно ДСТУ 7515:2014.

Аналіз фізико-хімічних показників показав, що нативні зразки молочної сироватки загалом відповідали нормативним значенням. Після нанофільтрації в обох досліджуваних зразках спостерігалось підвищення активної кислотності: у зразку А2 значення рН зросло з 6,2 до 6,4, а у зразку В2 – з 4,5 до 4,9. Це свідчить про певне зміщення кислотно-лужного балансу у бік зниження титрованої кислотності середовища. Одночасно фіксувалося зростання густини зразків: з 1026

до 1075 кг/м³ для зразка А та з 1028 до 1080 кг/м³ для зразка В, що вказує на збільшення концентрації сухих розчинених речовин.

Найбільш суттєві зміни встановлено за показником масової частки сухих речовин. Після нанофільтрації їхній вміст підвищився з 6,1 до 20,0 % у зразку А та з 5,8 до 19,0 % у зразку В, тобто приблизно у 3,3 раза. Аналогічна тенденція спостерігалася і для білкової складової: вміст білка зріс з 1,0 до 3,8 % у зразку А та з 0,8 до 3,1 % у зразку В. Це підтверджує ефективне концентрування сироваткових білків у процесі мембранної обробки. Крім того, масова частка лактози зросла відповідно з 4,2 до 14,5 % та з 4,0 до 14,2 %, а вміст золи – з 0,6 до 1,2 % і з 0,8 до 1,6 %. Отже, нанофільтрація забезпечувала не лише видалення частини води, а й загальне концентрування основних поживних компонентів молочної сироватки.

Отримані результати свідчать, що застосування нанофільтрації є ефективним способом підвищення харчової цінності молочної сироватки за рахунок збільшення концентрації білка, сухих речовин, лактози та мінеральних компонентів. Для подальшого використання у технології сиркових паст така модифікація складу є технологічно доцільною, оскільки може позитивно впливати на консистенцію, смак, поживність і функціонально-технологічні властивості готового продукту.

Оскільки одним із визначальних критеріїв харчової повноцінності білкової сировини є її амінокислотний склад, наступним етапом дослідження стало визначення вмісту незамінних і замінних амінокислот у зразках молочної сироватки. Амінокислотний профіль досліджуваних зразків молочної сироватки до та після застосування нанофільтрації було проаналізовано хроматографічно. Усереднені результати наведено на діаграмі (рис. 3.2).

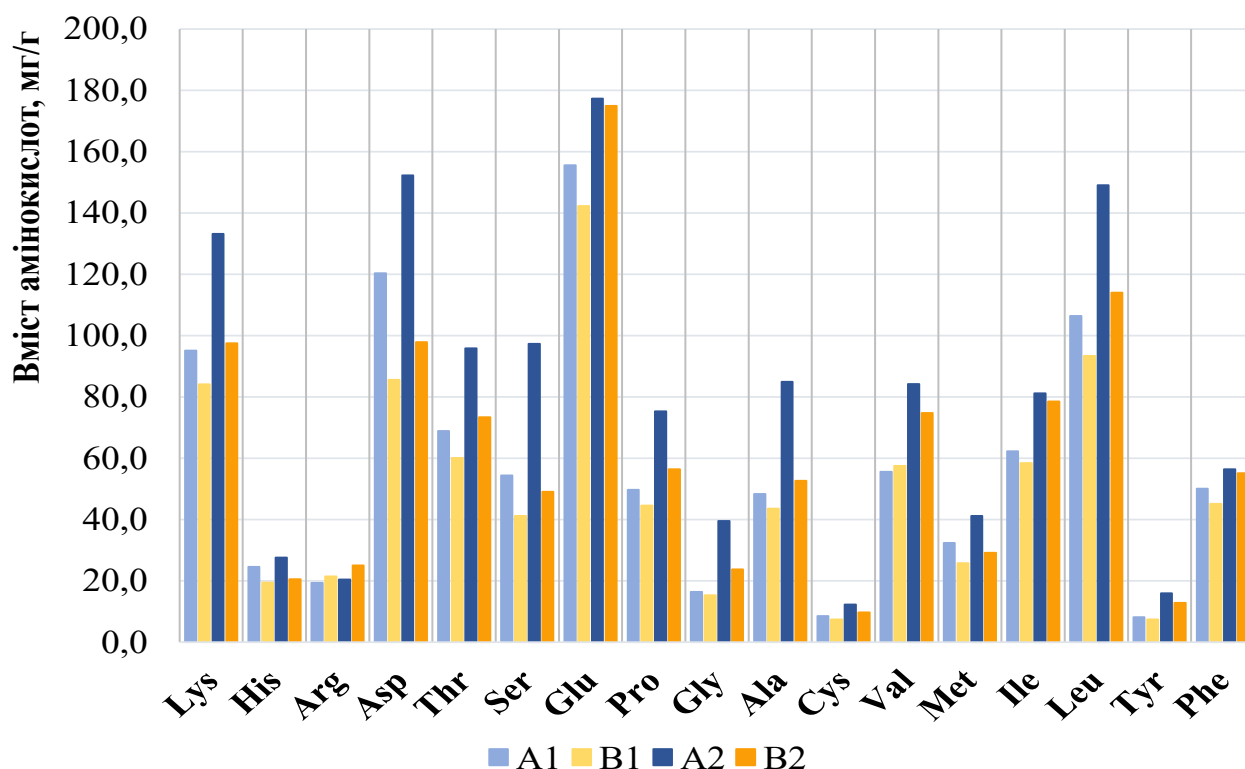


Рис. 3.2. Усереднений амінокислотний профіль зразків молочної сироватки

Хроматографічне дослідження амінокислотного складу показало, що у зразках молочної сироватки до та після нанофільтрації було ідентифіковано 17 амінокислот. До обробки в обох зразках вміст незамінних амінокислот був достатньо високим, причому серед них переважали лейцин, лізин, фенілаланін, треонін, валін і гістидин. Серед замінних амінокислот найбільші концентрації встановлено для глютамінової та аспарагінової кислот, проліну і серину.

Після нанофільтраційної обробки відзначено підвищення вмісту більшості амінокислот. Серед незамінних амінокислот найбільш виражене зростання спостерігалось для треоніну, лейцину, метіоніну, лізину та ізолейцину. Серед замінних амінокислот істотний приріст відзначено для серину, гліцину, аланіну та аспарагінової кислоти. У цілому це свідчить про покращення амінокислотного профілю білкової складової КМС. Особливо важливим є зростання частки незамінних амінокислот, які визначають повноцінність білка та його фізіологічну цінність у харчуванні людини.

Отримані дані дають підстави стверджувати, що нанофільтрація сприяє концентруванню білкових фракцій без істотного погіршення їхнього якісного складу. З огляду на перспективу використання КМС в технології сиркових паст, це є важливим, оскільки підвищений вміст біологічно цінних амінокислот може забезпечити зростання харчової цінності кінцевого продукту.

Для комплексної оцінки якості білкової складової молочної сироватки було розраховано амінокислотний скор, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору та біологічну цінність. Розрахунок амінокислотного скору (AAS), коефіцієнта розбіжності амінокислотного скору (AASDC) та біологічної цінності (BV) проводили за формулами, наведеними у підрозділі 2.3.3. Результати розрахунків наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Оцінка якості білка та біологічної цінності зразків молочної сироватки

Незамінна амінокислота	Фактичне значення до НФ				Фактичне значення після НФ			
	Зразок A1		Зразок B1		Зразок A2		Зразок B2	
	AAS, %	AAASD	AAS, %	AAASD	AAS, %	AAASD	AAS, %	AAASD
Гістидин (His)	164,0	66,8	130,0	42,2	184,7	63,9	137,3	25,9
Ізолейцин (Ile)	155,8	58,6	146,3	58,5	203,0	82,2	196,5	85,1
Лейцин (Leu)	152,1	54,9	133,4	45,6	213,0	92,2	163,0	51,6
Лізин (Lys)	173,1	75,9	153,1	65,3	242,2	121,4	177,5	66,1
Метіонін (Met) + Цистеїн (Cys)	117,1	19,9	95,1	7,3	152,9	32,1	111,4	0,0
Фенілаланін (Phe) + Тирозин (Tyr)	97,2	0,0	87,8	0,0	120,8	0,0	113,5	2,1
Треонін (Thr)	172,3	75,1	150,3	62,5	239,8	119,0	183,5	72,1
Валін (Val)	111,2	14,0	115,2	27,4	168,6	47,8	149,6	38,2
AASDC, %	45,6		38,6		39,6		42,6	
BV	54,4		61,4		60,4		57,4	

Для оцінки впливу нанофільтрації на якість білка було розраховано амінокислотний скор незамінних амінокислот, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (AASDC) та біологічну цінність білка (BV). Установлено, що у нативних зразках амінокислотний скор більшості незамінних амінокислот перевищував 100 %, за винятком сумарного показника фенілаланіну і тирозину, які

виявилися лімітуючими. Біологічна цінність білка в контрольних зразках становила 54,4 % для зразка A1 і 61,4 % для зразка B1.

Після нанофільтраційної обробки зафіксовано підвищення амінокислотного скору майже для всіх незамінних амінокислот. Найбільш відчутний приріст встановлено для треоніну, лізину та лейцину. У зразку A2 коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору знизився до 39,6 %, а біологічна цінність білка зросла до 60,4 %. У зразку B2 біологічна цінність становила 57,4 %, що дещо поступалося контрольному зразку B1, однак загалом амінокислотний профіль також покращився завдяки підвищенню вмісту більшості незамінних амінокислот. Отже, найбільш виражений позитивний ефект нанофільтрації щодо підвищення біологічної цінності білка встановлено для сирної сироватки.

Зменшення коефіцієнта розбіжності амінокислотного профілю щодо еталонного білка та зростання значень біологічної цінності дають змогу розглядати нанофільтраційну обробку як ефективний інструмент підвищення якості білкової складової молочної сироватки. Практичне значення полягає в можливості використання одержаного КМС як функціонального інгредієнта під час виробництва сиркових паст із поліпшеними споживними та нутритивними властивостями.

Узагальнення одержаних результатів показало, що нанофільтраційна обробка молочної сироватки забезпечує покращення її органолептичних властивостей, зростання концентрації сухих речовин, білка, лактози та мінеральних компонентів, а також поліпшення амінокислотного складу білка. Це свідчить про можливість цілеспрямованого регулювання складу молочної сироватки з метою надання їй вищої харчової та біологічної цінності.

З технологічної точки зору особливо важливим є те, що нанофільтрація дає змогу одержати КМС із підвищеним вмістом білка та сухих речовин, який може бути використаний у рецептурі сиркових паст як джерело функціонально цінних компонентів. Підвищений вміст сухих речовин у КМС може позитивно впливати на органолептичні показники та консистенцію готових продуктів. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до створення продуктів підвищеної біологічної

цінності та водночас забезпечує раціональніше використання вторинної молочної сировини.

Разом з тим, слід зазначити, що проведені дослідження мало певні обмеження. Зокрема, оцінювання здійснювали за стандартизованих параметрів нанофільтрації без варіювання режимів процесу, а основну увагу зосередили на органолептичних, фізико-хімічних та амінокислотних показниках. Поза межами дослідження залишилися зміни у вмісті біоактивних пептидів, вітамінів, окремих мінеральних елементів і ферментів. Проте отримані результати є достатніми для обґрунтування доцільності використання нанофільтрованої молочної сироватки у технології сиркових паст і можуть бути використані як основа для подальших досліджень та оптимізації технологічних режимів.

Таким чином, встановлено, що нанофільтрація є ефективним способом модифікації складу молочної сироватки, який забезпечує підвищення концентрації основних поживних компонентів, покращення амінокислотного профілю та зростання біологічної цінності білка. Найбільш виражений позитивний ефект встановлено для сирної сироватки, у якій після обробки спостерігалось зниження коефіцієнта розбіжності амінокислотного скору та підвищення біологічної цінності білка. Одержані результати підтверджують доцільність використання КМС як функціонального інгредієнта у технології сиркових паст зі збагаченим складом.

3.3 Обґрунтування використання порошку сублімованої груші як функціонального збагачувача сиркових паст

Важливим етапом розроблення сиркових паст із підвищеною харчовою та біологічною цінністю є вибір рослинного інгредієнта, який одночасно забезпечував би збагачення продукту біологічно активними речовинами, поліпшення органолептичних властивостей і збереження стабільності структури готового виробу. З огляду на це, перспективною рослинною сировиною є груша, яка характеризується приємним смаком і ароматом, вмістом природних цукрів, харчових волокон, органічних кислот, мінеральних речовин і вітамінів. Водночас ефективність використання груші у технології сиркових паст значною мірою

визначається способом її попереднього зневоднення, оскільки саме сушіння формує властивості напівфабрикату та порошку, що вводиться до рецептури.

У зв'язку з цим на даному етапі досліджень було проведено порівняльну оцінку трьох способів сушіння груш – конвективного, інфрачервоного та сублімаційного – з метою вибору найбільш раціонального методу одержання порошку для використання у складі сиркових паст. У роботі, покладеній в основу цього підрозділу, досліджували плоди груш сорту «Конференція» та порошки з них; для сушіння використовували конвективний дегідратор, інфрачервону сушарку та виробничу сублімаційну сушарку.

Для обґрунтування вибору способу сушіння доцільно порівняти зміни основних показників якості свіжої груші та висушених напівфабрикатів (рис. 3.3, табл. 3.6).



Рис. 3.3. Зовнішній вигляд плодів груш свіжих і після сушіння:

а – свіжі; *б* – конвективним способом;

в – інфрачервоним способом; *г* – сублімаційним способом

У вихідному стані плоди груші характеризуються високою вологістю, ніжною, соковитою консистенцією, світло-кремово-жовтим кольором м'якоті та вираженим солодким смаком із характерним фруктовим ароматом. У процесі сушіння відбуваються зменшення масової частки води, ущільнення тканини, зміна кольору, а також втрата частини термолабільних компонентів, насамперед вітаміну С (аскорбінової кислоти).

Таблиця 3.6

Порівняльна характеристика зразків груші свіжої та висушеної різними способами

Показник	Свіжа груша	Груша висушена		
		Конвективним способом	Інфрачервоним способом	Сублімаційним способом
Масова частка вологи, %	$84,6 \pm 0,5$	$18,4 \pm 0,6$	$15,2 \pm 0,5$	$11,8 \pm 0,4$
Вміст сухих речовин, %	$15,4 \pm 0,5$	$81,6 \pm 0,6$	$84,8 \pm 0,5$	$88,2 \pm 0,4$
Вміст вітаміну С, мг/100 г	$24,8 \pm 0,8$	$14,7 \pm 0,5$	$17,5 \pm 0,8$	$20,1 \pm 0,5$
Загальний вміст цукрів, г/100 г	$9,8 \pm 0,4$	$52,6 \pm 1,7$	$55,4 \pm 1,5$	$57,8 \pm 1,6$
Харчові волокна, г/100 г	$3,1 \pm 0,2$	$14,8 \pm 0,8$	$15,4 \pm 0,9$	$16,1 \pm 0,9$
Активна кислотність, pH	$4,36 \pm 0,04$	$4,18 \pm 0,03$	$4,22 \pm 0,04$	$4,29 \pm 0,03$
Колір	Світло-кремовий	Світло-коричневий, з потемнінням	Жовто-кремовий	Світло-жовтий, близький до нативного
Структура	Соковита, ніжна	Щільна, зморщена	Щільна, менш деформована	Пориста, легка, добре відновлювана

Як видно з наведених даних, усі способи сушіння забезпечували суттєве зменшення вологості груш, що є необхідною умовою для одержання стабільного напівфабрикату для подальшого подрібнення. Водночас найменшу масову частку вологи мав сублімований продукт. Високий ступінь зневоднення є технологічно важливим, оскільки сприяє кращій збереженості порошку, зниженню ризику мікробіологічного псування та покращенню сипучості.

Не менш важливим критерієм є збереження біологічно цінних компонентів. Із наведених даних видно, що вміст вітаміну С після сушіння був найнижчим у разі конвективного способу – $14,7$ мг/100 г, дещо вищим за інфрачервоного – $17,5$ мг/100 г, і максимальним за сублімаційного – $20,1$ мг/100 г. Отже, сублімаційне сушіння забезпечувало найповніше збереження термолабільних сполук, що є принципово важливим для створення функціонального інгредієнта для сиркових паст.

За органолептичними характеристиками найбільш виражені негативні зміни були властиві конвективно висушеним грушам, у яких спостерігалось потемніння, пов'язане з реакціями Майяра за участю цукрів (рис. 3.2). Інфрачервоне сушіння зменшувало тривалість процесу, однак не повністю усувало структурні зміни. Сублімаційне сушіння, навпаки, дало змогу зберегти колір і пористість продукту максимально наближеними до нативних характеристик свіжої сировини. Такі особливості мають важливе значення не лише для зовнішнього вигляду порошку, а й для його здатності до диспергування та рівномірного розподілу у білково-жировій основі сиркової пасти.

Після висушування зразки груш подрібнювали до порошкоподібного стану. Зовнішній вигляд порошків із груш представлено на рис. 3.4.

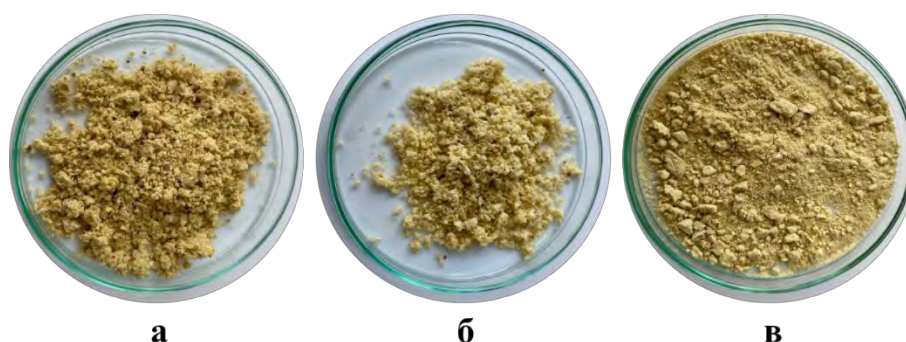


Рис. 3.4. Зовнішній вигляд порошків із груш висушених:

a – конвективним способом; *б* – інфрачервоним способом;

в – сублімаційним способом

Порошки, одержані з конвективно та інфрачервоно висушеної груші, були схильні до злежування та комкування внаслідок високого вмісту цукрів. Натомість порошок із сублімованої груші менше злипався, а наявні грудочки легко руйнувалися за незначного механічного впливу.

Таблиця 3.7

Фізико-хімічні та технологічні показники порошків із груш

Показник	Порошок із груш висушеної		
	Конвективним способом	Інфрачервоним способом	Сублімаційним способом
Дисперсність, мм	$\leq 0,8$	$\leq 0,6$	$\leq 0,5$
Вміст води, %	$8,5 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,3$
Вміст клітковини, г/100 г	$17,6 \pm 1,1$	$18,0 \pm 1,0$	$18,2 \pm 1,5$
Вміст цукрів, г/100 г	$16,4 \pm 1,5$	$19,8 \pm 1,0$	$21,1 \pm 1,2$
Вміст вітаміну С, мг/100 г	$14,7 \pm 0,5$	$17,5 \pm 0,8$	$20,1 \pm 0,5$
Насипна густина, г/см ³	$0,61 \pm 0,02$	$0,54 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,01$
Вологопоглинальна здатність, г води / г порошку	$2,4 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$3,6 \pm 0,2$
Індекс розчинності, %	$41,2 \pm 1,3$	$48,6 \pm 1,5$	$57,8 \pm 1,6$
Кут природного укусу, °	$46,8 \pm 1,2$	$40,9 \pm 1,0$	$33,7 \pm 0,8$
Індекс Карра, %	$24,6 \pm 1,1$	$19,2 \pm 0,9$	$11,4 \pm 0,7$
Коефіцієнт Гауснера	$1,33 \pm 0,03$	$1,24 \pm 0,02$	$1,13 \pm 0,02$

Аналіз наведених результатів свідчить, що сублімаційний порошок має найменшу вологість і найвищу дисперсність, що є суттєвою перевагою під час введення порошкових компонентів у сиркову основу. Дрібнодисперсний продукт рівномірніше розподіляється у масі, не спричиняє локальних ущільнень і сприяє формуванню однорідної консистенції пасти. Крім того, нижча насипна густина сублімованого порошку свідчить про більш пористу структуру його частинок, що корелює з візуальними спостереженнями щодо збереження пористості продукту за сублімаційного сушіння.

Підвищена ВПЗ ПСГ є особливо важливою для технології сиркових паст. На відміну від порошків, одержаних термічними способами сушіння, сублімований порошок здатний активно зв'язувати вільну воду, частково стабілізуючи систему та запобігаючи виділенню сироватки під час зберігання. Високий вміст харчових волокон у поєднанні з розвиненою капілярно-пористою структурою підсилює цей ефект і дає змогу розглядати такий порошок не лише як смако-ароматичний наповнювач, а й як функціональний структуроутворювальний компонент.

Додатковою перевагою сублімованого порошку є його менша схильність до злежування. Для технології сиркових паст це має подвійне значення: по-перше, спрощується дозування порошку на виробництві; по-друге, забезпечується

рівномірність внесення та відтворюваність якості готового продукту. Навпаки, порошки після конвективного та інфрачервоного сушіння через більшу клейкість і грудкування можуть створювати труднощі під час змішування з сирковою основою.

На основі порівняльного аналізу встановлено, що саме сублімаційне сушіння є найбільш доцільним способом підготовки груші для подальшого використання у складі сиркових паст. Переваги ПСГ полягають у кращому збереженні природного кольору та аромату, високому вмісті вітаміну С, достатньому рівні харчових волокон, низькій вологості, добрій сипучості та підвищеній здатності зв'язувати воду. У сукупності це формує комплекс властивостей, важливих для збагачення кисломолочних продуктів функціонального призначення.

З позицій харчової цінності ПСГ є джерелом природних вуглеводів, клітковини, вітаміну С і мінеральних речовин. Його внесення до рецептури сиркових паст дає змогу підвищити вміст сухих речовин рослинного походження, надати продукту приємного фруктового смаку, пом'якшити характерну кисломолочну ноту і розширити асортимент функціональних сиркових виробів. Завдяки клітковині та здатності до гідратації такий порошок також може позитивно впливати на консистенцію продукту, підвищуючи її щільність і пастоподібність без застосування значної кількості синтетичних стабілізаційних систем.

З технологічної точки зору використання ПСГ є обґрунтованим ще й тому, що він добре поєднується з білковою молочною основою. Його дрібнодисперсна структура забезпечує рівномірний розподіл у сирковій масі, а висока ВПЗ сприяє формуванню більш стабільної системи з меншим ризиком синерезису. Це особливо важливо в технології сиркових паст, де споживні властивості багато в чому визначаються однорідністю, ніжністю та відсутністю вільної вологи на поверхні продукту.

З урахуванням отриманих результатів ПСГ доцільно розглядати як функціональний збагачувач комплексної дії, що поєднує смако-ароматичну, харчову та технологічну функції. На відміну від порошків, отриманих конвективним та інфрачервоним способами, він характеризується кращим

збереженням біологічно активних речовин, нижчою вологістю, вищою сипучістю та кращими структурно-механічними властивостями, що обґрунтовує його вибір для подальших досліджень у складі сиркових паст.

Отже, порівняльна оцінка способів сушіння груш показала, що сублімаційне сушіння забезпечує найкраще збереження якості сировини та формує порошок із найбільш сприятливими характеристиками для використання у технології сиркових паст. ПСГ характеризується низькою вологістю, дрібною дисперсністю, високим вмістом вітаміну С і клітковини, доброю сипучістю та підвищеною здатністю до зв'язування води. Це дає підстави рекомендувати його як раціональний функціональний збагачувач для розроблення сиркових паст зі збагаченим складом та покращеними споживними властивостями.

3.4 Обґрунтування вибору натурального стабілізатора та дослідження його впливу на якість сиркових паст

Одним із важливих етапів розроблення рецептури сиркової пасти на основі УФ сиру є обґрунтування вибору натурального стабілізатора, який забезпечував би формування однорідної кремоподібної консистенції, підвищення вологоутримувальної здатності та структурної стабільності продукту без негативного впливу на його органолептичні властивості.

УФ сир, який використовується як основа сиркової пасти, характеризується високим вмістом молочних білків і підвищеною ВУЗ. Водночас введення КМС збільшує кількість розчинних сухих речовин, зокрема лактози та сироваткових білків, а ПСГ додатково додає цукри, клітковину та пектинові речовини. За таких умов у готовому продукті можливі небажані явища – локальне розрідження структури, виділення сироватки, нерівномірний розподіл води, а також зміни консистенції після термізації та під час тривалого зберігання. Тому доцільним є застосування натурального стабілізатора, який забезпечував би структурну стійкість продукту, не погіршуючи його органолептичних характеристик.

З огляду на це, на даному етапі досліджень було проведено порівняльне вивчення натуральних стабілізаторів, які найчастіше використовуються у

молочних і десертних системах та є близькими за функціональними властивостями до камеді ріжкового дерева. До об'єктів дослідження включено камедь ріжкового дерева (E410), гуарову камедь (E412), низькоестерифікований пектин (E440ii) і ксантанову камедь (E415). Їх вибір зумовлений природним походженням, здатністю до зв'язування вологи та впливом на реологічні властивості продуктів із високою часткою водної фази.

Камедь ріжкового дерева (E410) є природним галактомананом, який характеризується помірно вираженою загущувальною дією, високою ВЗЗ і здатністю формувати пластичну, однорідну структуру без надмірної слизистості. Гуарова камедь (E412) також належить до галактомананів і є ефективним загущувачем, однак у молочних системах за певних умов може формувати надто в'язку і дещо тягучу консистенцію. Низькоестерифікований пектин (E440ii) добре взаємодіє з водною фазою та здатний брати участь у стабілізації структури, однак його ефективність у білкових системах значною мірою залежить від кислотності середовища, іонного складу та вмісту сухих речовин. Ксантанова камедь (E415) забезпечує виражене підвищення в'язкості навіть у малих концентраціях, але в сиркових продуктах може спричиняти нетипову для них псевдопластичну та злегка слизисту консистенцію.

Для оцінки доцільності використання зазначених стабілізаторів було виготовлено модельні зразки термізованої сиркової пасти на основі УФ сиру з додаванням КМС та ПСГ. Контрольний зразок готували без стабілізатора. Дослідні зразки після внесення стабілізуючого компонента піддавали термізації, охолоджували та оцінювали за органолептичними, структурно-механічними та технологічними показниками.

Для проведення досліджень було сформовано модельні рецептури, у яких співвідношення основних компонентів залишали незмінним: УФ сир – 70,0 %, КМС – 20,0 %, ПСГ – 10,0 %. Такий рецептурний склад було обрано на підставі попередніх досліджень, які підтвердили доцільність використання саме такого співвідношення молочної та рослинної сировини для забезпечення необхідних органолептичних і технологічних властивостей сиркової пасти.

У дослідних зразках частку УФ сиру зменшували на 1,0 %, який компенсували внесенням відповідного натурального стабілізатора. Такий підхід давав змогу об'єктивно оцінити вплив лише виду стабілізатора на показники якості готового продукту без зміни співвідношення інших інгредієнтів. Концентрацію стабілізаторів на рівні 1,0 % обрано відповідно до рекомендацій виробників, аналізу наукових джерел та результатів попередніх пошукових досліджень, оскільки саме цей рівень забезпечує ефективне структуроутворення пастоподібних молочних систем без формування надмірно щільної або гелеподібної консистенції.

Для оцінки доцільності використання зазначених стабілізаторів було виготовлено модельні зразки термізованої сиркової пасти на основі УФ сиру з додаванням КМС та ПСГ. Контрольний зразок готували без стабілізатора. Дослідні зразки після внесення стабілізуючого компонента піддавали термічній обробці, охолоджували та оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними, структурно-механічними й технологічними показниками. Матрицю модельних зразків наведено в табл. 2.2 (див. розділ 2).



Рис. 3.5. Зовнішній вигляд дослідних зразків сиркових паст з додаванням стабілізатора:

а – контрольний зразок (без стабілізатора), *б* – камедь ріжкова,
в – гуарова камедь, *г* – низькоетерифікований пектин, *д* – ксантанова камедь

Органолептичну оцінку дослідних зразків сиркової пасти здійснювали за показниками зовнішнього вигляду, консистенції, кольору, смаку та запаху. Оцінювання проводили за п'ятибальною шкалою, де 5 балів відповідало

найкращому прояву ознаки. Результати органолептичної оцінки представлено у вигляді профілограми (рис. 3.6).

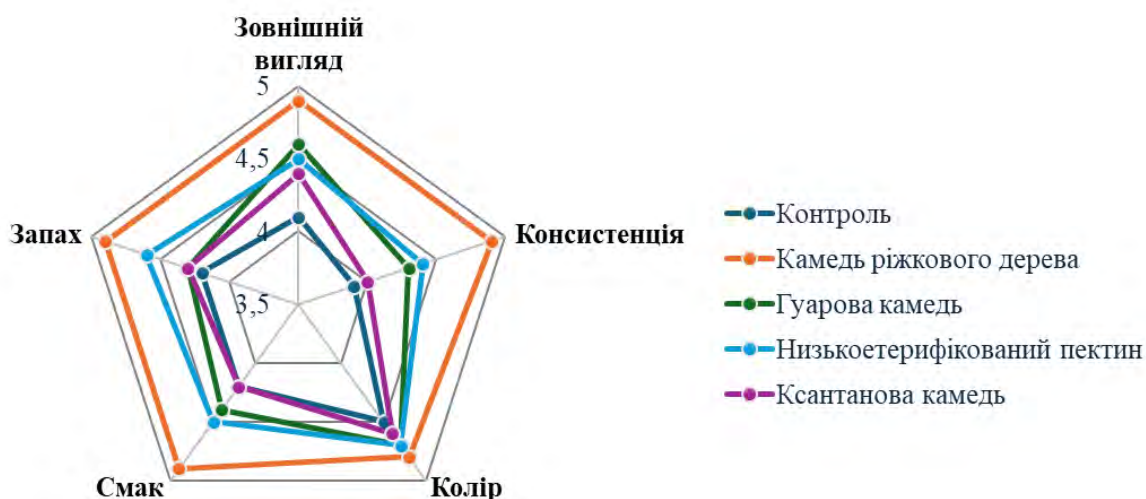


Рис. 3.6. Органолептичні показники дослідних зразків сиркових паст з додаванням стабілізатора

За результатами органолептичного аналізу встановлено, що контрольний зразок сиркової пасти без стабілізатора характеризувався менш однорідною консистенцією, недостатньою пластичністю та поодинокими ознаками виділення вологи на поверхні. Смак і запах були загалом властивими сирковій пасті з грушевим наповнювачем, однак загальне сенсорне сприйняття продукту поступалося дослідним зразкам зі стабілізаторами.

Зразок із камеддю ріжкового дерева мав найбільш привабливий зовнішній вигляд: поверхня була рівномірною, блискучою, без ознак синерезису, структура – однорідною та ніжною. Консистенція оцінювалася як пастоподібна, пластична, добре намазувана, без надмірної тягучості та слизистості. Колір продукту був рівномірним, біло-кремовим із легким грушевим відтінком. Смак і запах – чисті, кисломолочні, з гармонійно вираженим ароматом груші, без сторонніх присмаків і запахів. Саме цей зразок отримав найвищу загальну органолептичну оцінку.

Для зразка з гуаровою камеддю був характерний задовільний зовнішній вигляд і достатня однорідність, однак консистенція виявилася дещо більш щільною та в'язкою. Під час дегустації відзначалося незначне відчуття тягучості, що знижувало сприйняття ніжності продукту. Смак і запах залишалися приємними, проте гармонійність текстури була нижчою порівняно із зразком з камеддю ріжкового дерева.

Зразок із пектином характеризувався однорідним зовнішнім виглядом, приємним кольором, чистим смаком і запахом. Консистенція була достатньо щільною та стабільною, але менш пластичною і дещо менш ніжною, ніж у зразку з камеддю ріжкового дерева. Незважаючи на добрі органолептичні показники, загальне сенсорне сприйняття цього зразка було дещо нижчим.

У зразку з ксантановою камеддю спостерігався привабливий зовнішній вигляд та добра стабільність структури, проте консистенція мала ознаки надмірної в'язкості. Під час сенсорної оцінки відзначалося слабо виражене відчуття слизистості, нехарактерне для традиційних сиркових паст, що негативно вплинуло на оцінку смаку і консистенції.

Отже, описова органолептична оцінка підтвердила результати бального аналізу та показала, що серед досліджених натуральних стабілізаторів саме КРД забезпечує найкраще поєднання зовнішнього вигляду, консистенції, смаку та запаху термізованої сиркової пасту на основі УФ сиру з КМС і ПСГ.

Таблиця 3.8

Порівняльна характеристика фізико-хімічних та структурно-механічних показників дослідних зразків сиркових паст з додаванням стабілізатора

Показник	Контрольний зразок	Зразок сиркової пасту з внесенням 1%			
		Камедь ріжкова	Гуарова камедь	Пектин	Ксантанова камедь
Масова частка води, %	$67,8 \pm 0,4$	$67,2 \pm 0,3$	$67,0 \pm 0,3$	$67,4 \pm 0,3$	$66,9 \pm 0,3$
Активна кислотність, рН	$4,78 \pm 0,03$	$4,76 \pm 0,03$	$4,75 \pm 0,03$	$4,69 \pm 0,03$	$4,77 \pm 0,03$
Титрована кислотність, °Т	$146 \pm 2,0$	$147 \pm 2,0$	$148 \pm 2,0$	$150 \pm 2,0$	$147 \pm 2,0$

Показник	Контрольний зразок	Зразок сиркової пасти з внесенням 1%			
		Камедь ріжкова	Гуарова камедь	Пектин	Ксантанова камедь
Вологозв'язувальна здатність, %	$78,4 \pm 1,6$	$91,2 \pm 1,8$	$89,4 \pm 1,7$	$86,1 \pm 1,5$	$89,8 \pm 1,9$
Виділення сироватки після 7 діб, %	$3,6 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$
Ефективна в'язкість, Па·с	$24,8 \pm 1,0$	$37,6 \pm 1,3$	$41,2 \pm 1,5$	$33,4 \pm 1,2$	$46,8 \pm 1,7$
Граничне напруження зсуву, Па	$152 \pm 7,0$	$224 \pm 9,0$	$239 \pm 10,0$	$206 \pm 8,0$	$251 \pm 11,0$

Проведені дослідження показали, що внесення натуральних стабілізаторів суттєво впливало на фізико-хімічні та структурно-механічні показники сиркових паст. Для всіх дослідних зразків характерним було підвищення ВЗЗ та зменшення виділення сироватки порівняно з контрольним зразком. Найвираженіший стабілізуючий ефект встановлено для зразка з камеддю ріжкового дерева, у якому ВЗЗ становила 91,2 %, а виділення сироватки після 7 діб зберігання не перевищувало 0,8 %. Це свідчить про високу ефективність цього стабілізатора у зв'язуванні вільної вологи та запобіганні синерезису.

Разом з тим, гуарова та ксантанова камеді забезпечували ще вищі значення ефективної в'язкості та граничного напруження зсуву, однак надмірне ущільнення структури в таких зразках супроводжувалося погіршенням сенсорного сприйняття консистенції. Зразок із пектином характеризувався проміжними значеннями досліджуваних показників і забезпечував задовільну стабілізацію системи, однак поступався камеді ріжкового дерева за комплексом властивостей.

Отже, аналіз фізико-хімічних і структурно-механічних показників підтвердив доцільність використання саме камеді ріжкового дерева як натурального стабілізатора для термізованої сиркової пасти на основі УФ сиру з КМС та ПСГ. Вона забезпечувала найкраще поєднання високої ВЗЗ, мінімального синерезису та формування пластичної, однорідної консистенції без надмірного ущільнення структури і може бути рекомендована для подальшого опрацювання рецептури та технологічних параметрів виробництва.

3.5 Дослідження впливу рецептурних композицій на показники якості сиркових паст

Одним із визначальних етапів розроблення сиркових паст із використанням молочної сироватки та компонентів рослинного походження є дослідження впливу рецептурного складу на показники якості готового продукту. Зміна співвідношення основних інгредієнтів у багатокомпонентній молочно-рослинній системі істотно впливає на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні характеристики сиркової пасты, а отже, визначає її споживні властивості, харчову цінність і технологічну придатність.

У розроблюваній технології сиркових паст рецептурні композиції формувалися з урахуванням функціональної ролі кожного компонента. УФ сир виступав основою продукту та забезпечував формування характерної кремоподібної консистенції, молочно-вершкового смаку й білково-жирової структури. КМС вводилася як джерело сухих речовин і білкових компонентів, а також для підвищення біологічної цінності продукту. ПСГ використовували як рослинний функціональний інгредієнт, що збагачує продукт харчовими волокнами, вуглеводами та біологічно активними речовинами. КРД виконувала стабілізуючу функцію, забезпечуючи однорідність і структурну стабільність системи.

З урахуванням наведеного дослідження впливу рецептурних композицій було спрямоване на встановлення таких співвідношень інгредієнтів, за яких забезпечується формування продукту з високими органолептичними показниками, належними фізико-хімічними характеристиками та стабільною консистенцією.

Під час формування дослідних зразків було враховано результати попередніх етапів дослідження, а саме обґрунтування використання КМС, ПСГ та натурального стабілізатора.

З метою дослідження впливу рецептурних композицій на показники якості сиркових паст було виготовлено серію дослідних зразків, у яких варіювали вміст КМС в межах 10–30 %, ПСГ – 5–15 %, камеді ріжкового дерева – 0,5–1,5 %. Контролем для всіх дослідних композицій був УФ сир без наповнювача. Варіанти рецептурних композицій сиркових паст наведено в розділі 2. Показники якості

оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними характеристиками. Окремо визначали вплив рецептурних інгредієнтів на показники безпечності, харчову та біологічну цінність продукту.

На першому етапі було проведено органолептичну оцінку дослідних зразків сиркових паст. Основну увагу приділяли зовнішньому вигляду, консистенції, кольору, смаку та запаху, оскільки саме ці показники формують первинне споживне сприйняття продукту. Результати органолептичної оцінки представлено у вигляді профілограми (рис. 3.7).

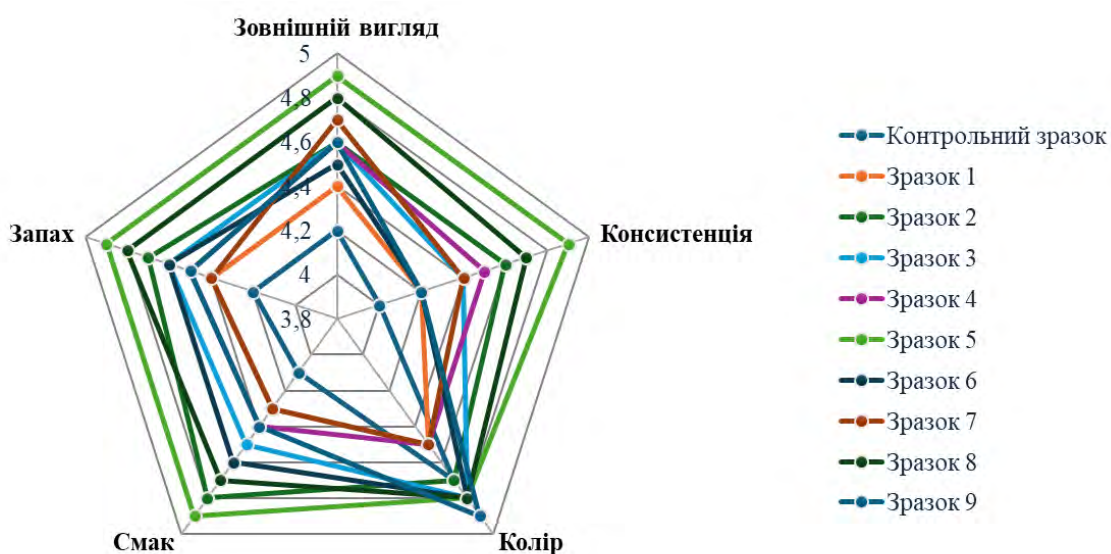


Рис. 3.7. Органолептична оцінка дослідних зразків сиркових паст

Аналіз органолептичних показників та профілограма (рис. 3.7) показали, що контрольний зразок характеризувався типовими для УФ сиру властивостями, однак поступався дослідним композиціям за вираженістю смаку, аромату та гармонійністю сенсорного сприйняття. Зокрема, у контрольного зразка загальна органолептична оцінка становила 21,2 бала.

У зразку 1 за внесення 10 % КМС, 5 % ПСГ та 0,5 % камеді ріжкового дерева спостерігали лише помірне покращення органолептичних характеристик порівняно з контролем. Для зразка 1 фруктовий смак і аромат були ще недостатньо

вираженими, а консистенція залишалася менш ніжною, ніж у зразках із вищим вмістом стабілізатора та ПСГ.

У зразку 2, що містив 10 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева, сформувався більш гармонійний смако-ароматичний профіль. Саме для зразка 2 було характерне вдале поєднання кисломолочного смаку з приємним грушевим присмаком, а консистенція оцінювалася як достатньо однорідна та пастоподібна.

У зразку 3 при внесенні 10 % КМС, 15 % ПСГ та 1,5 % камеді ріжкового дерева фруктовий смак і аромат були більш вираженими, однак у зразку 3 відзначалося певне ущільнення консистенції. Це позначилося на загальному сенсорному сприйнятті продукту, незважаючи на привабливий колір і достатньо інтенсивний аромат.

Для зразка 4, який містив 20 % КМС, 5 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева, була характерна добра консистенція, однак смак і запах залишалися менш вираженими, ніж у зразках з 10 % ПСГ. Тому зразок 4 поступався за загальною органолептичною оцінкою більш збалансованим композиціям.

Найвищі органолептичні показники були встановлені для зразка 5, до складу якого входили 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева. Саме зразок 5 характеризувався однорідною блискучою поверхнею, ніжною пастоподібною консистенцією, гармонійним кисломолочно-фруктовим смаком і приємним натуральним ароматом. Загальна органолептична оцінка зразка 5 становила 24,4 бала, що є найвищим значенням серед усіх досліджених композицій.

У зразку 6, який містив 20 % КМС, 15 % ПСГ та 0,5 % камеді ріжкового дерева, спостерігалось посилення фруктового смаку, однак консистенція зразка 6 була менш стабільною через недостатній стабілізуючий ефект камеді. Унаслідок цього загальна органолептична оцінка була нижчою, ніж у зразка 5.

Для зразка 7 за вмісту 30 % КМС, 5 % ПСГ та 1,5 % камеді ріжкового дерева була характерна достатньо щільна консистенція, однак смако-ароматичний профіль залишався менш вираженим через низький вміст фруктового компонента. Тому зразок 7 не досяг високих органолептичних показників.

У зразку 8, що містив 30 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева, поєднувалися добрі смако-ароматичні характеристики та достатньо стабільна консистенція. Разом з тим, для зразка 8 спостерігалася дещо вища щільність структури порівняно зі зразком 5, що зумовило трохи нижчу загальну оцінку.

У зразку 9, до складу якого входили 30 % КМС, 15 % ПСГ та 1,5 % камеді ріжкового дерева, було зафіксовано найбільш щільну консистенцію та надмірно виражений фруктовий смак. Для зразка 9 така рецептурна композиція виявилася менш вдалою з позиції гармонійності органолептичного сприйняття, незважаючи на інтенсивний аромат і привабливий колір.

Установлено, що внесення КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева істотно впливало на сенсорні характеристики сиркових паст. Контрольний зразок характеризувався чистим кисломолочним смаком і ніжною консистенцією, однак поступався дослідним зразкам за вираженістю смаку, аромату та загальною гармонійністю. У зразках з додаванням ПСГ формувалася приємний фруктовий відтінок смаку й запаху, а внесення КМС сприяло більш повному смаковому профілю. Водночас за підвищеного вмісту камеді ріжкового дерева спостерігалася ущільнення структури, що в окремих випадках дещо знижувало оцінку консистенції.

Отже, за результатами органолептичної оцінки встановлено, що найкращими споживними властивостями характеризувався зразок 5, який містив 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

На наступному етапі вивчали вплив рецептурних композицій на фізико-хімічні та структурно-механічні показники сиркових паст, які значною мірою визначають стабільність продукту, його консистенцію та поведінку під час зберігання.

Таблиця 3.9

**Фізико-хімічні та структурно-механічні показники дослідних зразків
сиркових паст**

Показник	Зразок									
	Контроль	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масова частка вологи, %	68,1 ± 0,4	65,8 ± 0,4	62,3 ± 0,4	58,8 ± 0,4	67,0 ± 0,4	63,5 ± 0,4	60,0 ± 0,4	68,2 ± 0,4	64,7 ± 0,4	61,2 ± 0,4
pH	4,79 ± 0,03	4,75 ± 0,03	4,73 ± 0,03	4,69 ± 0,03	4,74 ± 0,03	4,72 ± 0,03	4,68 ± 0,03	4,73 ± 0,03	4,71 ± 0,03	4,67 ± 0,03
Титрована кислотність, °Т	144 ± 2,0	145 ± 2,0	147 ± 2,0	149 ± 2,0	146 ± 2,0	148 ± 2,0	150 ± 2,0	147 ± 2,0	148 ± 2,0	151 ± 2,0
Волого-зв'язувальна здатність, %	78,6 ± 1,6	83,4 ± 1,6	88,7 ± 1,7	91,0 ± 1,8	87,8 ± 1,7	91,3 ± 1,8	85,9 ± 1,6	92,2 ± 1,8	90,8 ± 1,8	93,0 ± 1,9
Виділення сироватки, %	3,5 ± 0,2	2,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,6 ± 0,1
Ефективна в'язкість, Па·с	24,6 ± 1,0	29,2 ± 1,1	35,6 ± 1,3	42,0 ± 1,5	34,4 ± 1,2	37,5 ± 1,3	33,1 ± 1,2	41,5 ± 1,5	38,8 ± 1,4	44,0 ± 1,6

Отримані результати показали, що збільшення вмісту КМС та ПСГ призводило до зниження масової частки вологи, що зумовлено підвищенням вмісту сухих речовин у рецептурі. Одночасно зростали титрована кислотність і щільність структури продукту. Встановлено, що найбільш виражений вплив на ВЗЗ і виділення сироватки мала КРД.

За внесення 0,5 % камеді у зразках 1 і 6 спостерігалось підвищене виділення сироватки порівняно зі зразками, що містили 1,0–1,5 % стабілізатора. За внесення 1,5 % камеді у зразках 3, 7 і 9 синерезис був мінімальним, проте одночасно різко зростала ефективна в'язкість, що свідчило про формування надмірно щільної консистенції.

Найбільш збалансовані показники встановлено для зразка 5, у якому поєднувалися висока ВЗЗ (91,3 %), низький рівень синерезису (0,8 %), достатня ефективна в'язкість (37,5 Па·с), що відповідало ніжній, але стабільній пастоподібній консистенції.

Важливим етапом оцінки якості розроблених сиркових паст було визначення показників їх мікробіологічної безпечності, оскільки введення до рецептури КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева могло впливати на мікробіологічну стабільність продукту. Особливу увагу приділяли зразкам, що відрізнялися за вмістом сухих речовин, кислотністю та структурою, оскільки саме ці показники можуть визначати інтенсивність розвитку мікрофлори під час зберігання.

У дослідних зразках сиркових паст визначали кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП), кількість дріжджів і пліснявих грибів. Результати досліджень наведено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Показники мікробіологічної безпечності дослідних зразків сиркових паст

Показник	Нормативне значення	Зразок									
		Контроль	1	2	3	4	5	6	7	8	9
КМАФАнМ, КУО/г	не більше $1,0 \times 10^4$	$1,8 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
БГКП, (у 0,1 г)	не допускаються	не виявлено									
Дріжджі, КУО/г	не більше 50	8	7	6	6	5	4	6	5	5	6
Плісняві гриби, КУО/г	не більше 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Аналіз результатів показав, що контрольний зразок відповідав нормативним вимогам за всіма визначеними мікробіологічними показниками, однак характеризувався дещо вищим рівнем КМАФАнМ порівняно з більшістю дослідних композицій.

У зразках 1 та 2 не було виявлено БГКП, а кількість дріжджів залишалася на низькому рівні, що свідчило про належний санітарний стан продукту після термізації. Для зразка 3 також не встановлено перевищення нормативних значень, незважаючи на підвищений вміст ПСГ та КРД.

У зразках 4 та 5 зафіксовано найнижчі значення КМАФАнМ серед досліджених композицій. Особливо слід відзначити зразок 5, у якому КМАФАнМ

становила $1,4 \times 10^2$ КУО/г, а дріжджів – лише 4 КУО/г. Для зразка 5 це може бути пов'язано з найбільш збалансованим співвідношенням рецептурних компонентів, достатнім вмістом сухих речовин, оптимальною кислотністю середовища та доброю стабільністю структури.

У зразках 6 та 9, які містили підвищений рівень ПСГ, також не встановлено жодних ознак мікробіологічної нестабільності. Для зразків 6 і 9 показники дріжджів були дещо вищими, ніж у зразку 5, однак залишалися в межах допустимих значень. Це свідчить про те, що внесення ПСГ у досліджуваних кількостях не погіршувало мікробіологічну безпеку сиркових паст.

У зразках 7 та 8 також не було виявлено БГКП і пліснявих грибів, а загальна кількість мікроорганізмів відповідала санітарно-гігієнічним вимогам. Для зразка 8, який за іншими показниками якості був близьким до зразка 5, рівень КМАФАнМ становив $1,5 \times 10^2$ КУО/г, що також свідчило про високу мікробіологічну стабільність продукту.

Отже, результати мікробіологічних досліджень показали, що всі дослідні зразки сиркових паст відповідали нормативним вимогам безпеки. Внесення КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева у досліджуваних межах не спричиняло погіршення мікробіологічних показників.

Наступним етапом дослідження було визначено вплив рецептурних компонентів на харчову та біологічну цінність сиркових паст.

Для оцінки впливу рецептурних інгредієнтів на харчову цінність сиркових паст визначали вміст сухих речовин, білка, жиру, вуглеводів, харчових волокон і розраховували енергетичну цінність готового продукту. Результати представлено в табл. 3.11. Встановлено, що внесення КМС сприяє зміні співвідношення основних нутрієнтів, зокрема зменшенню частки жиру та підвищенню частки вуглеводів за рахунок лактози. Внесення ПСГ підвищує вміст харчових волокон і формує функціональні властивості продукту.

Таблиця 3.11

Показники харчової цінності дослідних зразків сиркових паст

Показник	Зразок									
	Контроль	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масова частка білка, %	$5,8 \pm 0,15$	$5,4 \pm 0,15$	$5,2 \pm 0,15$	$5,0 \pm 0,15$	$5,2 \pm 0,15$	$5,0 \pm 0,15$	$4,9 \pm 0,15$	$4,9 \pm 0,15$	$4,8 \pm 0,15$	$4,6 \pm 0,15$
Масова частка жиру, %	$23,0 \pm 0,5$	$19,5 \pm 0,5$	$18,3 \pm 0,5$	$17,1 \pm 0,4$	$17,1 \pm 0,4$	$16,0 \pm 0,4$	$15,0 \pm 0,4$	$14,7 \pm 0,4$	$13,7 \pm 0,4$	$12,5 \pm 0,4$
Масова частка вуглеводів, %	$2,0 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,2$	$11,2 \pm 0,3$	$15,1 \pm 0,3$	$8,9 \pm 0,2$	$12,4 \pm 0,3$	$15,5 \pm 0,3$	$10,6 \pm 0,3$	$13,7 \pm 0,3$	$17,6 \pm 0,4$
Масова частка клітковини, %	-	$0,9 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$
Енергетична цінність, ккал/100 г	238,2	225,9	229,9	234,0	210,2	213,6	216,4	194,5	197,3	201,3

Аналіз отриманих результатів показав, що рецептурний склад дослідних зразків істотно впливав на показники їх харчової цінності. Контрольний зразок, виготовлений на основі УФ сиру без внесення КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева, характеризувався найвищою масовою часткою жиру – 23,0 % та енергетичною цінністю 238,2 ккал/100 г. Водночас у контрольному зразку харчові волокна не виявлено, що підтверджує доцільність збагачення сиркових паст компонентами рослинного походження.

Внесення до рецептури КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева сприяло зміні співвідношення основних нутрієнтів у дослідних зразках. Зі збільшенням частки функціональних інгредієнтів спостерігалось зниження масової частки жиру порівняно з контролем. Так, у зразках 1–3 вміст жиру становив 19,5–17,1 %, у зразках 4–6 – 17,1–15,0 %, а у зразках 7–9 – 14,7–12,5 %. Це свідчить про можливість коригування жирової складової сиркових паст за рахунок часткової заміни УФ сиру КМС та рослинним компонентом.

Масова частка білка у дослідних зразках становила 4,6–5,4 %, тоді як у контрольному зразку цей показник дорівнював 5,8 %. Незначне зниження вмісту білка у дослідних зразках пояснюється зменшенням частки УФ сиру в рецептурі та внесенням ПСГ і КРД, які переважно представлені вуглеводними та полісахаридними фракціями. Водночас використання КМС забезпечує

надходження сироваткових білків, що позитивно впливає на біологічну цінність білкової складової продукту.

Вміст вуглеводів у дослідних зразках збільшувався порівняно з контролем і становив від 7,2 до 17,6 %. Це зумовлено внесенням КМС, що містить лактозу, а також ПСГ, який є джерелом природних вуглеводів. Найвищу масову частку вуглеводів встановлено у зразку 9 – 17,6 %, тоді як у контрольному зразку цей показник становив 2,0 %.

Важливою відмінністю дослідних зразків від контролю була наявність харчових волокон. У контрольному зразку клітковина не виявлена, тоді як у дослідних зразках її вміст становив від 0,9 до 2,7 % залежно від кількості внесеного ПСГ. Найвищий вміст клітковини – 2,7 % – встановлено у зразках 3, 6 і 9, які містили найбільшу частку ПСГ. Це підтверджує функціональну роль ПСГ як джерела харчових волокон у складі сиркових паст.

Енергетична цінність усіх дослідних зразків була нижчою порівняно з контролем. Якщо контрольний зразок мав енергетичну цінність 238,2 ккал/100 г, то у дослідних зразках цей показник становив 194,5–234,0 ккал/100 г. Найнижчу енергетичну цінність встановлено у зразках 7, 8 і 9 – 194,5; 197,3 та 201,3 ккал/100 г відповідно. Зниження калорійності зумовлено передусім зменшенням масової частки жиру в рецептурних композиціях.

Отже, внесення КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева істотно впливало на харчову цінність сиркових паст. Основними змінами були зниження масової частки жиру, зменшення енергетичної цінності, підвищення вмісту вуглеводів і поява харчових волокон у дослідних зразках. За сукупністю показників харчової цінності зразок 5 можна вважати найбільш збалансованим, оскільки він поєднував раціональний вміст білка, помірний рівень жиру та вуглеводів, наявність харчових волокон і прийнятну енергетичну цінність.

Біологічну цінність сиркових паст оцінювали за амінокислотним складом білка та інтегральними показниками його повноцінності. Для характеристики білкової складової визначали лімітуючу амінокислоту, амінокислотний скор,

коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС), біологічну цінність (БЦ), коефіцієнт утилітарності (U) та показник порівнювальної надлишковості (σ).

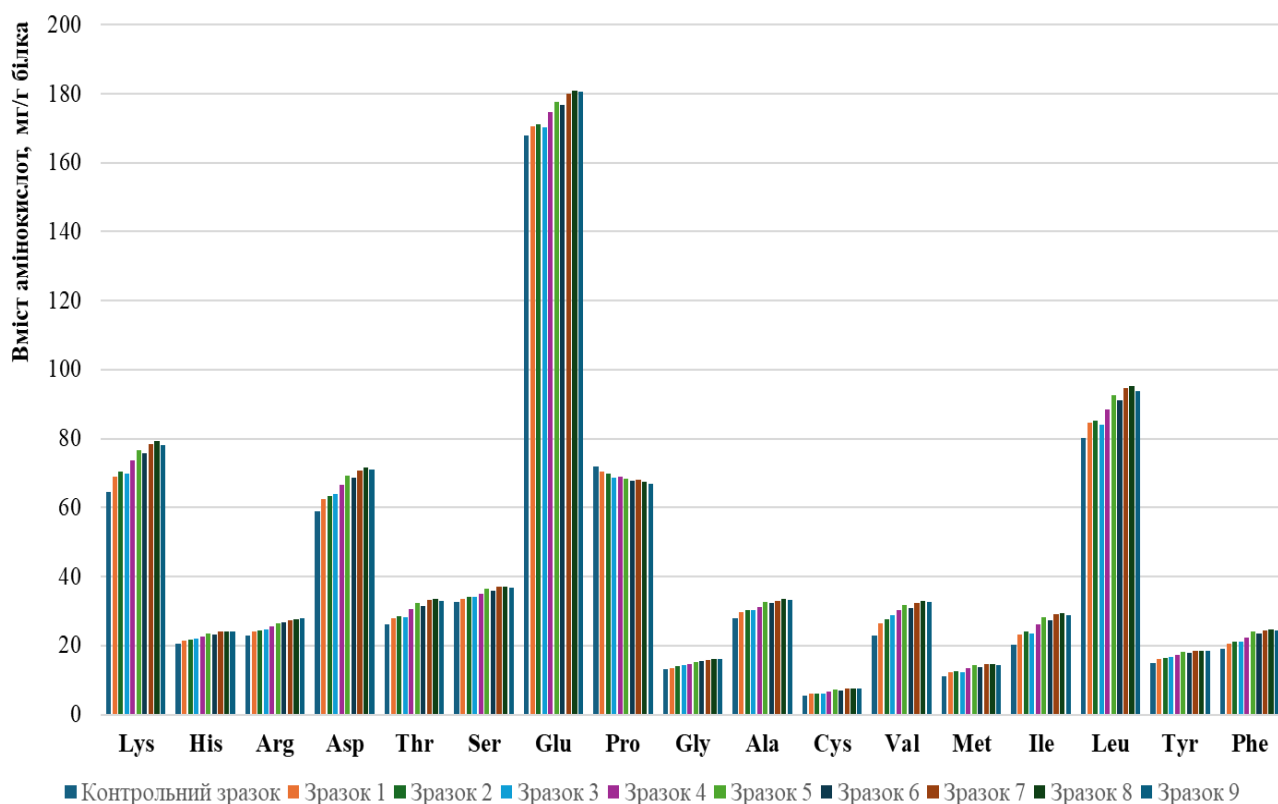


Рис. 3.8. Амінокислотний профіль дослідних зразків сиркових паст

Таблиця 3.12

Амінокислотний скор незамінних амінокислот дослідних зразків сиркових паст

Незамінна амінокислота	Зразок									
	Контроль	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лізин	143,66	139,80	137,50	134,00	136,00	128,00	128,00	140,00	142,00	139,00
Треонін	113,58	116,50	119,00	118,00	122,00	119,00	120,00	126,00	128,00	125,00
Валін	58,92	63,80	66,50	67,20	70,40	76,00	70,00	76,50	78,20	76,00
Метіонін + цистин	75,04	78,60	82,00	80,50	86,50	96,00	86,00	95,00	97,00	94,00
Ізолейцин	67,59	71,20	74,00	73,00	78,00	88,00	78,00	86,00	88,00	85,00
Лейцин	135,67	132,40	130,20	126,00	128,00	120,00	123,00	134,00	136,00	133,00
Фенілаланін + тирозин	88,93	91,50	94,00	92,80	97,00	104,00	96,50	102,00	104,00	101,00

Таблиця 3.13

Інтегральні показники біологічної цінності білка дослідних зразків сиркових паст

Показник	Зразок									
	Контроль	1	2	3	4	5	6	7	8	9
КРАС, %	33,87	30,90	29,71	27,64	28,14	24,88	26,44	28,00	28,22	27,62
БЦ, %	66,13	69,10	70,29	72,36	71,86	75,12	73,56	72,00	71,78	72,38
U	0,58	0,61	0,64	0,66	0,67	0,72	0,69	0,68	0,69	0,68
σ	0,25	0,23	0,21	0,19	0,20	0,15	0,17	0,19	0,18	0,19

Аналіз амінокислотного скору незамінних амінокислот (табл. 3.12) показав, що амінокислотний склад білка дослідних зразків сиркових паст суттєво залежав від рецептурної композиції. Для контрольного зразка характерними були достатньо високі значення скору за лізином – 143,66 %, треоніном – 113,58 % і лейцином – 135,67 %. Водночас лімітуючою амінокислотою у контрольному зразку був валін, амінокислотний скор якого становив 58,92 %. Обмежувальними також залишалися ізолейцин – 67,59 % та метіонін із цистином – 75,04 %, що знижувало загальну збалансованість білкової складової.

У дослідних зразках внесення КМС сприяло покращенню амінокислотного складу білка, насамперед за рахунок підвищення скору лімітуючих амінокислот. Найбільш помітні позитивні зміни спостерігалися для валіну, ізолейцину та сирковмісних амінокислот, які у контрольному зразку мали найнижчі значення скору. Це свідчить про те, що КМС не лише впливала на загальний нутрієнтний склад сиркових паст, а й сприяла підвищенню біологічної повноцінності білкової складової продукту.

У зразку 1, що містив 10 % КМС, 5 % ПСГ та 0,5 % камеді ріжкового дерева, спостерігалось помірне покращення амінокислотного профілю порівняно з контролем. Амінокислотний скор валіну підвищувався до 63,80 %, ізолейцину – до 71,20 %, метіоніну з цистином – до 78,60 %. Водночас збалансованість білка залишалася недостатньо високою, про що свідчили значення КРАС 30,90 % і біологічної цінності 69,10 %.

У зразку 2 збільшення частки ПСГ до 10 % сприяло подальшому покращенню показників амінокислотного скору. Для зразка 2 скор валіну становив 66,50 %, ізолейцину – 74,00 %, метіоніну з цистином – 82,00 %. Біологічна цінність білка підвищувалася до 70,29 %, а коефіцієнт утилітарності становив 0,64. Це свідчить про позитивний вплив рецептурної композиції на якість білка, однак за інтегральними показниками зразок 2 поступався оптимальному зразку 5.

У зразку 3, який містив 10 % КМС, 15 % ПСГ та 1,5 % камеді ріжкового дерева, було встановлено подальше підвищення скору валіну до 67,20 % та збереження достатньо високого скору за лізином, треоніном і лейцином. Біологічна цінність білка становила 72,36 %, що перевищувало показники контролю та зразків 1 і 2. Водночас підвищений вміст ПСГ і стабілізатора міг впливати на загальну збалансованість рецептури за органолептичними та структурно-механічними показниками.

У зразку 4 за внесення 20 % КМС та 5 % ПСГ спостерігалось покращення скору лімітуючих амінокислот порівняно з контролем. Зокрема, амінокислотний скор валіну становив 70,40 %, ізолейцину – 78,00 %, метіоніну з цистином – 86,50 %. Біологічна цінність білка становила 71,86 %, що підтверджує позитивний вплив підвищеної частки КМС на білкову складову сиркової пасти.

Найбільш збалансований амінокислотний профіль встановлено для зразка 5, який відповідає оптимальній рецептурній композиції та містить 20 % КМС, 10 % ПСГ і 1,0 % камеді ріжкового дерева. Для зразка 5 амінокислотний скор валіну підвищувався до 76,00 %, метіоніну з цистином – до 96,00 %, ізолейцину – до 88,00 %, фенілаланіну з тирозином – до 104,00 %. Саме цей зразок характеризувався найнижчим значенням КРАС – 24,88 %, найвищою біологічною цінністю – 75,12 %, найвищим коефіцієнтом утилітарності – 0,72 та найнижчим показником порівнювальної надлишковості – 0,15. Отримані результати свідчать про найбільш раціональне співвідношення незамінних амінокислот у білку зразка 5.

У зразку 6 підвищення вмісту ПСГ до 15 % супроводжувалося незначним зниженням збалансованості білкової складової порівняно зі зразком 5. Для зразка 6 біологічна цінність становила 73,56 %, КРАС – 26,44 %, коефіцієнт утилітарності

– 0,69. Незважаючи на достатньо високі показники, збільшення частки рослинного компонента не забезпечувало подальшого покращення амінокислотної збалансованості білка.

У зразках 7, 8 і 9 зі збільшенням вмісту КМС до 30 % спостерігалось збереження високих значень амінокислотного скору за окремими незамінними амінокислотами, зокрема лізином, треоніном і лейцином. Однак інтегральні показники біологічної цінності були нижчими, ніж у зразку 5. Для зразка 7 біологічна цінність становила 72,00 %, для зразка 8 – 71,78 %, для зразка 9 – 72,38 %. Це свідчить про те, що подальше збільшення частки КМС не забезпечувало пропорційного покращення біологічної цінності білка.

Комплексний аналіз показників біологічної цінності підтвердив, що внесення КМС та ПСГ дає змогу цілеспрямовано регулювати амінокислотний склад білка сиркових паст. Порівняно з контролем у дослідних зразках спостерігалось підвищення амінокислотного скору лімітуючих амінокислот, зниження КРАС, підвищення біологічної цінності та коефіцієнта утилітарності.

Аналіз показав, що використання КМС сприяє підвищенню біологічної цінності білкової складової та збагаченню продукту сироватковими білками, тоді як загальний вміст білка у розробленій пасті залишається на рівні, характерному для пастоподібних молочних продуктів.

Отже, за сукупністю показників амінокислотного скору, КРАС, БЦ, U та σ найбільш раціональною є рецептурна композиція зразка 5, що містить 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева. Саме цей зразок характеризувався найкращою збалансованістю білкової складової та може бути рекомендований як оптимальний за показниками біологічної цінності.

3.6 Дослідження впливу режимів термічної обробки суміші на показники якості сиркових паст

Термічна обробка суміші є одним із визначальних етапів технології сиркових паст, оскільки саме на цій стадії формується структурна стабільність багатокомпонентної системи, відбувається додаткова гідратація полісахаридів,

рівномірний перерозподіл вологи між компонентами, часткова денатурація сироваткових білків та стабілізація консистенції готового продукту. Для сиркових паст на основі УФ сиру з додаванням КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева режим термічної обробки має особливе значення, оскільки він впливає не лише на безпечність продукту, а й на його органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники.

З урахуванням результатів попередніх досліджень подальше опрацювання параметрів термічної обробки проводили на зразку 5, який характеризувався найкращими показниками якості за сукупністю органолептичних, структурно-механічних, харчових і біологічних властивостей. На даному етапі дослідження вивчали вплив температури та тривалості витримки під час термічної обробки суміші на якість сиркової пасту після попередньо обґрунтованого процесу гідратації сухих компонентів.

Для дослідження було обрано такі режими термічної обробки суміші:

- режим 1 – 65 °С, 5 хв;
- режим 2 – 70 °С, 5 хв;
- режим 3 – 75 °С, 5 хв;
- режим 4 – 80 °С, 5 хв;
- режим 5 – 75 °С, 2 хв;
- режим 6 – 75 °С, 10 хв.

Такий підхід дав змогу окремо оцінити вплив температурного фактора та тривалості теплового впливу на показники якості сиркових паст.

На першому етапі оцінювали зміни зовнішнього вигляду, консистенції, кольору, смаку і запаху сиркової пасту залежно від режиму термічної обробки суміші. Результати представлено у вигляді профілограми (рис. 3.9).

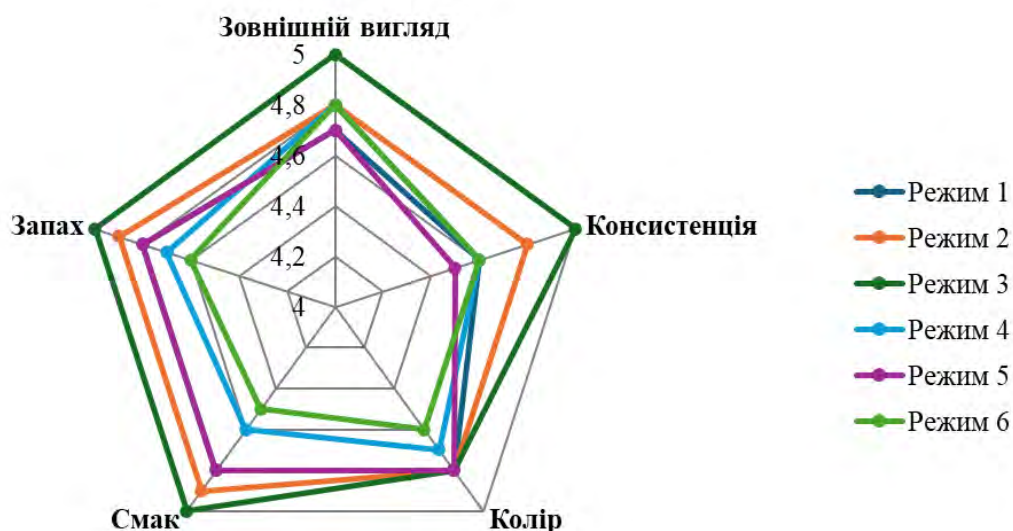


Рис. 3.9. Органолептичні показники сиркової пасти залежно від режиму термічної обробки суміші

Аналіз органолептичних показників показав, що режим термічної обробки суттєво впливав на споживні властивості сиркової пасти. Для режиму 1 за температури 65 °С і витримки 5 хв продукт характеризувався достатньо приємним смаком і запахом, однак консистенція залишалася дещо менш однорідною та пластичною, ніж за вищих температур. Це свідчило про недостатню інтенсивність теплового впливу для повного формування структури системи.

Для режиму 2 за температури 70 °С і витримки 5 хв спостерігалось покращення зовнішнього вигляду і консистенції. Сиркова паста за цим режимом характеризувалася більш вираженою пастоподібністю, рівномірною текстурою і гармонійним смако-ароматичним профілем.

Найвищі органолептичні показники були встановлені для режиму 3 – 75 °С, 5 хв. Саме за цього режиму сиркова паста мала найбільш однорідну блискучу поверхню, ніжну пластичну консистенцію, гармонійний кисломолочно-фруктовий смак та виражений натуральний аромат. Загальна органолептична оцінка для режиму 3 становила 24,8 бала, що є найвищим значенням серед досліджених режимів.

Для режиму 4 при температурі 80 °C спостерігалось деяке погіршення органолептичного сприйняття продукту. Для цього режиму консистенція ставала щільнішою, смак – менш гармонійним, а колір набував дещо темнішого кремового відтінку. Це можна пояснити надмірним тепловим впливом на білково-вуглеводну систему продукту.

У режимі 5 за температури 75 °C і коротшої витримки 2 хв продукт мав задовільні сенсорні характеристики, однак консистенція була менш стабільною, ніж при витримці 5 хв. Для режиму 6 за температури 75 °C і тривалості 10 хв спостерігалось певне зниження смакової та ароматичної виразності, а консистенція ставала більш ущільненою.

На наступному етапі визначали зміни ВЗЗ, виділення сироватки, ефективної в'язкості, активної кислотності та масової частки води залежно від режиму термічної обробки суміші. Результати представлено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

**Фізико-хімічні та структурно-механічні показники сиркової пасти
залежно від режиму термічної обробки суміші**

Режим	Масова частка води, %	pH	Вологозв'язувальна здатність, %	Виділення сироватки, %	Ефективна в'язкість, Па·с
1	66,9 ± 0,3	4,74 ± 0,03	91,6 ± 1,8	0,9 ± 0,1	38,6 ± 1,3
2	66,8 ± 0,3	4,73 ± 0,03	92,4 ± 1,8	0,7 ± 0,1	39,5 ± 1,3
3	66,7 ± 0,3	4,72 ± 0,03	93,5 ± 1,9	0,5 ± 0,1	40,6 ± 1,4
4	66,5 ± 0,3	4,70 ± 0,03	93,6 ± 1,9	0,5 ± 0,1	42,3 ± 1,5
5	66,8 ± 0,3	4,73 ± 0,03	91,9 ± 1,8	0,8 ± 0,1	38,9 ± 1,3
6	66,4 ± 0,3	4,69 ± 0,03	93,4 ± 1,9	0,5 ± 0,1	42,0 ± 1,5

Результати досліджень (табл. 3.14) показали, що зі зростанням температури термічної обробки від 65 до 75 °C спостерігалось підвищення ВЗЗ та ефективної в'язкості, а також зменшення виділення сироватки. Для режиму 1 ВЗЗ становила 91,6 %, а виділення сироватки – 0,9 %, що свідчило про ще не повністю сформовану структуру системи.

Для режиму 2 показники стабільності покращувалися: ВЗЗ досягала 92,4 %, а виділення сироватки зменшувалося до 0,7 %. Це свідчило про ефективніше зв'язування вологи в продукті за вищої температури обробки.

Найбільш збалансовані показники було встановлено для режиму 3. За температури 75 °С і витримки 5 хв ВЗЗ становила 93,5 %, виділення сироватки – 0,5 %, а ефективна в'язкість – 40,6 Па·с. Таке поєднання показників свідчить про формування стабільної, але не надмірно ущільненої структури сиркової пасти.

Для режиму 4 ВЗЗ була на рівні 93,6 %, а виділення сироватки не перевищувало 0,5 %, однак ефективна в'язкість зростала до 42,3 Па·с. Це свідчило про надлишкове ущільнення структури при температурі 80 °С, що узгоджувалося з деяким погіршенням органолептичних показників.

У режимі 5 коротша витримка за температури 75 °С не забезпечувала повного завершення структуроутворювальних процесів: ВЗЗ становила 91,9 %, а виділення сироватки – 0,8 %, що було гіршим за показники режиму 3.

Для режиму 6 подовження тривалості витримки до 10 хв забезпечувало високу ВЗЗ (93,4 %) і низький рівень синерезису (0,5 %), однак супроводжувалося зростанням ефективної в'язкості до 42,0 Па·с, що вказувало на надмірне ущільнення системи.

Оскільки термічна обробка суміші є одним із ключових етапів забезпечення мікробіологічної стабільності продукту, додатково було проведено оцінку основних санітарно-показових мікроорганізмів у зразках після обробки різними режимами.

Таблиця 3.15

**Мікробіологічні показники сиркової пасти залежно від режиму
термічної обробки суміші**

Режим	КМАФАнМ, КУО/г	БГКП (у 0,1 г)	Дріжджі, КУО/г	Плісняві гриби, КУО/г
1	$2,4 \times 10^2$	не виявлено	9	0
2	$1,9 \times 10^2$	не виявлено	7	0
3	$1,5 \times 10^2$	не виявлено	4	0
4	$1,4 \times 10^2$	не виявлено	3	0

Режим	КМАФАнМ, КУО/г	БГКП (у 0,1 г)	Дріжджі, КУО/г	Плісняві гриби, КУО/г
5	$2,2 \times 10^2$	не виявлено	8	0
6	$1,4 \times 10^2$	не виявлено	3	0

Результати показали, що всі досліджувані режими забезпечували мікробіологічну безпечність продукту. Бактерії групи кишкової палички та плісняві гриби не виявлялися в жодному зразку. Разом з тим, між режимами спостерігалися певні відмінності за загальною кількістю мікроорганізмів і дріжджів.

Для режимів 1 та 5 були характерні дещо вищі значення КМАФАнМ і дріжджів, що свідчило про менш інтенсивний вплив обробки на мікрофлору суміші. Для режимів 4 та 6 значення мікробіологічних показників були найнижчими, однак, як зазначалося вище, ці режими супроводжувалися погіршенням консистенції продукту через надмірне ущільнення структури.

Для режиму 3 поєднувалися низькі значення КМАФАнМ ($1,5 \times 10^2$ КУО/г), невелика кількість дріжджів (4 КУО/г) та найкращі органолептичні й структурно-механічні показники, що підтверджує його технологічну доцільність.

Проведені комплексні дослідження показали, що режим термічної обробки суміші суттєво впливає на якість сиркових паст. Підвищення температури від 65 до 75 °C за сталої витримки 5 хв сприяло покращенню консистенції, підвищенню ВЗЗ та зниженню виділення сироватки. Подальше зростання температури до 80 °C або надмірне збільшення тривалості теплової обробки призводило до надлишкового ущільнення структури та зниження сенсорної привабливості продукту.

Коротка витримка за оптимальної температури виявилася недостатньою для повного формування стабільної системи, тоді як надмірно тривала обробка не давала суттєвих переваг за показниками стабільності, але погіршувала консистенцію продукту. Отже, раціональний режим термічної обробки повинен забезпечувати баланс між стабілізацією структури, збереженням приємних сенсорних характеристик і належним рівнем мікробіологічної чистоти.

На основі комплексного аналізу органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних і мікробіологічних показників встановлено, що найбільш раціональним є режим термічної обробки суміші за температури (75 ± 2) °C протягом 5 хв. За цього режиму забезпечується формування стабільної пастоподібної консистенції, висока ВЗЗ, низький рівень виділення сироватки, збереження гармонійного смако-ароматичного профілю та належна мікробіологічна чистота продукту.

3.7 Дослідження впливу гомогенізації на органолептичні та структурно-механічні показники сиркових паст

Одним із важливих етапів формування якості сиркових паст є гомогенізація, яка забезпечує диспергування рецептурних компонентів, підвищує однорідність структури, зменшує відчутність часток рослинної сировини та сприяє стабілізації багатокомпонентної системи. Для сиркових паст на основі УФ сиру з додаванням КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева значення цієї операції зростає, оскільки в продукті одночасно присутні білкова, жирова, вуглеводна та волокниста фази, які потребують рівномірного розподілу.

На першому етапі оцінювали загальний вплив гомогенізації на органолептичні та структурно-механічні показники дослідних зразків сиркових паст. Для підтвердження технологічної доцільності гомогенізації було проведено порівняльну оцінку її впливу на всі дослідні рецептурні композиції, що дало змогу встановити загальні закономірності зміни органолептичних і структурно-механічних показників сиркових паст. Дослідження проводили в лабораторних умовах на гомогенізаторі-диспергаторі.

Для більш наочного відображення впливу гомогенізації на сенсорні характеристики сиркових паст результати органолептичної оцінки було подано у вигляді профілограм. Профільний аналіз здійснювали за основними дескрипторами: зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак і запах. Інтенсивність прояву кожної ознаки оцінювали за п'ятибальною шкалою. Побудова профілограм

дала змогу візуалізувати зміну сенсорного профілю дослідних зразків до та після гомогенізації (рис. 3.10).

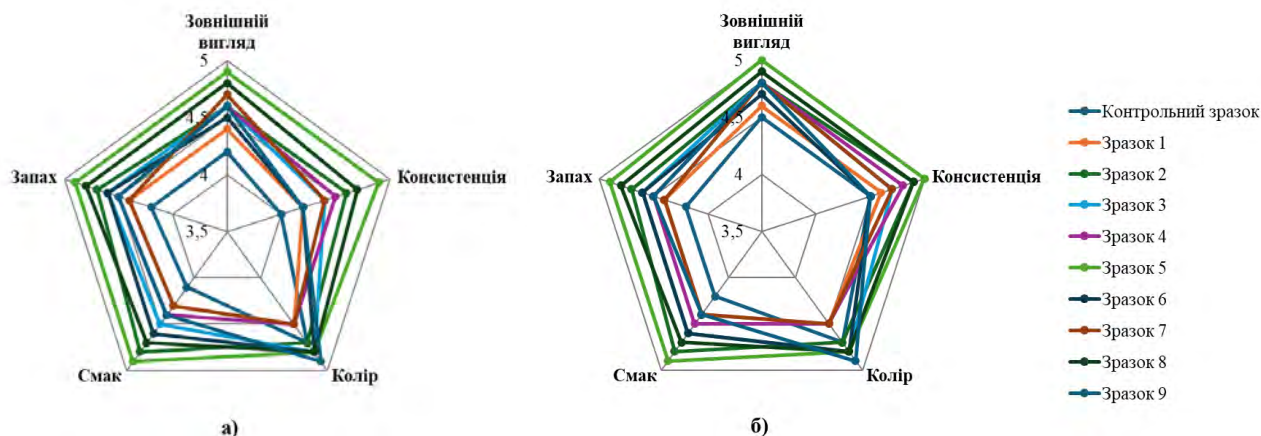


Рис. 3.10. Органолептична оцінка дослідних зразків сиркових паст до (а) та після (б) гомогенізації

Аналіз профілограм (рис. 3.10) показав, що гомогенізація позитивно впливала на сенсорні характеристики всіх дослідних зразків сиркових паст. Для контрольного зразка після гомогенізації спостерігалось покращення показників зовнішнього вигляду та консистенції, що свідчило про формування більш однорідної структури продукту. Для зразків 1 і 4 після гомогенізації відзначали підвищення оцінки консистенції, що було пов'язано зі зменшенням неоднорідності сирової маси.

Для зразків 2, 5 та 8 профілограми після гомогенізації характеризувалися найбільш повним заповненням сенсорного поля, особливо за показниками консистенції, зовнішнього вигляду та смаку. Найкращий результат встановлено для зразка 5, у якому після гомогенізації значення дескрипторів «зовнішній вигляд» і «консистенція» досягали 5,0 бала, а смак і запах залишалися на рівні 4,9 бала. Це свідчить про формування найбільш гармонійного сенсорного профілю саме у зразку 5.

Для зразків 3, 6 та 9 після гомогенізації також спостерігалось покращення показника консистенції, однак зміни смаку і запаху були менш вираженими. Отже,

органолептичний аналіз підтверджує, що гомогенізація передусім впливала на структурне сприйняття продукту, тобто на його однорідність, ніжність і пастоподібність.

Для наочного відображення впливу гомогенізації на якість сиркових паст результати дослідження структурно-механічних показників було подано у вигляді графіків (рис. 3.11–3.13). Основними критеріями оцінки обрано ВЗЗ, виділення сироватки та ефективну в'язкість, оскільки саме ці показники найбільш повно характеризують ступінь стабілізації структури продукту, його консистенцію та здатність утримувати вологу.

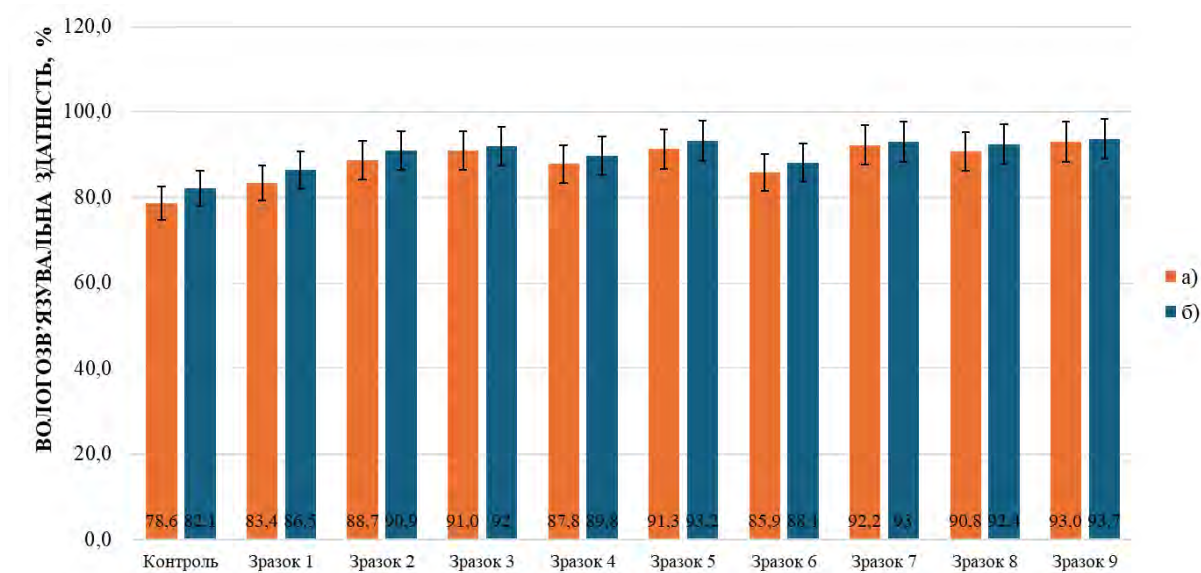


Рис. 3.11. Вологозв'язувальна здатність дослідних зразків сиркових паст до (а) та після (б) гомогенізації

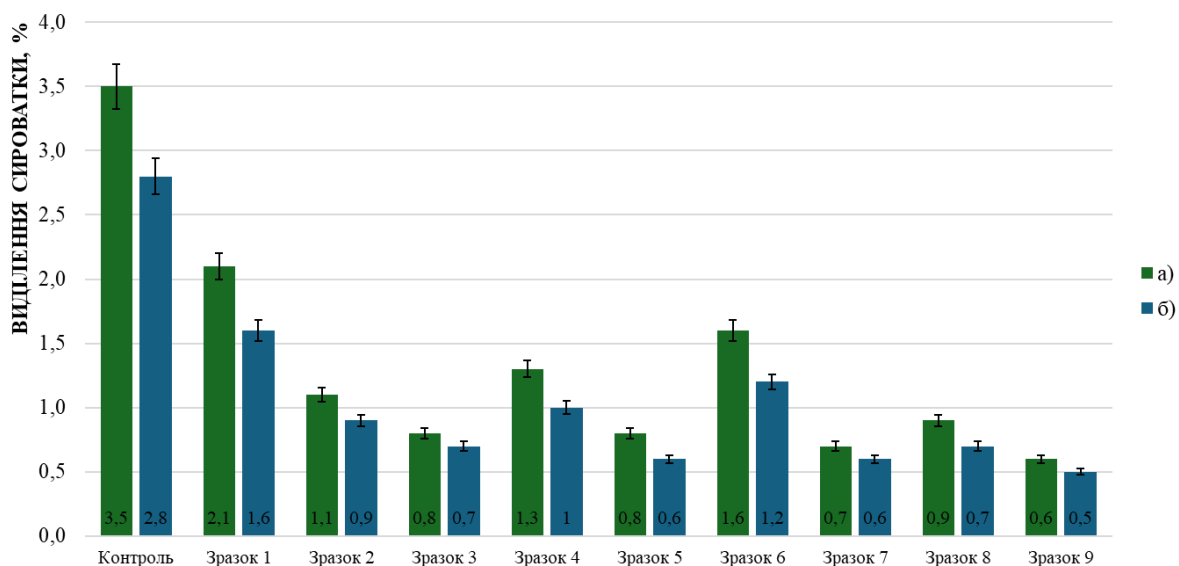


Рис. 3.12. Виділення сироватки в дослідних зразках сиркових паст до (а) та після (б) гомогенізації

Як видно з рис. 3.11 і 3.12, гомогенізація суттєво впливала на стан вологи в сиркових пастах, що проявлялося у підвищенні ВЗЗ та одночасному зниженні рівня виділення сироватки. Отримані результати свідчать, що механічне диспергування рецептурної маси сприяло формуванню більш однорідної білково-полісахаридної системи, здатної ефективніше утримувати вільну вологу.

Для контрольного зразка після гомогенізації ВЗЗ підвищилася з 78,6 % до 82,1 %, тоді як виділення сироватки зменшилося з 3,5 % до 2,8 %. Це свідчить, що навіть за відсутності функціональних добавок гомогенізація покращує просторову організацію сирової системи та підвищує її стійкість до синерезису.

У зразку 1 після гомогенізації ВЗЗ зросла з 83,4 % до 86,5 %, а виділення сироватки знизилося з 2,1 % до 1,6 %. Для зразка 2 відповідні показники становили 88,7 % і 90,9 % щодо ВЗЗ та 1,1 % і 0,9 % щодо виділення сироватки. Це вказує на те, що для зразка 2 гомогенізація забезпечувала додаткове ущільнення та стабілізацію структури без надмірного зростання її жорсткості.

У зразку 3 після гомогенізації ВЗЗ зросла з 91,0 % до 92,0 %, а виділення сироватки зменшилося з 0,8 % до 0,7 %. Для зразка 4 ці показники змінювалися відповідно з 87,8 % до 89,8 % та з 1,3 % до 1,0 %. Отже, у зразках 3 і 4 також

спостерігалася позитивна динаміка, однак ступінь змін була меншою, ніж у зразках із менш стабільною вихідною структурою.

Особливої уваги заслуговує зразок 5, який і до гомогенізації характеризувався високою ВЗЗ та низьким рівнем синерезису. Після гомогенізації у зразку 5 ВЗЗ підвищилася з 91,3 % до 93,2 %, а виділення сироватки зменшилося з 0,8 % до 0,6 %. Саме для зразка 5 було досягнуто найбільш сприятливого поєднання здатності системи утримувати вологу та низького рівня її виділення, що підтверджує оптимальність цієї рецептурної композиції.

У зразку 6 після гомогенізації ВЗЗ зросла з 85,9 % до 88,1 %, а виділення знизилося з 1,6 % до 1,2 %. Для зразка 7 встановлено зміну показників з 92,2 % до 93,0 % та з 0,7 % до 0,6 % відповідно. У зразку 8 ВЗЗ підвищилася з 90,8 % до 92,4 %, тоді як виділення сироватки зменшилося з 0,9 % до 0,7 %. Для зразка 9 ці зміни були найменшими в абсолютному вираженні, однак також мали позитивний характер: ВЗЗ зросла з 93,0 % до 93,7 %, а виділення сироватки знизилося з 0,6 % до 0,5 %.

Отримані закономірності можна пояснити тим, що в процесі гомогенізації відбувається диспергування структурних елементів сиркової маси, більш рівномірний розподіл КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева в усьому об'ємі продукту, а також інтенсифікується взаємодія між білками, полісахаридами і водною фазою. У результаті формується більш стабільна дисперсна система, в якій вода зв'язується ефективніше, а її міграція на поверхню продукту зменшується.

Таким чином, результати, наведені на рис. 3.11 і 3.12, підтверджують, що гомогенізація є ефективною технологічною операцією підвищення структурної стабільності сиркових паст. Її застосування забезпечує збільшення ВЗЗ і зниження виділення сироватки в усіх досліджуваних зразках.

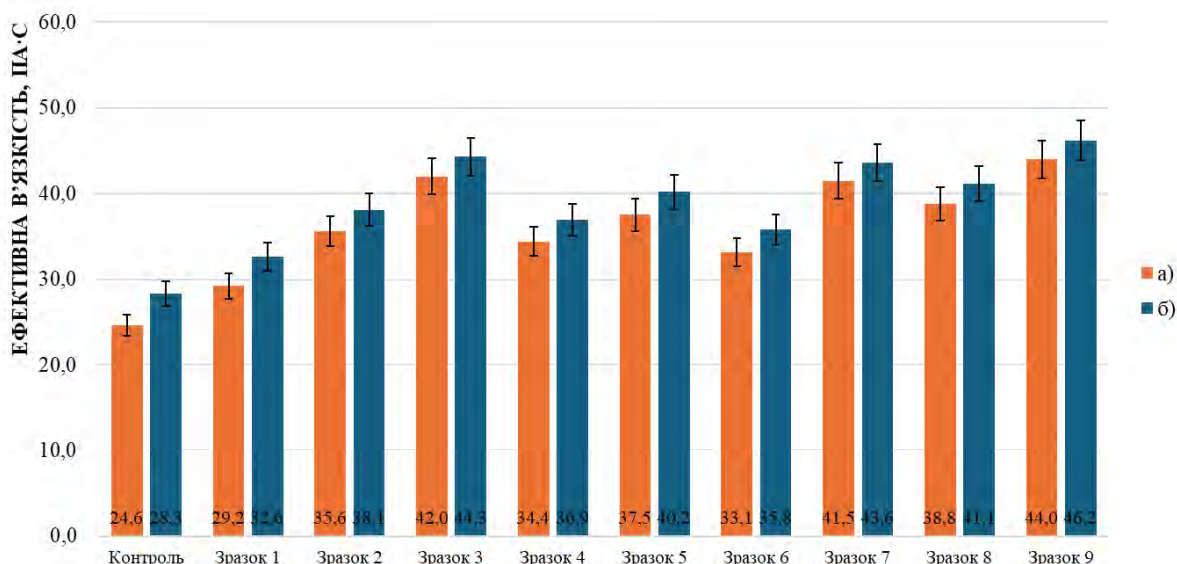


Рис. 3.13. Ефективна в'язкість дослідних зразків сиркових паст до (а) та після (б) гомогенізації

Як видно з рис. 3.13, гомогенізація істотно впливала на ефективну в'язкість усіх дослідних зразків сиркових паст. Після механічного диспергування в усіх зразках спостерігалось підвищення значень ефективної в'язкості, що свідчить про покращення структурної організації продукту, більш рівномірний розподіл дисперсної фази та посилення взаємодії між білковими, полісахаридними та водними компонентами системи.

Для контрольного зразка після гомогенізації ефективна в'язкість підвищилася з 24,6 Па·с до 28,3 Па·с, що вказує на ущільнення структури та формування більш зв'язаної сиркової маси. Для зразка 1 після гомогенізації ефективна в'язкість зросла з 29,2 Па·с до 32,6 Па·с, а для зразка 2 – з 35,6 Па·с до 38,1 Па·с. Отримані результати свідчать, що у зразках 1 і 2 гомогенізація сприяла покращенню консистенції без надмірного ущільнення продукту.

У зразку 3 після гомогенізації ефективна в'язкість підвищилася з 42,0 Па·с до 44,3 Па·с, а у зразку 4 – з 34,4 Па·с до 36,9 Па·с. Для зразка 3 більш високі значення в'язкості були пов'язані з підвищеним вмістом сухих речовин та рослинного компонента, що разом із гомогенізацією призводило до формування щільнішої

структури. У зразку 4 ефект був помірнішим, проте також свідчив про покращення структурно-механічних властивостей пасти.

Найбільш збалансований характер змін встановлено для зразка 5. Після гомогенізації ефективна в'язкість зразка 5 зросла з 37,5 Па·с до 40,2 Па·с. Для зразка 5 таке підвищення було технологічно доцільним, оскільки забезпечувало формування щільної, але водночас ніжної та пластичної пастоподібної консистенції, що узгоджується з високими органолептичними показниками цього зразка.

У зразку 6 після гомогенізації ефективна в'язкість підвищилася з 33,1 Па·с до 35,8 Па·с, у зразку 7 – з 41,5 Па·с до 43,6 Па·с, у зразку 8 – з 38,8 Па·с до 41,1 Па·с, а у зразку 9 – з 44,0 Па·с до 46,2 Па·с. Для зразків 7 і 9 були характерні найвищі значення ефективної в'язкості як до, так і після гомогенізації, що пояснюється високим вмістом сухих речовин і стабілізатора. Разом з тим, надмірне зростання цього показника для зразка 9 може свідчити про формування занадто щільної консистенції, що не є оптимальним з позиції споживного сприйняття сиркової пасти.

Підвищення ефективної в'язкості після гомогенізації зумовлене тим, що в процесі механічного диспергування відбувається подрібнення структурних елементів сиркової маси, інтенсифікується гідратація білкових і полісахаридних компонентів, а також формується більш рівномірна та просторово зв'язана дисперсна система. У результаті зростає опір продукту деформації, що і проявляється у підвищенні ефективної в'язкості.

Отже, результати, наведені на рис. 3.13 підтверджують, що гомогенізація є ефективним технологічним прийомом для регулювання консистенції сиркових паст. Вона сприяє підвищенню ефективної в'язкості всіх дослідних зразків, покращуючи їхню структурну стабільність.

Отже, гомогенізація є доцільною технологічною операцією у виробництві сиркових паст із КМС, ПСГ та камеддю ріжкового дерева. Вона забезпечує підвищення однорідності структури, покращення органолептичного сприйняття,

збільшення ВЗЗ, зниження рівня виділення сироватки та формування стабільної пастоподібної консистенції.

Отримані на першому етапі результати показали, що гомогенізація позитивно впливає на органолептичні та структурно-механічні показники всіх дослідних зразків сиркових паст. Для всіх композицій після гомогенізації спостерігалось підвищення однорідності структури, зростання ВЗЗ, зменшення виділення сироватки. Найбільш збалансованими показниками якості після гомогенізації характеризувався зразок 5, у якому поєднувалися висока органолептична оцінка, низький рівень синерезису та достатньо пластична пастоподібна консистенція.

Водночас встановлення лише загального позитивного впливу гомогенізації не є достатнім для наукового обґрунтування технологічного процесу. Таким чином, другий етап дослідження був спрямований на обґрунтування раціональних параметрів процесу гомогенізації, які забезпечують формування однорідної, стабільної та високоякісної сиркової пасти.

На рис. 3.14–3.15 представлено результати визначення впливу температури та інтенсивності гомогенізації на органолептичні властивості сиркових паст.

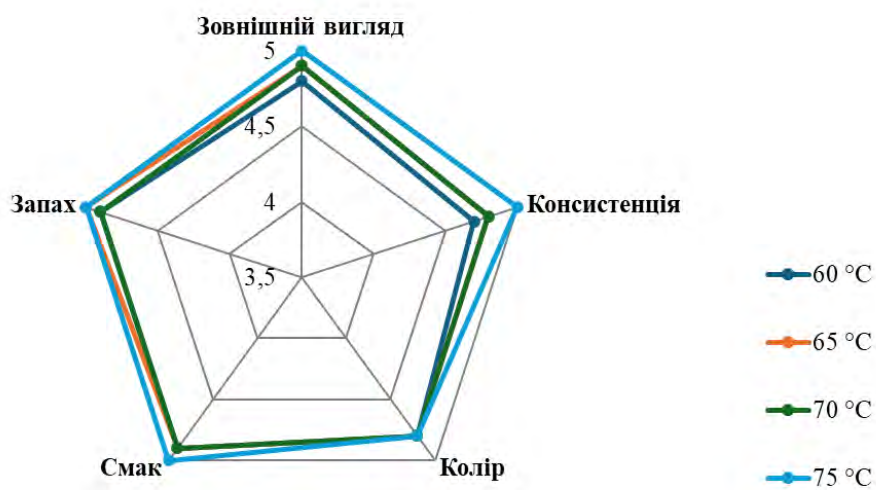


Рис. 3.14. Органолептична оцінка дослідних зразків сиркових паст залежно від температури гомогенізації

Профілограма (рис. 3.14) свідчить, що температура гомогенізації суттєво впливає на сенсорні характеристики сиркової пасти. Для режиму 60 структура продукту була менш однорідною, тому оцінка консистенції виявилася нижчою. Поступове підвищення температури до 65–70 °C супроводжувалося покращенням зовнішнього вигляду, консистенції, смаку та запаху. Найбільш повне заповнення профілограми встановлено для режиму 75 °C, що свідчить про формування оптимального сенсорного профілю.

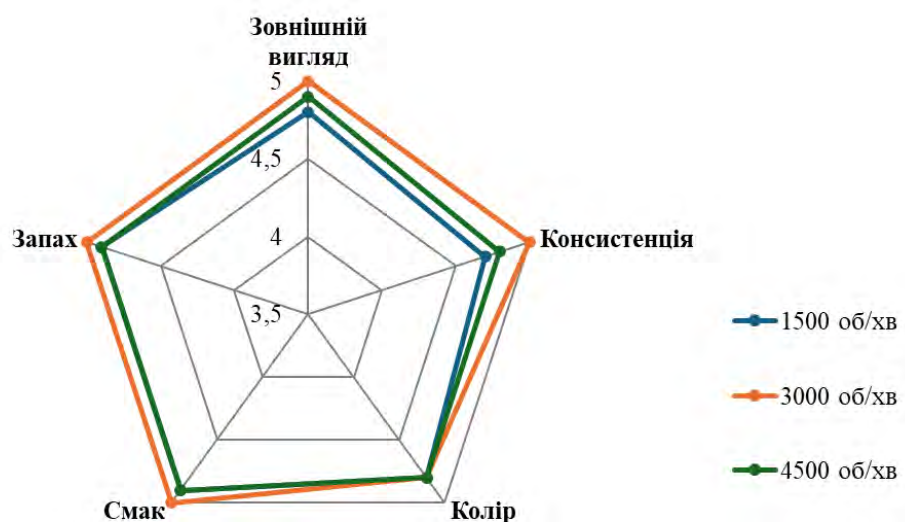


Рис. 3.15. Органолептична оцінка дослідних зразків сиркових паст залежно від частоти обертання робочого органа гомогенізатора

Аналіз профілограми (рис. 3.15) показав, що зі збільшенням частоти обертання робочого органа до 3000 об/хв покращувалися зовнішній вигляд і консистенція сиркової пасти. Для режиму 1500 об/хв спостерігалася менша однорідність структури, тоді як при 3000 об/хв було досягнуто найвищих значень за основними дескрипторами. Подальше підвищення частоти до 4500 об/хв не забезпечувало істотного покращення органолептичних показників, а профіль продукту ставав менш гармонійним через тенденцію до надмірного ущільнення структури. Отже, найкращий сенсорний профіль для зразка 5 формувався за частоти 3000 об/хв.

Отримані профілограми (рис. 3.14–3.15) підтвердили, що гомогенізація є ефективним технологічним прийомом покращення органолептичних властивостей сиркових паст. Найбільш виражений позитивний ефект встановлено для зразка 5, який характеризувався найкращим поєднанням зовнішнього вигляду, консистенції, смаку та запаху. Також профілограми показали, що для досягнення оптимального сенсорного результату доцільними є попередня гідратація сухих компонентів, помірне підвищення температури гомогенізації та середній рівень інтенсивності механічної обробки.

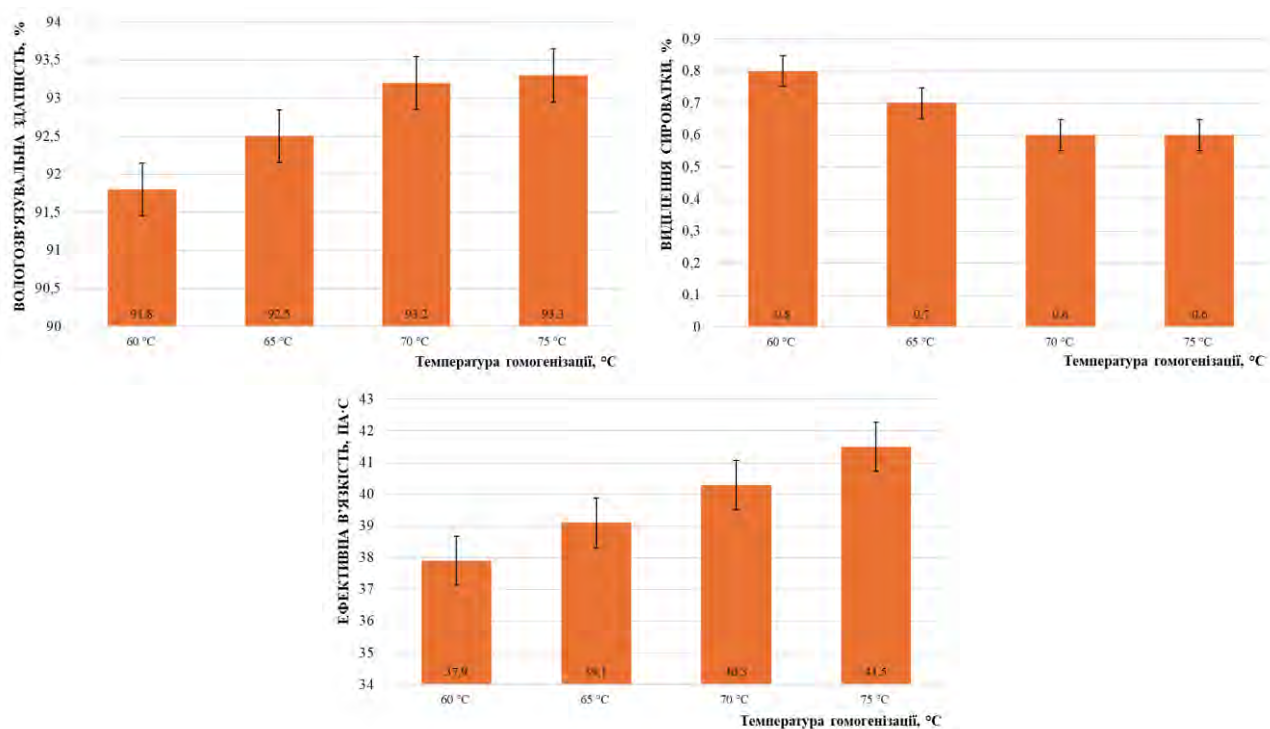


Рис. 3.16. Структурно-механічні показники дослідних зразків сиркових паст залежно від температури гомогенізації

Як видно з рис. 3.16, температура гомогенізації суттєво впливала на структурно-механічні показники сиркової пасти. Зі зміною температурного режиму спостерігалися закономірні зміни ВЗЗ, виділення сироватки та ефективної в'язкості, що свідчить про важливу роль температури в процесах диспергування, гідратації компонентів і формування просторової структури продукту.

За температури гомогенізації 60 °С для дослідного зразка встановлено найнижчі показники структурної стабільності серед досліджуваних режимів. ВЗЗ за цих умов становила 91,8 %, виділення сироватки – 0,8 %, а ефективна в'язкість – 37,9 Па·с. Отримані результати можна пояснити тим, що за нижчої температури диспергування рецептурних компонентів відбувається менш інтенсивно, а ПСГ та КРД не повною мірою реалізують свою здатність зв'язувати вологу.

Підвищення температури гомогенізації до 65 °С супроводжувалося покращенням усіх досліджуваних показників. Для цього режиму ВЗЗ зростала до 92,5 %, виділення сироватки зменшувалося до 0,7 %, а ефективна в'язкість підвищувалася до 39,1 Па·с. Це свідчить про те, що за помірною підвищення температури створюються сприятливіші умови для рівномірного диспергування компонентів і формування однорідної білково-полісахаридної системи.

За температури 70 °С спостерігалось подальше покращення структурно-механічних показників сиркової пасти. ВЗЗ досягала 93,2 %, виділення сироватки знижувалося до 0,6 %, а ефективна в'язкість становила 40,3 Па·с. Отримані значення свідчать, що цей температурний режим забезпечував достатньо ефективне формування структури продукту, однак за органолептичними показниками та повнотою стабілізації системи він дещо поступався режиму 75 °С.

Найбільш раціональним температурним режимом гомогенізації встановлено 75 °С. За цієї температури ВЗЗ становила 93,3 %, виділення сироватки залишалося на низькому рівні – 0,6 %, а ефективна в'язкість підвищувалася до 41,5 Па·с. Незважаючи на дещо вище значення в'язкості порівняно з режимом 70 °С, структура продукту залишалася пластичною, однорідною та пастоподібною. Підвищення в'язкості в цьому випадку було технологічно доцільним, оскільки забезпечувало кращу стабільність системи без ознак надмірного ущільнення або погіршення намазуваності.

Крім того, режим 75 °С узгоджувався з попередньо встановленим раціональним режимом термічної обробки суміші – (75 ± 2) °С протягом 5 хв. Це має важливе технологічне значення, оскільки дає змогу поєднати стадію термічної обробки та подальшу роторно-статорну гомогенізацію в одному температурному

інтервалі без додаткового охолодження або повторного нагрівання суміші. Такий підхід спрощує технологічний процес, зменшує енергетичні витрати та забезпечує стабільне формування якості готового продукту.

Встановлені закономірності можна пояснити тим, що підвищення температури гомогенізації до 75 °С сприяє зниженню опору системи до механічного диспергування, поліпшує розподіл КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева в сировій основі, а також інтенсифікує взаємодію між білками, полісахаридами і водною фазою. У результаті збільшується площа контакту між структурними елементами, підвищується ВЗЗ продукту та знижується ризик синерезису.

Отже, з урахуванням органолептичних і структурно-механічних показників, а також технологічної сумісності з попередньо обґрунтованим режимом термічної обробки, оптимальною температурою гомогенізації сирової пасту на основі зразка 5 є 75 °С.

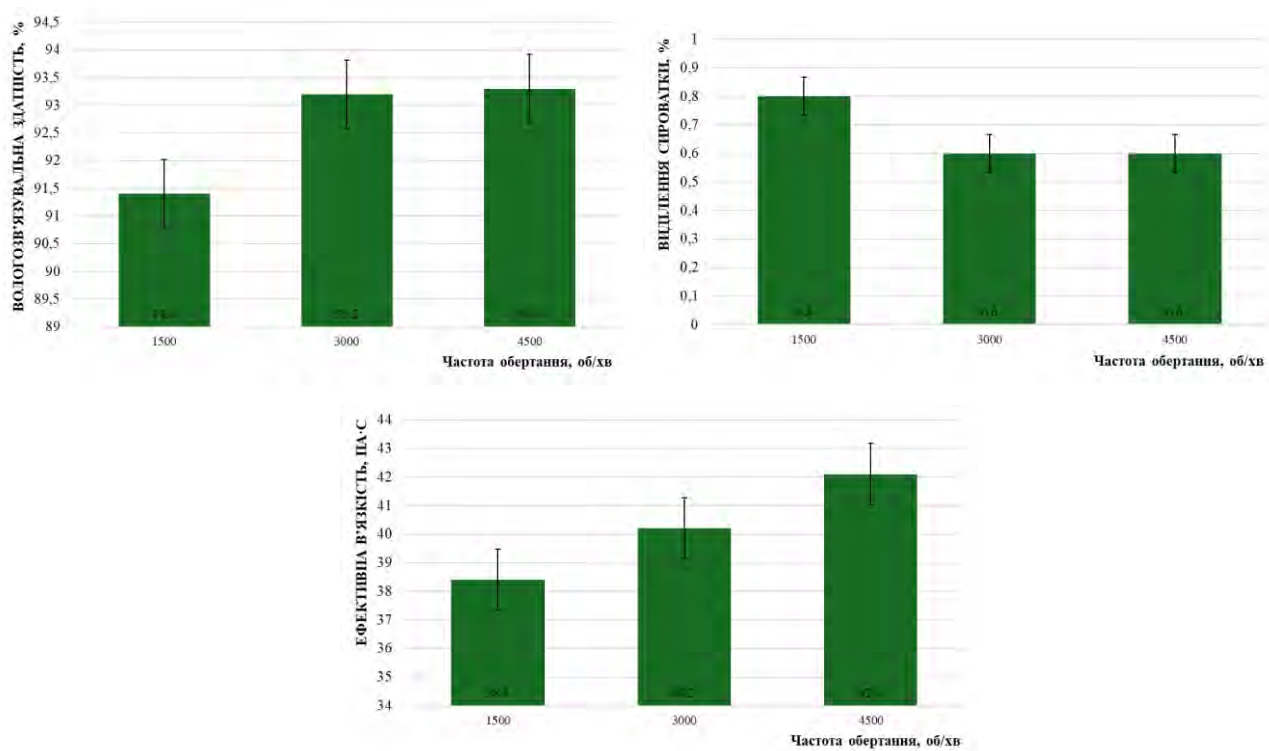


Рис. 3.17. Структурно-механічні показники дослідних зразків сирових паст залежно від частоти обертання робочого органа

Як видно з рис. 3.17, частота обертання робочого органа істотно впливала на формування структурно-механічних показників сиркової пасти. Зі збільшенням інтенсивності гомогенізації змінювалися ВЗЗ, виділення сироватки та ефективна в'язкість, що свідчить про залежність якості готового продукту від ступеня механічного диспергування системи.

За частоти обертання 1500 об/хв для дослідного зразка встановлено найменш виражений ефект гомогенізації. У цих умовах ВЗЗ становила 91,4 %, виділення сироватки – 0,8 %, а ефективна в'язкість – 38,4 Па·с. Отримані результати свідчать, що за низької інтенсивності обробки диспергування рецептурних компонентів відбувається не повною мірою, внаслідок чого структура сиркової пасти залишається менш однорідною, а здатність системи утримувати вологу є нижчою порівняно з іншими режимами.

Підвищення частоти обертання до 3000 об/хв супроводжувалося покращенням усіх основних структурно-механічних показників. Саме за цього режиму ВЗЗ досягала 93,2 %, виділення сироватки знижувалося до 0,6 %, а ефективна в'язкість становила 40,2 Па·с. Це свідчить про те, що при частоті 3000 об/хв забезпечується найбільш повне диспергування сухих компонентів, рівномірний розподіл КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева у сировій основі, а також формування стійкої білково-полісахаридної матриці, здатної ефективно зв'язувати вологу.

Подальше підвищення частоти обертання до 4500 об/хв не супроводжувалося істотним покращенням ВУЗ. ВЗЗ за цього режиму становила 93,3 %, а виділення сироватки залишалося на рівні 0,6 %, тобто практично не відрізнялося від показників, отриманих за 3000 об/хв. Разом з тим, ефективна в'язкість зростала до 42,1 Па·с, що свідчило про надмірне ущільнення структури продукту. Така тенденція вказує, що інтенсивне механічне навантаження не забезпечує додаткових переваг для стабілізації системи, проте може призводити до формування більш щільної консистенції, що не є оптимальним для сиркової пасти.

Встановлені закономірності можна пояснити тим, що зі збільшенням частоти обертання робочого органа зростає ступінь подрібнення дисперсної фази,

поліпшується розподіл сухих компонентів у всьому об'ємі сиркової маси та інтенсифікується взаємодія між білковими речовинами, полісахаридами і водною фазою. У результаті підвищується ВЗЗ системи та знижується ризик синерезису. Однак надмірна інтенсивність гомогенізації може спричиняти надмірне ущільнення структури, що проявляється у зростанні ефективної в'язкості.

Проведені в лабораторних умовах дослідження показали, що гомогенізація є необхідною технологічною операцією у виробництві сиркових паст на основі УФ сиру з КМС та ПСГ. На першому етапі встановлено, що для всіх дослідних зразків після гомогенізації підвищувалася органолептична оцінка, зростала ВЗЗ та зменшувалося виділення сироватки.

У результаті проведених досліджень встановлено, що гомогенізація, виконана в лабораторних умовах на гомогенізаторі-диспергаторі, позитивно впливає на консистенцію та якісні показники всіх дослідних зразків сиркових паст. Найбільш доцільною для подальшого технологічного використання виявилася композиція зразка 5, яка містить 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

Для зразка 5 обґрунтовано раціональні параметри процесу гомогенізації: температура (75 ± 2) °С та частота обертання робочого органа 3000 об/хв. Саме за цих умов забезпечується найкраще поєднання однорідності структури, високої ВЗЗ, низького рівня виділення сироватки, пластичної пастоподібної консистенції та гармонійних органолептичних властивостей.

З урахуванням лабораторно встановлених закономірностей для виробничих умов рекомендовано реалізувати процес за схемою: попереднє змішування КМС із ПСГ та камеддю ріжкового дерева; гідратація сухих компонентів протягом 20 хв за температури 40 °С; введення підготовленої суміші в УФ сиру основу; термічна обробка за температури (75 ± 2) °С протягом 5 хв; роторно-статорна гомогенізація за температури (75 ± 2) °С і частоти обертання 3000 об/хв у вакуумному змішувачі або кутері-гомогенізаторі.

Така схема забезпечує рівномірний розподіл сухих компонентів у білково-жировій основі, зменшення грудкуватості, підвищення однорідності та

стабільності сиркової пасти, а також зниження ризику синерезису під час зберігання.

3.8 Оптимізація параметрів технології сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження

Після встановлення впливу рецептурних композицій, гомогенізації та режимів термічної обробки на показники якості сиркових паст наступним етапом дослідження було комплексне узагальнення отриманих результатів і визначення оптимальних параметрів технології. Необхідність такого етапу зумовлена тим, що окремі фактори по-різному впливають на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники продукту, а отже остаточний вибір параметрів має ґрунтуватися на комплексній багатокритеріальній оцінці.

Метою даного етапу було визначення такого поєднання рецептурних і технологічних параметрів, за якого сиркова паста характеризується високими органолептичними показниками, стабільною консистенцією, низьким рівнем синерезису, достатньою ВЗЗ та належними фізико-хімічними властивостями.

Оптимізацію параметрів технології сиркових паст проводили на основі результатів експериментальних досліджень рецептурних і технологічних факторів із використанням методів математико-статистичної обробки (див. розділ 2). Як критерії оптимізації обрано загальну органолептичну оцінку, ВЗЗ, виділення сироватки та ефективну в'язкість. При цьому органолептичну оцінку і ВЗЗ прагнули максимізувати, виділення сироватки – мінімізувати, а ефективну в'язкість – підтримувати в межах, що забезпечують формування однорідної, пластичної та стабільної консистенції.

Для порівняння різних варіантів рецептурних і технологічних параметрів експериментальні дані нормували, після чого для кожного варіанта розраховували узагальнений критерій оптимальності як інтегральний показник якості (додаток А). Оптимальними вважали такі параметри, за яких узагальнений критерій набував максимального значення за умови технологічної доцільності та високих споживних властивостей продукту.

Для наочного встановлення області оптимальних значень рецептурних і технологічних параметрів результати багатокритеріальної оцінки подано у вигляді поверхонь відгуку. Побудова таких залежностей дала змогу простежити характер спільного впливу двох факторів на узагальнений критерій оптимальності та визначити область раціональних значень, за яких забезпечується найвищий рівень якості сиркової пасти.

На першому етапі комплексної оптимізації узагальнювали результати дослідження рецептурних композицій сиркових паст. Як показано в підрозділі 3.4, зміна вмісту КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева суттєво впливала на якість продукту. Поверхня відгуку, наведена на рис. 3.18, показує спільний вплив вмісту КМС та ПСГ на узагальнений критерій оптимальності.

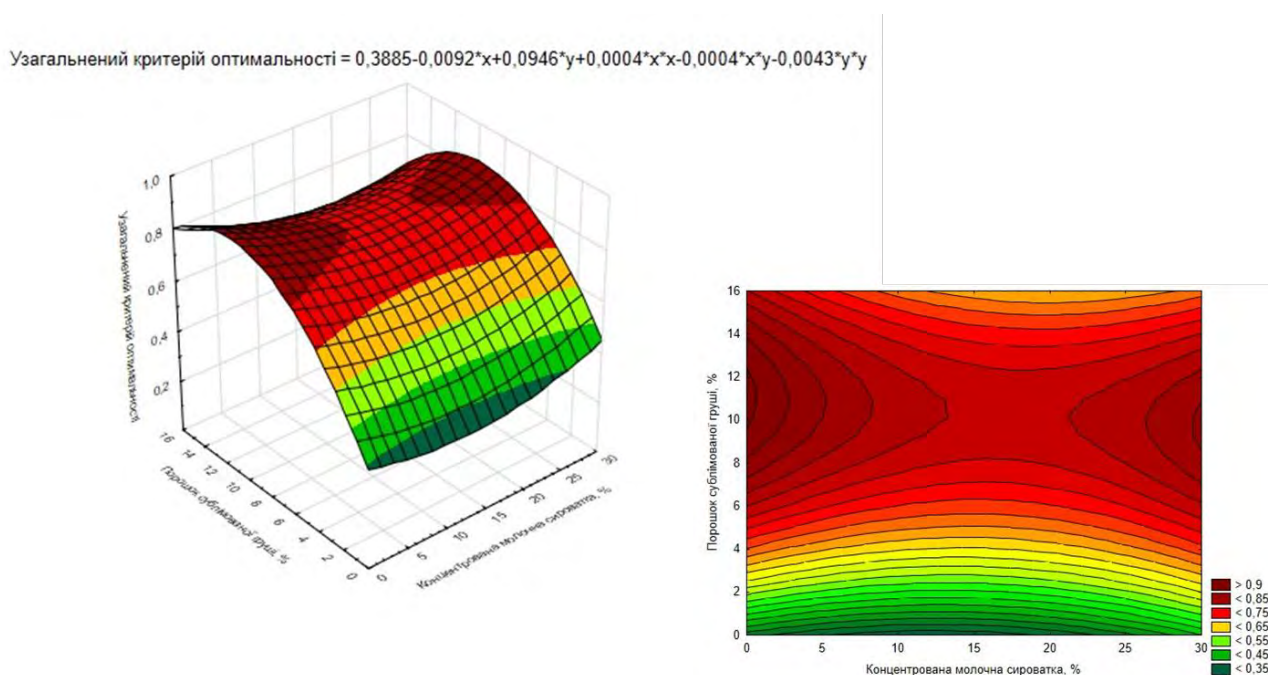


Рис. 3.18. Поверхня відгуку узагальненого критерію оптимальності сиркової пасти залежно від вмісту концентрованої молочної сироватки та порошку сублімованої груші

Із рис. 3.18 видно, що зі збільшенням частки КМС від 10 до 20 % та ПСГ від 5 до 10 % значення узагальненого критерію зростає. Подальше підвищення вмісту цих компонентів не супроводжується покращенням комплексної оцінки, а в

окремих випадках зумовлює її зниження, що пов'язано з надмірним ущільненням структури та погіршенням гармонійності смаку.

Поверхня відгуку, наведена на рис. 3.19, характеризує залежність узагальненого критерію оптимальності від вмісту КМС та камеді ріжкового дерева.

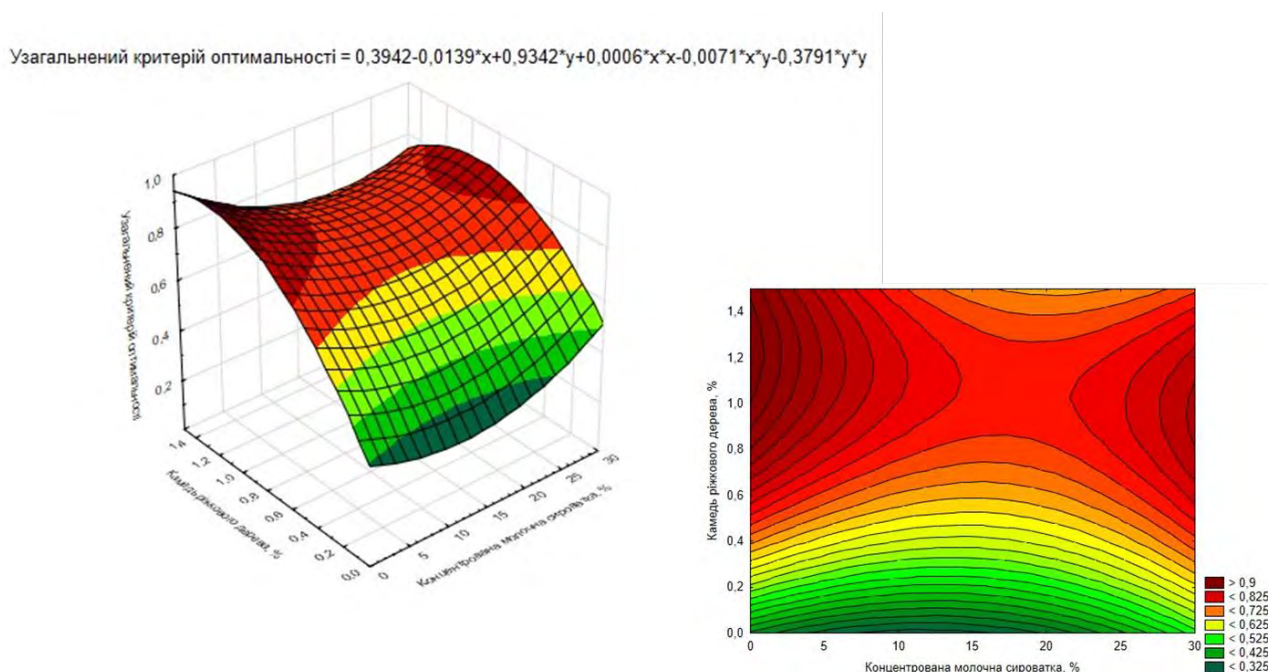


Рис. 3.19. Поверхня відгуку узагальненого критерію оптимальності сиркової пасти залежно від вмісту концентрованої молочної сироватки та камеді ріжкового дерева

Аналіз рис. 3.19 свідчить, що найсприятливіша область знаходиться при вмісті КМС близько 20 % та камеді ріжкового дерева на рівні 1,0 %. За нижчої частки стабілізатора спостерігається недостатня структурна стабільність продукту, тоді як збільшення його вмісту до 1,5 % призводить до надмірного зростання в'язкості та ущільнення консистенції.

На рис. 3.20 наведено поверхню відгуку узагальненого критерію оптимальності сиркової пасти залежно від вмісту ПСГ та камеді ріжкового дерева.

Узагальнений критерій оптимальності = $0,383 + 0,0825 \cdot x - 0,0254 \cdot y - 0,0045 \cdot x^2 + 0,006 \cdot x \cdot y + 0,0222 \cdot y^2$

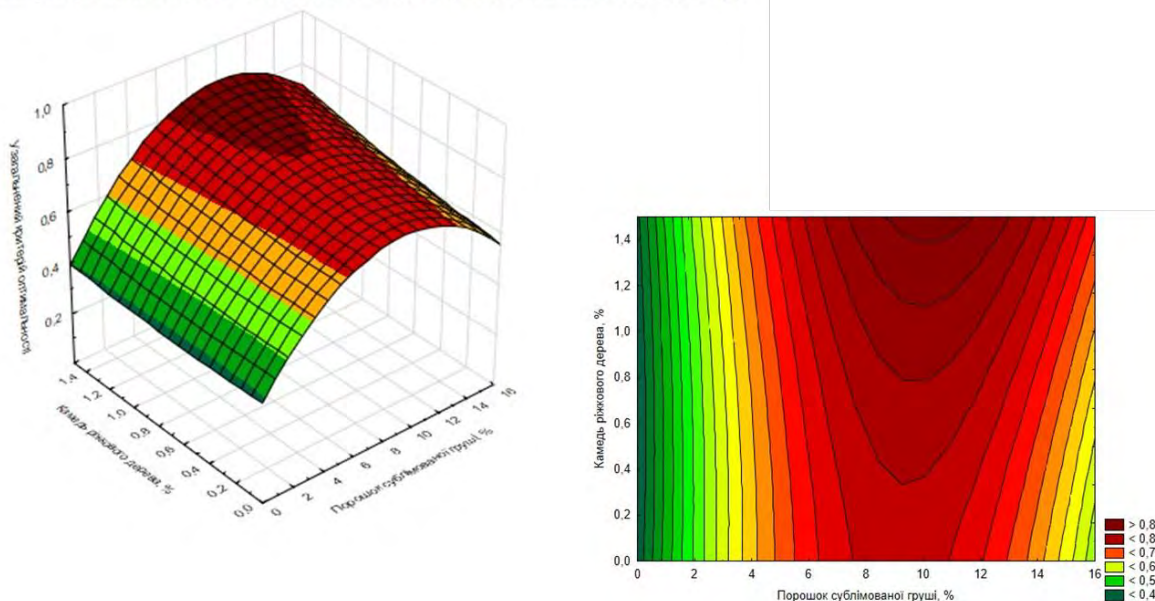


Рис. 3.20. Поверхня відгуку узагальненого критерію оптимальності сиркової пасти залежно від вмісту порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева

Із рис. 3.20 видно, що найбільш сприятливе поєднання факторів формується за вмісту ПСГ близько 10 % і камеді ріжкового дерева 1,0 %. За нижчого вмісту ПСГ смако-ароматичні характеристики продукту є менш вираженими, тоді як за підвищення його частки до 15 % разом зі зростанням кількості стабілізатора спостерігається ущільнення консистенції, що негативно впливає на загальну оцінку.

Таким чином, аналіз поверхонь відгуку, наведених на рис. 3.18–3.20, показав, що найкраще поєднання досліджуваних показників було характерне для рецептурної композиції, яка містила 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева. Саме для цього варіанта було встановлено найвищу органолептичну оцінку, високу ВЗЗ, низький рівень синерезису та ефективну в'язкість, що відповідала бажаній консистенції сиркової пасти. Отже, оптимальною рецептурною композицією було визнано співвідношення компонентів, що відповідає зразку 5.

На другому етапі оптимізації аналізували результати дослідження режимів термічної обробки суміші. Поверхня відгуку, подана на рис. 3.21 відображає залежність узагальненого критерію оптимальності від температури та тривалості термічної обробки суміші.

$$\text{Узагальнений критерій оптимальності} = -12,5806 + 0,3552 \cdot x - 0,0024 \cdot x^2 + 0,1194 \cdot y - 0,0095 \cdot y^2$$

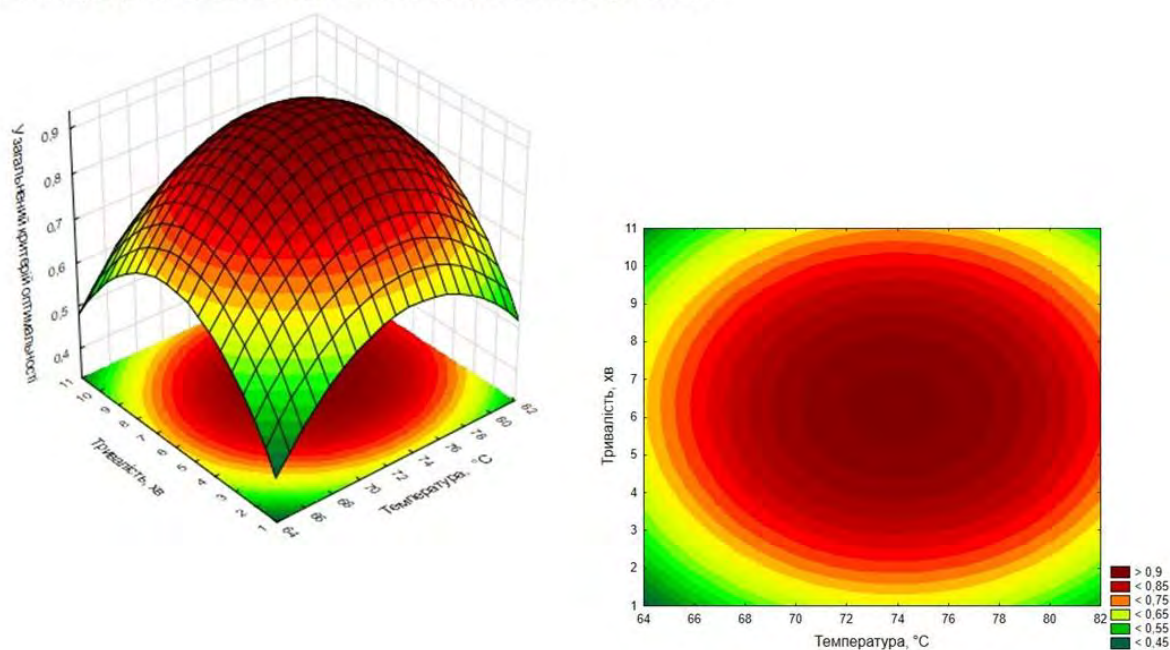


Рис. 3.21. Поверхня відгуку узагальненого критерію оптимальності сиркової пасти залежно від температури та тривалості термічної обробки суміші

Із рис. 3.21 видно, що область максимальних значень критерію формується при температурі близько 75 °C та тривалості витримки близько 5 хв. Саме за цих умов забезпечується найкраще поєднання сенсорних, фізико-хімічних і структурно-механічних показників продукту.

За нижчих температур або за меншої тривалості витримки термічна обробка виявляється недостатньою для повного формування стабільної структури сиркової пасти. Водночас підвищення температури до 80 °C або збільшення тривалості витримки до 10 хв не покращує ВУЗ продукту, але призводить до надмірного ущільнення консистенції та певного зниження органолептичної оцінки. Таким чином, оптимальним режимом термічної обробки суміші визначено 75 °C, 5 хв.

На заключному етапі комплексної оптимізації узагальнювали результати дослідження параметрів гомогенізації. Оскільки попередньо було встановлено доцільність гідратації сухих компонентів, для подальшої оптимізації гомогенізації враховували обґрунтований режим підготовки суміші. Поверхня відгуку, наведена на рис. 3.22, характеризує залежність узагальненого критерію оптимальності від температури гомогенізації та частоти обертання робочого органа.

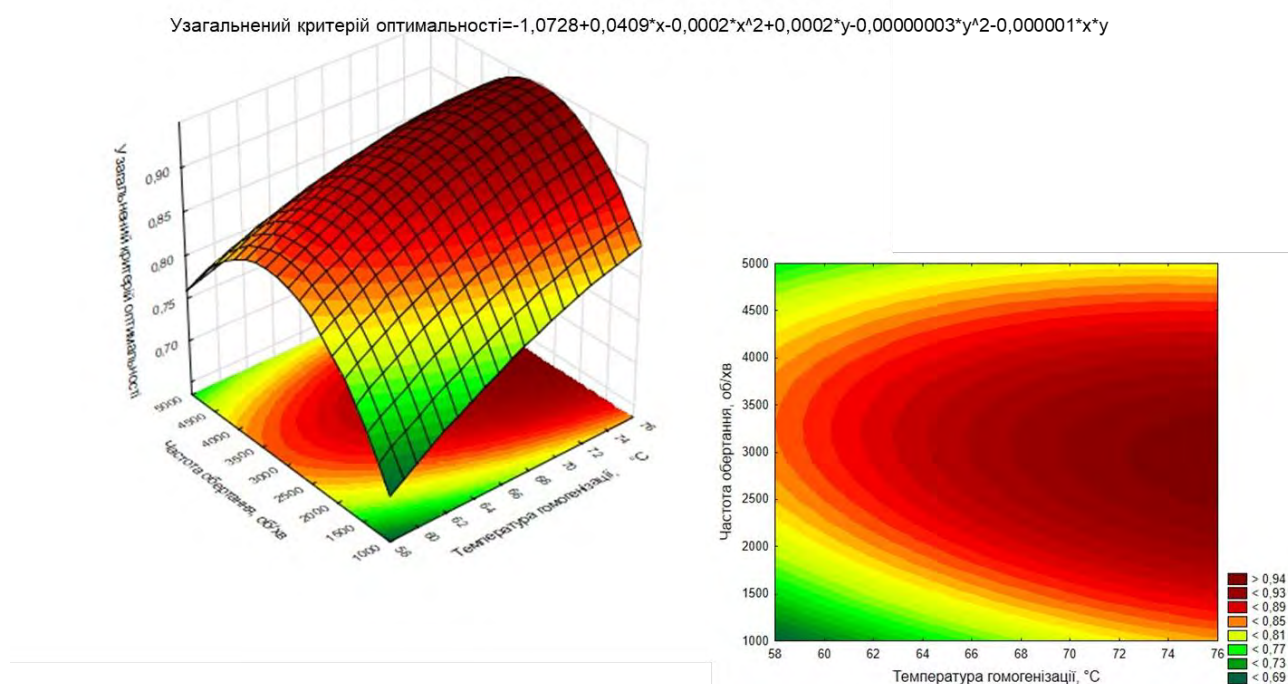


Рис. 3.22. Поверхня відгуку узагальненого критерію оптимальності сиркової пасти залежно від температури гомогенізації та частоти обертання робочого органа

Аналіз рис. 3.22 показав, що зі збільшенням температури гомогенізації від 60 до 75 °C та підвищенням частоти обертання робочого органа від 1500 до 3000 об/хв спостерігалось зростання узагальненого критерію оптимальності. Це свідчить про покращення умов диспергування рецептурних компонентів, рівномірніший розподіл КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева у сирковій основі, а також формування більш стабільної білково-полісахаридної системи.

За температури 60–65 °C процес гомогенізації був недостатньо ефективним для повного формування однорідної структури сиркової пасти. У цих умовах

спостерігалися нижчі значення ВЗЗ, вищий рівень виділення сироватки та менш виражена пастоподібність консистенції. Підвищення температури до 70 °С покращувало структурно-механічні показники, однак за комплексною оцінкою цей режим дещо поступався температурі 75 °С.

Найвищі значення узагальненого критерію оптимальності були встановлені за температури гомогенізації 75 °С і частоти обертання робочого органа 3000 об/хв. Саме за цих умов забезпечувалося найкраще поєднання високої органолептичної оцінки, підвищеної ВЗЗ, низького рівня виділення сироватки та пластичної пастоподібної консистенції.

Подальше підвищення інтенсивності механічної обробки до 4500 об/хв не забезпечувало суттєвого покращення інтегральної оцінки якості. Навпаки, за таких умов спостерігалася тенденція до надмірного ущільнення структури продукту, що супроводжувалося зростанням ефективної в'язкості та зниженням гармонійності консистенції. Отже, аналіз поверхні відгуку підтвердив, що оптимальними параметрами гомогенізації є температура (75 ± 2) °С та частота обертання робочого органа 3000 об/хв.

Таблиця 3.16

Оптимізовані параметри технології сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження

Параметр	Оптимальне значення
Концентрована молочна сироватка	20 %
Порошок сублімованої груші	10 %
Камедь ріжкового дерева	1,0 %
Попередня гідратація сухих компонентів	20 хв при (40 ± 2) °С
Режим термічної обробки суміші	(75 ± 2) °С, 5 хв
Температура гомогенізації	(75 ± 2) °С
Частота обертання робочого органа	3000 об/хв

На основі проведеної оптимізації встановлено, що найбільш доцільною є технологія сиркової пасти, яка передбачає використання 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева, попередню гідратацію сухих компонентів протягом 20 хв при 40 °С, термічну обробку суміші за температури (75 ± 2) °С протягом 5 хв

та подальшу роторно-статорну гомогенізацію за температури (75 ± 2) °C і частоти обертання робочого органа 3000 об/хв.

Саме така комбінація рецептурних і технологічних параметрів забезпечує одержання сиркової пасти з високими органолептичними показниками, стабільною пастоподібною консистенцією, високою ВЗЗ та мінімальним рівнем виділення сироватки. Вибір температури 75 °C є технологічно доцільним, оскільки вона одночасно відповідає раціональному режиму термічної обробки суміші та забезпечує ефективне проведення подальшої гомогенізації без необхідності додаткового охолодження або повторного нагрівання продукту.

У результаті оптимізації параметрів технології сиркових паст з використанням КМС і компонентів рослинного походження встановлено раціональне поєднання рецептурних і технологічних чинників, що забезпечує найкращі показники якості готового продукту. Аналіз поверхонь відгуку підтвердив, що оптимальними є такі параметри: вміст КМС – 20 %, ПСГ – 10 %, камеді ріжкового дерева – 1,0 %; попередня гідратація сухих компонентів – 20 хв при 40 °C; термічна обробка суміші – (75 ± 2) °C протягом 5 хв; гомогенізація – за температури (75 ± 2) °C і частоти обертання робочого органа 3000 об/хв. Отримані результати становлять наукову основу для подальшого удосконалення технологічної схеми виробництва сиркових паст.

3.9 Оцінка показників якості та безпечності сиркових паст

На завершальному етапі експериментальних досліджень було проведено комплексну оцінку показників якості та безпечності розробленої сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю. Необхідність такого етапу зумовлена тим, що саме узагальнена характеристика органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних і нутритивних показників дає змогу об'єктивно оцінити доцільність впровадження удосконаленої технології та підтвердити переваги нового продукту порівняно з традиційним аналогом.

Об'єктом дослідження на даному етапі була розроблена сиркова паста з підвищеною біологічною цінністю, виготовлена за оптимізованою рецептурою, що включала 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

Для додаткового обґрунтування споживних переваг розробленої сиркової пасти проведено її порівняння з комерційним продуктом аналогічного призначення – десертом сирковим «Дольче» персик 3,4 %. Обраний продукт належить до групи готових до споживання сиркових десертів із фруктовим смаковим профілем, має однорідну десертну консистенцію та орієнтований на той самий сегмент споживання, що й розроблена сиркова паста.

Порівняння саме з продуктом, виготовленим за традиційною технологією, є доцільним, оскільки такі сиркові десерти становлять значну частину асортименту пастоподібних молочних продуктів на ринку України. Водночас розроблена сиркова паста відрізняється принциповим технологічним підходом: як основну білково-жирову базу використано УФ сир, що дає змогу сформувати ніжну, пластичну, однорідну кремоподібну структуру без вираженої крупинчастості. На відміну від традиційних сиркових десертів, у яких консистенція значною мірою коригується стабілізаційними системами, цукрами, наповнювачами та іншими технологічними добавками, у розробленому продукті структурна стабільність формується за рахунок поєднання УФ сиру, білкових компонентів КМС, харчових волокон ПСГ та натурального стабілізатора – камеді ріжкового дерева.

Окреме значення має застосування термізації. Термічна обробка рецептурної суміші при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою не менше 5 хв у поєднанні з гомогенізацією, герметичним фасуванням і холодильним зберіганням забезпечує належний рівень мікробіологічної стабільності та дає змогу обґрунтувати строк придатності розробленої сиркової пасти протягом 60 діб. Очікуваний вплив термізації, гомогенізації, герметичного фасування та холодильного зберігання на мікробіологічну стабільність продукту підтверджено результатами подальших досліджень, наведених у цьому підрозділі.

Органолептичні показники є одними із найважливіших критеріїв оцінки споживних властивостей сиркових паст, оскільки саме вони визначають загальне

сенсорне сприйняття продукту споживачем. У ході дослідження оцінювали зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак і запах зразків.

Таблиця 3.17

Порівняльна органолептична характеристика розробленої сиркової пасти та продукту-аналога

Показник	Розроблена сиркова паста	Десерт сирковий «Дольче» персик
Зовнішній вигляд	Однорідна пастоподібна маса без грудочок, сторонніх включень і видимого розшарування	Однорідна десертна маса з фруктовим смаковим профілем, без вираженого розшарування
Колір	Світло-кремовий із легким жовтуватим-фруктовим відтінком, рівномірний по всій масі	Світло-кремовий або кремово-персиковий, зумовлений внесенням фруктового компонента
Консистенція	Ніжна, пластична, кремоподібна, добре намазується, без крупинчастості та надмірної щільності	Ніжна, десертна, однорідна, з характерною збитою або кремоподібною структурою
Смак	Чистий кисломолочний, гармонійний, із помірно вираженим фруктовим відтінком груші; солодкуватий смак формується за рахунок природних вуглеводів КМС і ПСГ	Солодкий кисломолочно-фруктовий, із вираженим персиковим смаковим профілем
Запах	Приємний кисломолочний із легким натуральним фруктовим ароматом, без сторонніх запахів	Кисломолочний із вираженим ароматом фруктового наповнювача

Порівняльний органолептичний аналіз свідчить, що обидва продукти належать до групи сиркових виробів десертного спрямування та мають привабливий фруктовий-кисломолочний профіль. Водночас розроблена сиркова паста має технологічну перевагу за характером формування консистенції, оскільки використання УФ сиру забезпечує більш однорідну, пластичну та кремоподібну структуру без вираженої крупинчастості. Додаткове внесення КМС, ПСГ і КРД сприяє стабілізації структури, зниженню виділення сироватки та підвищенню вологозв'язувальної здатності, що підтверджено результатами фізико-хімічних і структурно-механічних досліджень.

Фізико-хімічні показники сиркових паст характеризують склад продукту, його стабільність, ступінь зв'язування води та консистенцію, а тому мають важливе значення для оцінки якості готового виробу.

Таблиця 3.18

Фізико-хімічні та структурно-механічні показники розробленої сиркової пасти та продукту-аналога

Показник	Розроблена сиркова паста	Десерт сирковий «Дольче» персик
Масова частка води, %	$63,5 \pm 0,3$	$72,5 \pm 0,5$
Масова частка сухих речовин, %	$36,5 \pm 0,3$	$27,5 \pm 0,5$
Масова частка білка, %	$5,0 \pm 0,15$	$4,7 \pm 0,10$
Масова частка жиру, %	$16,0 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,1$
Масова частка вуглеводів, %	$12,4 \pm 0,3$	$17,5 \pm 0,4$
Активна кислотність, рН	$4,72 \pm 0,03$	$4,65 \pm 0,03$
Титрована кислотність, °Т	$148,0 \pm 2,0$	$155,0 \pm 2,5$
Вологозв'язувальна здатність, %	$93,5 \pm 1,9$	$82,0 \pm 1,8$
Виділення сироватки, %	$0,5 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,2$
Ефективна в'язкість, Па·с	$40,6 \pm 1,4$	$28,0 \pm 1,2$

Аналіз фізико-хімічних та структурно-механічних показників показав, що розроблена сиркова паста істотно відрізняється від продукту-аналога за складом і характером формування структури. Масова частка сухих речовин у розробленому продукті становила 36,5 %, що вище порівняно з орієнтовним значенням для сиркового десерту «Дольче» персик. Це пояснюється використанням УФ сиру, КМС, ПСГ і камеді ріжкового дерева, які формують більш щільну, але пластичну пастоподібну систему.

За вмістом білка розроблена сиркова паста є співставною з продуктом-аналогом: 5,0 % проти орієнтовно 4,7 %. Водночас білкова складова розробленого продукту формується за рахунок поєднання білкової матриці УФ сиру та сироваткових білків КМС, що має значення для підвищення біологічної цінності білка.

Розроблена сиркова паста характеризувалася вищим вмістом жиру – 16,0 %, тоді як у десерті «Дольче» персик цей показник становить 3,4 %. Така відмінність

зумовлена різним типом продуктів: сирковий десерт має легший десертний профіль, тоді як розроблена сиркова паста є більш насиченою білково-жировою пастоподібною системою. Жирова фаза у складі розробленого продукту виконує важливу технологічну функцію, забезпечуючи кремоподібність, пластичність, повноту смаку та добру намазуваність.

Вміст вуглеводів у розробленій сирковій пасті був нижчим порівняно з продуктом-аналогом. Це є важливою перевагою, оскільки солодкуватий смак розробленого продукту формується переважно за рахунок природних вуглеводів КМС і ПСГ, тоді як у традиційних сиркових десертах фруктовий профіль солодкості зазвичай значною мірою забезпечується внесенням цукру та фруктового наповнювача.

Найбільш показовими є структурно-механічні характеристики. Розроблена сиркова паста мала вищу вологозв'язувальну здатність – 93,5 %, нижче виділення сироватки – 0,5 %, та вищу ефективну в'язкість – 40,6 Па·с. Це свідчить про формування стабільної білково-полісахаридної системи за участю УФ сиру, білків КМС, харчових волокон ПСГ і камеді ріжкового дерева. Порівняно з традиційним сирковим десертом така структура є більш стабільною, менш схильною до синерезису та краще відповідає вимогам до пастоподібного продукту.

Отже, порівняння з однорідним сирковим десертом традиційної технології підтверджує, що використання УФ сиру як основи розробленої пасты дає змогу отримати ніжний, однорідний продукт без вираженої крупинчастості, а застосування термізації та гомогенізації забезпечує структурну стабільність і передумови для подовженого строку придатності.

Важливою складовою оцінки якості є визначення мікробіологічної безпечності продукту. У досліджуваних зразках визначали КМАФАнМ, наявність БГКП, кількість дріжджів і пліснявих грибів.

Таблиця 3.19

Мікробіологічні показники розробленої сиркової пасти та продукту-аналога

Показник	Нормативне значення	Розроблена сиркова паста	Десерт сирковий «Дольче» персик
КМАФАнМ, КУО/г	не більше $1,0 \times 10^4$	$1,4 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$
БГКП в 0,1 г	не допускаються	не виявлено	не виявлено
Дріжджі, КУО/г	не більше 50	4,0	5,0
Плісняві гриби, КУО/г	не більше 50	0	0

Результати мікробіологічних досліджень показали, що розроблена сиркова паста відповідала встановленим вимогам безпечності для пастоподібних молочних продуктів. Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів становила $1,4 \times 10^2$ КУО/г, що значно нижче допустимого нормативного рівня. Бактерії групи кишкової палички у 0,1 г продукту не виявлено, що свідчить про належний санітарно-гігієнічний стан технологічного процесу та ефективність термічної обробки рецептурної суміші.

Кількість дріжджів у розробленій сирковій пасті становила 4 КУО/г, а плісняві гриби не виявлено. Такі результати підтверджують мікробіологічну стабільність продукту та низький ризик розвитку небажаної мікрофлори за дотримання умов герметичного фасування і холодильного зберігання.

Порівняння з однорідним сирковим десертом традиційної технології є доцільним, оскільки продукти цієї групи мають аналогічне споживче призначення та повинні відповідати подібним вимогам мікробіологічної безпечності. Водночас розроблена сиркова паста відрізняється технологічним підходом: використання УФ сиру забезпечує формування ніжної однорідної структури, а термізація рецептурної суміші при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою не менше 5 хв у поєднанні з гомогенізацією, герметичним фасуванням і зберіганням при $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ сприяє забезпеченню мікробіологічної стабільності продукту.

Отже, отримані мікробіологічні показники підтверджують безпечність розробленої сиркової пасти та ефективність запропонованої технології. Застосування термізації є важливим технологічним етапом, який дозволяє не лише

стабілізувати білково-полісахаридну систему продукту, а й обґрунтувати можливість його зберігання у герметичній споживчій тарі протягом 60 діб за температури (4 ± 2) °С.

Оцінка харчової цінності дає змогу встановити, як зміна рецептурного складу впливає на вміст основних нутрієнтів та енергетичну цінність продукту.

Таблиця 3.20

Порівняльна характеристика харчової цінності розробленої сиркової пасти та продукту-аналога

Показник	Розроблена сиркова паста	Десерт сирковий «Дольче» персик
Енергетична цінність, ккал/100 г	213,6	125,0
Жир, г/100 г	16,0	3,4
Вуглеводи, г/100 г	12,4	17,5
Білок, г/100 г	5,0	4,7
Харчові волокна, г/100 г	1,8	0,9

Порівняння показало, що за вмістом білка розроблена сиркова паста є співставною з продуктом-аналогом: відповідно 5,0 г/100 г і 4,7 г/100 г. Отже, за білковою складовою розроблений продукт відповідає рівню комерційного сиркового десерту аналогічного призначення. Водночас білкова фракція розробленої пасти формується за рахунок поєднання УФ сиру та КМС, що позитивно впливає на амінокислотну збалансованість.

За вмістом вуглеводів розроблена сиркова паста характеризується нижчим значенням – 12,4 г/100 г проти 17,5 г/100 г у продукті-аналозі. Це свідчить, що комерційний сирковий десерт має більш виражений солодкий десертний профіль, який переважно формується за рахунок цукрів і фруктових наповнювачів. У розробленій сирковій пасті солодкуватий смак забезпечується переважно природними вуглеводами КМС та ПСГ, без цілеспрямованого внесення значної кількості сахарози як основного смакоутворювального компонента.

Важливою перевагою розробленої сиркової пасти є наявність 1,8 г/100 г харчових волокон, що підтверджує додаткову нутритивну спрямованість розробленого продукту.

Розроблена сиркова паста має вищий вміст жиру та більшу енергетичну цінність порівняно з продуктом-аналогом. Це пояснюється використанням УФ сиру як основної білково-жирової бази. Жирова фаза в цьому випадку виконує не лише харчову, а й важливу технологічну функцію: забезпечує кремоподібність, пластичність, повноту смаку, добру намазуваність і стабільність пастоподібної структури.

Отже, порівняння з однорідним сирковим десертом традиційної технології показало, що розроблена сиркова паста на основі УФ сиру відрізняється більш технологічно стабільною пастоподібною структурою, співставним вмістом білка, нижчим вмістом вуглеводів, наявністю харчових волокон і підвищеною біологічною цінністю білкової складової. Використання УФ сиру дозволяє вирішити проблему одержання ніжної однорідної консистенції без вираженої крупинчастості, а термізація рецептурної суміші забезпечує мікробіологічну стабільність і обґрунтований строк придатності готового продукту протягом 60 діб.

3.10 Обґрунтування термінів зберігання розробленої сиркової пасти

Важливим етапом розроблення технології сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю є обґрунтування її термінів зберігання. Для кисломолочних пастоподібних продуктів тривалість зберігання визначається сукупністю змін органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних і мікробіологічних показників у процесі зберігання. Особливого значення це набуває для розробленої сиркової пасти, до складу якої входять КМС, ПСГ та КРД, оскільки зазначені компоненти одночасно впливають на зв'язування вологи, стабільність структури, кислотність та інтенсивність мікробіологічних змін.

На даному етапі дослідження об'єктом вивчення була розроблена сиркова паста з підвищеною біологічною цінністю, виготовлена за оптимізованою рецептурою: 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева. Зберігання

продукту здійснювали в герметичній споживчій упаковці за температури $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Контроль показників проводили на 0, 15, 30, 45, 60 та 75 добу зберігання. Такий підхід дав змогу не лише оцінити стабільність продукту впродовж прогнозованого терміну зберігання, а й визначити характер змін показників за його межами.

Першим етапом оцінки термінів зберігання було дослідження органолептичних показників розробленої сиркової пасти, оскільки саме вони найбільш чутливо реагують на зміни якості продукту в процесі зберігання. Результати динаміки зміни органолептичних показників представлено у вигляді профілограми (рис. 3.23).

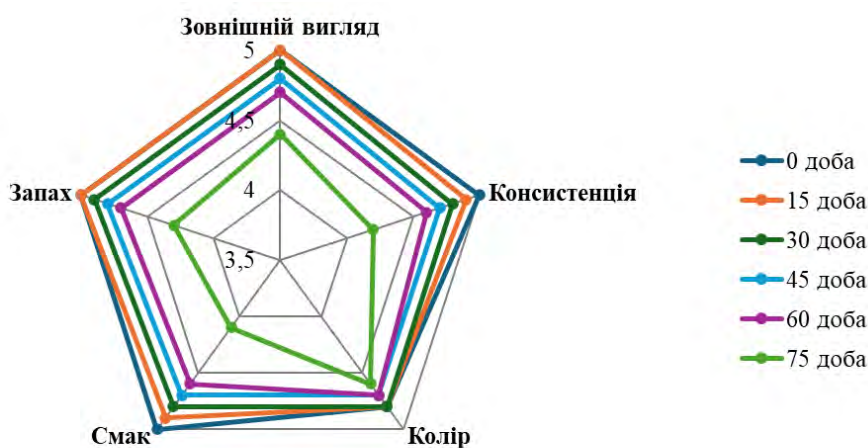


Рис. 3.23. Органолептичні показники розробленої сиркової пасти в процесі зберігання, бали

Аналіз органолептичних показників показав, що протягом перших 45 діб зберігання розроблена сиркова паста зберігала високі сенсорні властивості. На 15 добу істотних змін порівняно з початковим станом не спостерігалось: продукт мав однорідну блискучу поверхню, ніжну пастоподібну консистенцію та гармонійний кисломолочно-фруктовий смак.

На 30 добу для розробленої сиркової пасти відзначалося незначне зменшення ніжності консистенції та деяке зниження інтенсивності аромату, однак загальна органолептична оцінка залишалася високою і становила 24,2 бала. На 45 добу

спостерігалось подальше поступове зниження оцінки консистенції та смаку, проте продукт зберігав характерні споживні властивості і не мав ознак псування.

На 60 добу розроблена сиркова паста все ще характеризувалася прийнятними органолептичними показниками: загальна оцінка становила 23,3 бала, консистенція залишалася однорідною і пастоподібною, смак і запах – чистими, без сторонніх тонів. Водночас на 75 добу вже спостерігалось помітне погіршення сенсорного сприйняття: консистенція ставала менш ніжною, з'являлося слабо виражене відчуття ущільнення структури, а смак і запах втрачали початкову гармонійність. Це свідчило про початок небажаних змін якості продукту за межами раціонального терміну зберігання.

Наступним етапом було дослідження фізико-хімічних і структурно-механічних показників розробленої сиркової пасту під час зберігання.

Таблиця 3.21

Фізико-хімічні та структурно-механічні показники розробленої сиркової пасту в процесі зберігання

Термін зберігання, доба	pH	Титрована кислотність, °Т	Вологозв'язувальна здатність, %	Виділення сироватки, %	Ефективна в'язкість, Па·с
0	4,72 ± 0,03	148 ± 2,0	93,5 ± 1,9	0,5 ± 0,1	40,6 ± 1,4
15	4,69 ± 0,03	151 ± 2,0	93,1 ± 1,8	0,5 ± 0,1	40,9 ± 1,4
30	4,66 ± 0,03	154 ± 2,0	92,6 ± 1,8	0,6 ± 0,1	41,3 ± 1,4
45	4,62 ± 0,03	158 ± 2,0	91,8 ± 1,8	0,7 ± 0,1	41,8 ± 1,5
60	4,58 ± 0,03	162 ± 2,0	90,9 ± 1,8	0,9 ± 0,1	42,5 ± 1,5
75	4,50 ± 0,03	169 ± 2,0	88,7 ± 1,7	1,4 ± 0,1	43,8 ± 1,6

У процесі зберігання для розробленої сиркової пасту спостерігалися закономірні зміни фізико-хімічних показників. Значення pH поступово знижувалося від 4,72 на початку зберігання до 4,58 на 60 добу, тоді як титрована кислотність зростала від 148 до 162 °Т. Такі зміни є характерними для кисломолочних продуктів і свідчать про повільне перебіг післятехнологічних кислототворних процесів.

ВЗЗ розробленої сиркової пасти зберігалася на високому рівні протягом усього рекомендованого періоду зберігання. На 60 добу цей показник становив 90,9 %, що свідчило про достатню стабільність структури продукту. Одночасно виділення сироватки до 60 доби не перевищувало 0,9 %, тобто залишалося на низькому рівні. Це підтверджує ефективність використання камеді ріжкового дерева, ПСГ та КМС для формування стабільної багатокомпонентної системи.

Разом з тим, на 75 добу спостерігалася більш виражене зниження ВЗЗ – до 88,7 %, а виділення сироватки зростало до 1,4 %, що свідчило про початок дестабілізації структури. Ефективна в'язкість протягом зберігання поступово зростала, що було пов'язано з ущільненням системи; однак до 60 доби це не погіршувало споживних властивостей продукту. На 75 добу надмірне зростання в'язкості вже супроводжувалося погіршенням консистенції.

Таким чином, фізико-хімічні та структурно-механічні показники підтвердили, що до 60 доби розроблена сиркова паста зберігала належні властивості, тоді як подальше зберігання супроводжувалося посиленням небажаних змін.

Визначальним критерієм обґрунтування терміну зберігання є мікробіологічна безпечність продукту. У ході досліджень контролювали КМАФАнМ, БГКП, дріжджів і пліснявих грибів.

Таблиця 3.22

Мікробіологічні показники розробленої сиркової пасти в процесі зберігання

Термін зберігання, доба	КМАФАнМ, КУО/г	БГКП у 0,1 г	Дріжджі, КУО/г	Плісняві гриби, КУО/г
0	$1,5 \times 10^2$	не виявлено	4	0
15	$2,1 \times 10^2$	не виявлено	6	0
30	$3,3 \times 10^2$	не виявлено	9	0
45	$5,8 \times 10^2$	не виявлено	14	0
60	$8,7 \times 10^2$	не виявлено	21	0
75	$1,6 \times 10^4$	не виявлено	58	3

Аналіз мікробіологічних показників показав, що протягом 60 діб зберігання розроблена сиркова паста відповідала вимогам безпечності. На 60 добу кількість

КМАФАнМ становила $8,7 \times 10^2$ КУО/г, що не перевищувало допустимого рівня. Бактерії групи кишкової палички не виявлялися в жодній контрольній точці, а кількість дріжджів на 60 добу становила 21 КУО/г, тобто також залишалася в межах допустимих значень.

Водночас на 75 добу кількість КМАФАнМ зростала до $1,6 \times 10^4$ КУО/г, а кількість дріжджів – до 58 КУО/г, що вже перевищувало нормативні межі. Крім того, на 75 добу вперше було зафіксовано поодинокі плісняві гриби. Це свідчить про втрату мікробіологічної стабільності продукту після завершення раціонального періоду зберігання.

Комплексний аналіз змін показників якості та безпечності розробленої сиркової пасти в процесі зберігання показав, що до 60 доби продукт зберігав високі органолептичні показники, стабільну консистенцію, низький рівень виділення сироватки, належні фізико-хімічні характеристики та відповідав вимогам мікробіологічної безпечності. Після 60 доби спостерігалось погіршення окремих сенсорних і структурно-механічних показників, а на 75 добу – перевищення допустимого рівня мікробіологічних показників.

У результаті проведених досліджень встановлено, що розроблена сиркова паста з підвищеною біологічною цінністю за умови зберігання при температурі (4 ± 2) °С у герметичній споживчій упаковці зберігає належні органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні показники протягом 60 діб. Отже, рекомендований термін зберігання розробленої сиркової пасти становить 60 діб.

3.11 Удосконалена технологічна схема виробництва сиркової пасти з використанням молочної сироватки та компонентів рослинного походження

На підставі результатів проведених експериментальних досліджень було розроблено удосконалену технологічну схему виробництва сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження. Її розроблення базувалося на обґрунтованому виборі рецептурних компонентів, раціональних параметрах підготовки сировини, режимах гідратації сухих компонентів, термічної

обробки та роторно-статорної гомогенізації, що забезпечують формування продукту з високими органолептичними показниками, стабільною консистенцією, підвищеною харчовою і біологічною цінністю.

Удосконалена технологія передбачає використання як основної білкової сировини УФ сиру, а також введення до рецептури КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева. На відміну від традиційної технології, запропонована схема забезпечує збагачення продукту сироватковими білками, харчовими волокнами, вітамінами та мінеральними речовинами, а також підвищує стабільність структури сиркової пасти.

З урахуванням результатів оптимізації встановлено, що раціональною є рецептурна композиція, яка включає 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева. Для забезпечення високої однорідності системи та ефективного зв'язування вологи сухі компоненти попередньо гідратують у КМС протягом 20 хв при температурі 40 °С. Після цього гідратовану суміш вводять в ультрафільтраційну сирну основу, перемішують до рівномірного розподілу компонентів, проводять термічну обробку суміші за температури (75 ± 2) °С протягом 5 хв, після чого здійснюють роторно-статорну гомогенізацію при температурі (75 ± 2) °С і частоті обертання робочого органа 3000 об/хв. Далі продукт охолоджують, фасують у герметичну споживчу упаковку та зберігають за температури (4 ± 2) °С.

На рис. 3.24 представлено удосконалену технологічну схему виробництва сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження.

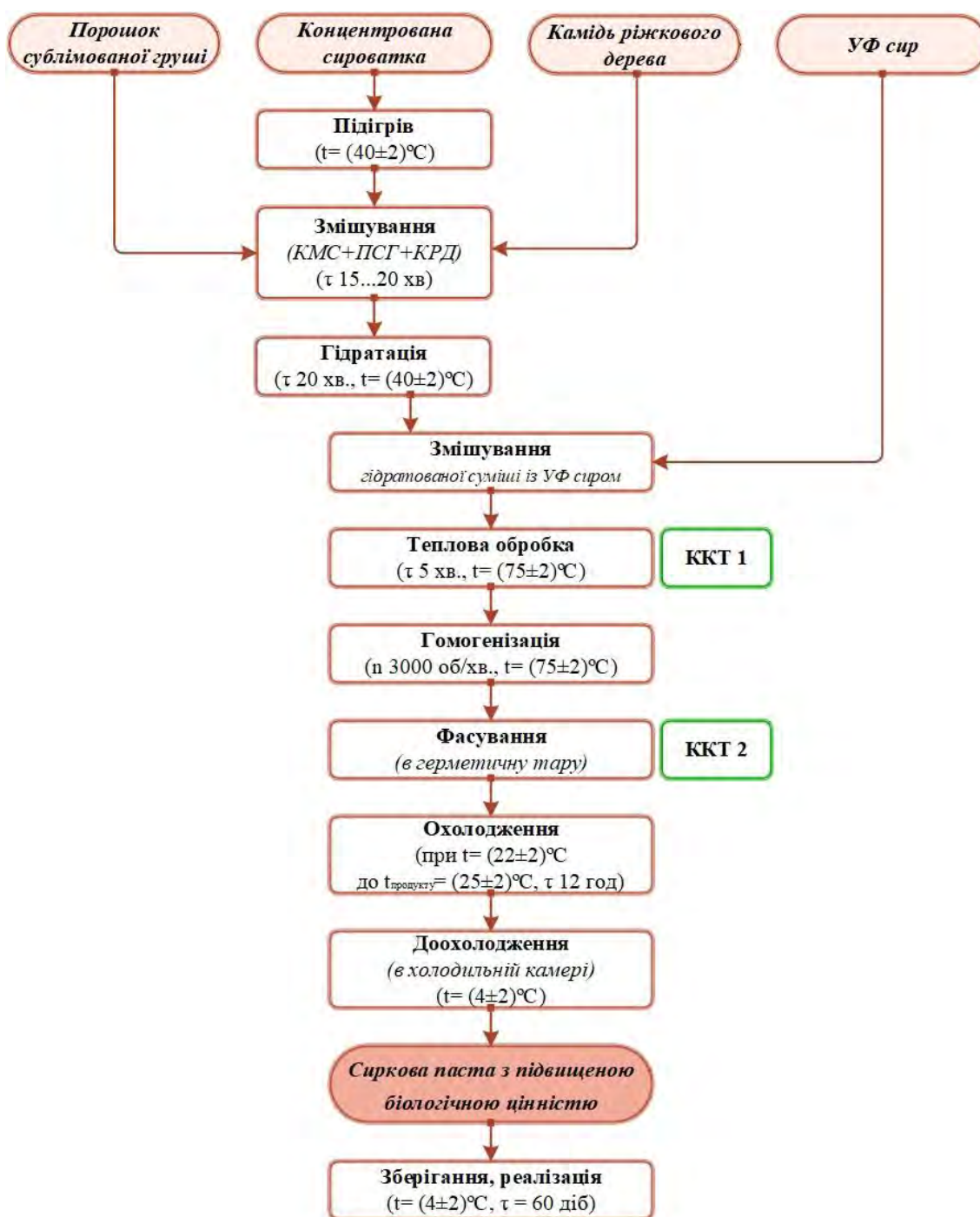


Рис. 3.24. Технологічна схема виробництва сиркової пасти

Технологічний процес виробництва удосконаленої сиркової пасти включає такі основні операції:

1. Приймання та підготовка сировини

На даному етапі здійснюють приймання УФ сиру, КМС, ПСТ та КРД.

КМС оцінюють за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідно до вимог нормативної документації.

2. Підготовка концентрованої молочної сироватки

КМС використовують як дисперсійне середовище для попередньої гідратації сухих компонентів.

3. Дозування сухих компонентів

ПСГ та КРД дозують відповідно до рецептури.

4. Попереднє змішування і гідратація сухих компонентів

ПСГ та КРД вносять у КМС та витримують протягом 20 хв при температурі (40 ± 2) °С. На цій стадії відбувається набухання полісахаридів, регідратація фруктових порошків і часткове формування вологоутримувальної системи.

5. Підготовка сирної основи

УФ сир подають у змішувальний апарат, де за потреби доводять до температури, близької до температури суміші, що гідратується.

6. Змішування компонентів рецептури

До сирної основи додають попередньо гідратовану суміш КМС, ПСГ і КРД. Змішування здійснюють до одержання однорідної маси.

7. Термічна обробка суміші

Підготовлену рецептурну суміш піддають термічній обробці при температурі (75 ± 2) °С з витримкою 5 хв. У процесі термічної обробки відбувається стабілізація білково-полісахаридної структури, додаткове зв'язування вологи, зниження рівня мікрофлори та формування оптимальної консистенції продукту.

8. Гомогенізація

Після термічної обробки суміш піддають роторно-статорній гомогенізації при температурі (75 ± 2) °С і частоті обертання робочого органа 3000 об/хв. У лабораторних умовах цей процес проводили на гомогенізаторі-диспергаторі. У виробничих умовах доцільною є двоступенева гомогенізація високого тиску за температури (75 ± 2) °С і тиску 180–200 бар. На цій стадії забезпечується диспергування компонентів, підвищення однорідності структури, зниження відчутності часток рослинної сировини та стабілізація пастоподібної консистенції.

9. Фасування та пакування

Після гомогенізації сиркову пасту фасують у герметичну споживчу упаковку в санітарно-контрольованих умовах, що забезпечує збереження якості та безпечності сиркової пасти під час подальшого зберігання.

10. Охолодження

Після фасування продукт направляють на попереднє охолодження за температури навколишнього середовища (22 ± 2) °C протягом близько 12 год до досягнення температури продукту приблизно (25 ± 2) °C. У процесі охолодження споживчу тару перевертають з метою запобігання утворенню конденсату на внутрішній поверхні упаковки, рівномірного розподілу продукту та зниження ризику розшарування пастоподібної системи.

Охолодження сприяє стабілізації структури сиркової пасти, формуванню однорідної консистенції та зниженню інтенсивності післятехнологічних змін. Після завершення попереднього охолодження продукт направляють у холодильну камеру, де здійснюють доохолодження до температури (4 ± 2) °C. Подальше зберігання готового продукту проводять за температури (4 ± 2) °C у герметичній споживчій тарі.

11. Зберігання готового продукту

Готову сиркову пасту зберігають при температурі (4 ± 2) °C. Рекомендований термін зберігання за цих умов становить 60 діб.

Таблиця 3.23

Удосконалена технологічна схема виробництва сиркової пасти з використанням молочної сироватки та компонентів рослинного походження

Етап технологічного процесу	Характеристика операції	Рациональні параметри
Приймання сировини	Контроль якості основної та допоміжної сировини	Відповідно до нормативної документації
Підготовка КМС	Темперування КМС для підготовки до гідратації сухих компонентів	(40 ± 2) °C
Дозування ПСГ та КРД	Підготовка сухих інгредієнтів	Згідно з рецептурою: ПСГ – 10 %, КРД – 1,0 %

Етап технологічного процесу	Характеристика операції	Раціональні параметри
Попереднє змішування і гідратація сухих компонентів	Гідратація ПСГ та КРД в КМС	20 хв, (40 ± 2) °C
Підготовка сирної основи	Подача УФ сиру у змішувальний апарат	Відповідно до технологічного режиму
Змішування компонентів	Внесення гідратованої суміші КМС, ПСГ і КРД в УФ сирну основу	До рівномірного розподілу компонентів
Термічна обробка суміші	Формування структури та зниження рівня мікрофлори	(75 ± 2) °C, 5 хв
Гомогенізація	Диспергування компонентів і стабілізація пастоподібної структури	(75 ± 2) °C, 3000 об/хв (у виробничих умовах – двоступенева гомогенізація високого тиску за температури (75 ± 2) °C і тиску 180–200 бар)
Фасування і пакування	Розлив у герметичну споживчу упаковку	У санітарно контрольованих умовах
Охолодження	Стабілізація структури продукту	(25 ± 2) °C, не більше 12 годин
Доохолодження	Стабілізація структури продукту	(4 ± 2) °C
Зберігання	Збереження якості готового продукту	(4 ± 2) °C, 60 діб

Запропонована технологічна схема відрізняється від традиційної тим, що передбачає цілеспрямоване використання КМС як функціонального інгредієнта, а не лише як побічного продукту молочного виробництва. Застосування КМС дає змогу підвищити вміст сироваткових білків, лактози та мінеральних речовин у сирковій пасті, що сприяє покращенню її харчової та біологічної цінності.

Використання ПСГ як рослинного функціонального компонента забезпечує збагачення продукту харчовими волокнами, вітаміном С, природними цукрами та мінеральними елементами, а також формує приємний смако-ароматичний профіль сиркової пасты. Попередня гідратація сухих компонентів у КМС є принципово важливою стадією, оскільки дає змогу зменшити грудкування, покращити гідратацію камеді та забезпечити більш рівномірний розподіл ПСГ в продукті.

Термічна обробка суміші впливає на формування структури і забезпечує належний санітарно-гігієнічний стан продукту. Гомогенізація в удосконаленій схемі виконує не лише механічну, а й структуроутворювальну функцію, оскільки

саме на цій стадії формується однорідна, пластична та стабільна консистенція сиркової пасти.

Таким чином, удосконалена технологічна схема поєднує принципи раціонального використання вторинної молочної сировини, застосування функціональних рослинних інгредієнтів та оптимізації технологічних режимів виробництва сиркової пасти.

Запропонована схема забезпечує формування сиркової пасти з високими органолептичними показниками, стабільною структурою, низьким рівнем синерезису та підвищеною харчовою і біологічною цінністю.

Висновки до розділу 3

У розділі наведено результати експериментальних досліджень, спрямованих на наукове обґрунтування технологічних параметрів виробництва сиркових паст на основі УФ сиру, з використанням КМС та компонентів рослинного походження. Проведені дослідження дали підстави сформулювати такі висновки:

1. На підставі аналізу показників УФ сиру встановлено його високу технологічну придатність як базової основи для виробництва сиркових паст. Однорідна пластична консистенція, відсутність крупинчастої структури, висока вологоутримувальна здатність, стабільність білкової матриці забезпечують можливість рівномірного розподілу функціональних інгредієнтів без погіршення текстури готового продукту. Використання УФ сиру як основної білкової основи створює передумови для розроблення сиркових паст із підвищеною харчовою та біологічною цінністю, стабільними органолептичними властивостями та високою технологічною стабільністю.

2. Установлено, що нанофільтраційна обробка молочної сироватки є ефективним способом підвищення її харчової та біологічної цінності. Після нанофільтрації в досліджуваних зразках КМС відзначено зростання вмісту сухих речовин, білка, лактози та мінеральних компонентів, а також покращення амінокислотного профілю білкової складової. Це підтвердило доцільність використання КМС як функціонального інгредієнта у технології сиркових паст.

3. На основі порівняльної оцінки способів сушіння груш доведено, що найбільш доцільним для підготовки рослинної сировини є сублімаційне сушіння. ПСГ характеризувався найнижчою вологістю, доброю сипучістю, високою вологопоглинальною здатністю, кращим збереженням вітаміну С та більш сприятливими технологічними властивостями порівняно з порошками, одержаними конвективним та інфрачервоним способами. Це обґрунтовує його використання як функціонального збагачувача сиркових паст.

4. У результаті порівняльного дослідження натуральних стабілізаторів встановлено, що серед КРД, гуарової камеді, пектину та ксантанової камеді, саме КРД забезпечує найкраще поєднання органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних показників сиркової пасти. Її використання сприяло підвищенню ВЗЗ, зменшенню синерезису та формуванню пластичної, однорідної консистенції без надмірного ущільнення структури.

5. Дослідження впливу рецептурних композицій показало, що внесення КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева суттєво впливає на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні та нутритивні показники сиркових паст. За сукупністю показників якості найбільш раціональною виявилася рецептурна композиція зразка 5, яка містила 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева. Саме цей зразок характеризувався найкращими споживними властивостями, високою структурною стабільністю, зниженою енергетичною цінністю та підвищеною біологічною цінністю білка.

6. Дослідження режимів термічної обробки суміші показало, що температура та тривалість витримки істотно впливають на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні показники продукту. Найбільш доцільним встановлено режим термічної обробки суміші при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою 5 хв, який забезпечував найкраще поєднання сенсорних характеристик, структурної стабільності та належного санітарно-гігієнічного стану продукту.

7. Установлено, що роторно-статорна гомогенізація є важливою технологічною операцією формування якості сиркових паст. Вона забезпечує

підвищення однорідності структури, зменшення відчутності часток рослинної сировини, зростання ВЗЗ та зниження виділення сироватки. Для оптимальної рецептурної композиції обґрунтовано раціональні параметри гомогенізації: температура $(75\pm 2)^\circ\text{C}$ і частота обертання робочого органа 3000 об/хв. Для виробничих умов рекомендовано реалізувати процес із використанням двоступеневої гомогенізації високого тиску за температури $(75\pm 2)^\circ\text{C}$ і тиску 180–200 бар.

8. На основі багатокритеріальної оптимізації та аналізу поверхонь відгуку встановлено раціональне поєднання рецептурних і технологічних параметрів виробництва сиркових паст. Оптимальними визначено такі параметри: вміст КМС – 20 %, ПСГ – 10 %, камеді ріжкового дерева – 1,0 %; термічна обробка суміші – $(75\pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 5 хв; роторно-статорна гомогенізація – при температурі $(75\pm 2)^\circ\text{C}$ і частоті обертання робочого органа 3000 об/хв.

9. Комплексна оцінка показників якості та безпечності підтвердила переваги розробленої сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю порівняно з комерційним сирковим десертом традиційної технології. Розроблений продукт характеризувався ніжною однорідною пастоподібною консистенцією, високою вологозв'язувальною здатністю, низьким рівнем синерезису, стабільною структурою, співставним із продуктом-аналогом вмістом білка, нижчим вмістом вуглеводів, наявністю харчових волокон, вищою біологічною цінністю білка.

10. Установлено, що розроблена сиркова паста в герметичній споживчій упаковці при температурі зберігання $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ зберігає належні органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні та нутритивні показники протягом 60 діб. Дослідження, проведені із запасом до 75 діб, показали, що подальше зберігання супроводжується погіршенням якості продукту та втратою його мікробіологічної стабільності. Отже, рекомендований термін зберігання розробленої сиркової пасти становить 60 діб.

11. На підставі результатів експериментальних досліджень розроблено удосконалену технологічну схему виробництва сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження. Запропонована схема передбачає

використання УФ сиру, КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева, попередню гідратацію сухих компонентів, термічну обробку суміші, роторно-статорну гомогенізацію, фасування, охолодження та зберігання готового продукту. Впровадження цієї схеми забезпечує отримання сиркової пасти з високими споживними властивостями, стабільною пастоподібною консистенцією, підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИРКОВИХ ПАСТ З ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ І РОСЛИННИХ КОМПОНЕНТІВ

У розділі наведено результати, пов'язані з розробленням рецептури та впровадженням технології сиркових паст з використанням КМС і компонентів рослинного походження. Виклад матеріалу ґрунтується на результатах експериментальних досліджень, наведених у попередньому розділі, та спрямований на практичну реалізацію обґрунтованих рецептурних і технологічних рішень.

У розділі подано результати встановлення раціональних параметрів виробництва сиркових паст, розроблення рецептури продукту, оцінки його харчової та біологічної цінності, а також кваліметричної оцінки якості. Окрему увагу приділено аналізу економічної ефективності запропонованої технології та питанням її впровадження у виробництво.

4.1 Розроблення рецептури сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження

На основі результатів досліджень, наведених у розділі 3, було обґрунтовано раціональну рецептурну композицію сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження. За сукупністю органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, мікробіологічних і нутритивних показників оптимальною визнано композицію, що передбачає внесення 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

Під час розроблення рецептури виходили з того, що основою продукту є УФ сир, який забезпечує формування білково-жирової матриці, характерної для сиркових паст. КМС виконує функцію молочного інгредієнта, що збагачує продукт сироватковими білками, лактозою та мінеральними речовинами. ПСГ є смако-ароматичним і функціональним збагачувальним компонентом, який підвищує

вміст харчових волокон, природних вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин. КРД виконує роль натурального стабілізатора консистенції, сприяє зв'язуванню вільної вологи, зниженню синерезису та формуванню однорідної пастоподібної структури.

З урахуванням встановлених оптимальних співвідношень було сформовано базову рецептуру сиркової пасти з використанням КМС і компонентів рослинного походження (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Базова рецептура сиркової пасти з використанням молочної сироватки
і компонентів рослинного походження**

Найменування сировини	Витрата, кг/100 кг
УФ сир	69,0
Сироватка молочна концентрована	20,0
Порошок сублімованої груші	10,0
Камедь ріжкового дерева	1,0
Разом	100,0

Наведена рецептура є розрахунковою для 100 кг готової суміші без урахування виробничих втрат. Однак під час практичного впровадження технології необхідно враховувати втрати сировини, що виникають під час дозування, змішування, гідратації сухих компонентів, гомогенізації, термічної обробки, транспортування продукту по комунікаціях, фасування, а також залишків на обладнанні.

З огляду на характер продукту та прийняту технологічну схему виробництва, доцільно враховувати нормативні втрати (табл. 4.2).

$$M_{\text{сум}} = \frac{M_{\text{г.п.}}}{1 - \frac{B}{100}} \quad (4.1)$$

де $M_{\text{сум}}$ – маса рецептурної суміші з урахуванням втрат, кг;

$M_{\text{г.п.}}$ – маса готового продукту, кг;

B – сумарні виробничі втрати, %.

$$M_{\text{сум}} = \frac{1000}{1 - \frac{1,5}{100}} = 1015,23 \text{ кг}$$

Розподіл виробничих втрат при виготовленні 1000 кг сиркової пасти наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Розподіл виробничих втрат при виготовленні 1000 кг сиркової пасти

Стадія процесу	Втрати, % до маси суміші	Втрати, кг
Підготовка і дозування сировини	0,2	2,03
Змішування, гідратація, гомогенізація	0,5	5,08
Термічна обробка і транспортування	0,4	4,06
Фасування	0,4	4,06
Разом	1,5	15,23

Як видно з табл. 4.2, найбільші втрати припадають на стадії змішування, гідратації сухих компонентів, термічної обробки, гомогенізації, транспортування та фасування, що є типовим для пастоподібних молочних продуктів. З урахуванням сумарних втрат 1,5 % для отримання 1000 кг готового продукту необхідно підготувати 1015,23 кг рецептурної суміші.

Таблиця 4.3

**Норми витрат сировини на 1000 кг готової сиркової пасти з
урахуванням виробничих втрат**

Найменування сировини	Частка в рецептурі, %	Норма витрат, кг
УФ сир	69,0	700,51
Сироватка молочна концентрована	20,0	203,05
Порошок сублімованої груші	10,0	101,52
Камедь ріжкового дерева	1,0	10,15
Разом сировини	100,0	1015,23
Вихід готового продукту		1000,00
Виробничі втрати	1,5 %	15,23

Таким чином, для виробництва 1000 кг готової сиркової пасти з урахуванням сумарних виробничих втрат 1,5 % необхідно використати 1015,2 кг рецептурної суміші, у тому числі 700,5 кг УФ сиру, 203,0 кг КМС, 101,5 кг ПСГ та 10,2 кг камеді ріжкового дерева.

Такий підхід дає змогу забезпечити одержання необхідної маси готового продукту після проходження основних технологічних операцій і враховує фактичні втрати, характерні для виробництва пастоподібних молочних продуктів.

З урахуванням сучасних вимог ринку розроблена сиркова паста може випускатися не лише у великій споживчій або транспортній тарі, а й у порційному форматі. Найбільш доцільними для такого продукту є маси нетто 100 г, 150 г та 200 г, що відповідає сучасним тенденціям споживання молочних десертних і пастоподібних продуктів. Для прикладу наведено розрахунок кількості споживчих одиниць із 1000 кг готового продукту.

Таблиця 4.4

Можливі варіанти порційного фасування сиркової пасти

Маса нетто одиниці, г	Кількість споживчих одиниць з 1000 кг продукту, шт.
100	10000
150	≈6667
200	5000

Для порційного виробництва доцільно враховувати додаткові втрати на стадії фасування, пов'язані з налипанням продукту на дозувальні вузли, внутрішні поверхні фасувального обладнання та тару. У разі дрібнопорційного фасування фактичні втрати можуть бути на 0,1–0,2 % вищими, ніж при фасуванні у більшу тару. Тому при переході на фасування по 100–150 г загальні виробничі втрати можуть збільшуватися до 1,6–1,7 %, що має бути враховано при складанні виробничих норм. У такому випадку норми витрат сировини коригуються пропорційно.

Для фасування сиркової пасти у споживчу тару масою нетто 100 г доцільно прийняти сумарні виробничі втрати на рівні 1,7 %. У такому разі для одержання 1000 кг готового продукту необхідно підготувати 1017,29 кг рецептурної суміші.

Таблиця 4.5

Норми витрат сировини на 1000 кг готового продукту при порційному фасуванні 100 г

Найменування сировини	Частка в рецептурі, %	Норма витрат, кг
УФ сир	69,0	701,93
Сироватка молочна концентрована	20,0	203,46
Порошок сублімованої груші	10,0	101,73
Камедь ріжкового дерева	1,0	10,17
Разом сировини	100,0	1017,29
Вихід готового продукту		1000,00
Виробничі втрати	1,7 %	17,29

Таким чином, для виробництва сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження розроблено раціональну рецептуру, яка передбачає використання 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

Встановлено, що за сумарних виробничих втрат 1,5 % норма витрат сировини на 1000 кг готового продукту становить 1015,23 кг, а за дрібнопорційного фасування по 100 г і збільшення втрат до 1,7 % – 1017,29 кг. Отримані розрахунки можуть бути використані як основа для подальшого техніко-економічного обґрунтування виробництва, складання виробничих нормативів і розрахунку потреби в сировині для промислового впровадження технології.

4.2 Встановлення раціональних параметрів технології виробництва сиркових паст

На основі результатів експериментальних досліджень, наведених у розділі 3, було встановлено раціональні рецептурні та технологічні параметри виробництва сиркової пасти з використанням КМС і компонентів рослинного походження. Технологія передбачає використання УФ сиру як основної білково-жирової основи, КМС як функціонального молочного інгредієнта, ПСГ як смако-ароматичного та збагачувального компонента, а також камеді ріжкового дерева як натурального стабілізатора консистенції.

Рациональними параметрами виробництва визначено: попередню гідратацію сухих компонентів у частині КМС протягом 20 хв при температурі $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$; термічну обробку рецептурної суміші при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою 5 хв; роторно-статорну гомогенізацію при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ і частоті обертання робочого органа 3000 об/хв; фасування у герметичну споживчу тару, охолодження, та зберігання готового продукту при температурі $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$.

У виробничих умовах технологічний процес доцільно реалізувати в апаратурному оформленні (рис. 4.1), що включає ємності для приймання і зберігання молочної сировини, вагові дозатори, просіювач для сухих компонентів, змішувач-термізатор для гідратації сухої суміші, змішувач-термізатор для термічної обробки сиркової суміші, роторно-статорний або двоступеневий гомогенізатор високого тиску, фасувально-закупорювальний автомат і холодильну камеру для зберігання готової продукції.

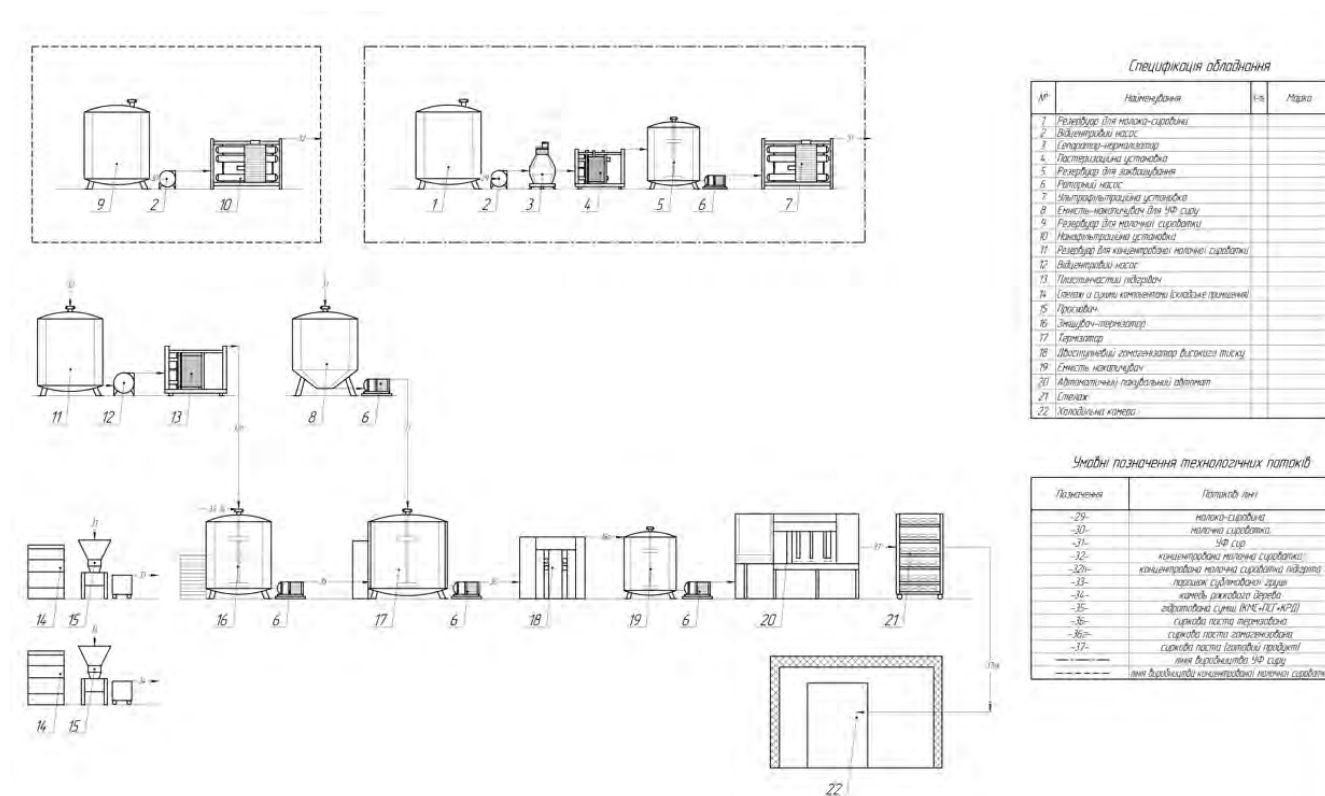


Рис. 4.1. Апаратурно-технологічна схема виробництва сиркової пасти у виробничих умовах

Приймання і вхідний контроль сировини

На стадії приймання здійснюють перевірку кожної партії УФ сиру, КМС, ПСГ, КРД та пакувальних матеріалів. Контролюють наявність супровідної документації, маркування, відповідність органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників установленим вимогам, а також цілісність тари.

УФ сир повинен мати однорідну консистенцію, чистий кисломолочний смак і запах, без сторонніх присмаків, запахів і механічних домішок.

КМС повинна відповідати вимогам до концентрованих сироваткових продуктів за вмістом сухих речовин, кислотністю, органолептичними показниками та мікробіологічною чистотою.

ПСГ повинен бути сухим, сипучим, без ознак злежування, пліснявіння, стороннього запаху або механічних домішок.

КРД повинна бути однорідною, дрібнодисперсною, без сторонніх включень і ознак зволоження.

Зберігання сировини

Молочну сировину зберігають у холодильних умовах при температурі (4 ± 2) °С. Сухі інгредієнти зберігають у сухому вентильованому приміщенні при температурі 15–20 °С і відносній вологості повітря не вище 75 %. Сировину розміщують за принципом простежуваності партій із дотриманням ротації запасів.

Підготовка УФ сиру

Перед внесенням у змішувальне обладнання УФ сир подають у виробничу зону, перевіряють його однорідність і за потреби проводять попереднє перемішування або протирання для усунення локальних ущільнень. Підготовлений УФ сир завантажують у змішувач-термізатор (або вакуумний змішувач або кутер-гомогенізатор), де надалі формують рецептурну масу.

Підготовка КМС

КМС перед використанням перемішують до однорідного стану. За потреби її фільтрують, щоб видалити випадкові механічні домішки. КМС використовують як дисперсійне середовище для попередньої гідратації ПСГ та КРД. Перед гідратацією КМС підігрівають до температури (40 ± 2) °С.

Підготовка сухих компонентів

ПСГ та КРД підлягають просіюванню, дозуванню та візуальному контролю. Просіювання необхідне для руйнування можливих грудочок, видалення випадкових механічних домішок і забезпечення рівномірного подальшого диспергування сухих компонентів у сироватковій фазі.

Попереднє змішування і гідратація сухих компонентів

Дозовану кількість ПСГ та КРД поступово вносять у підігріту до (40 ± 2) °C КМС при безперервному перемішуванні. Тривалість гідратації становить 20 хв.

На цій стадії відбувається набухання полісахаридної складової камеді ріжкового дерева, часткова регідратація часток ПСГ, зменшення ризику грудкування та формування попередньо стабілізованої сироватково-рослинної дисперсії. Попередня гідратація є важливою виробничою операцією, оскільки забезпечує рівномірніше включення сухих компонентів у сиркову основу, підвищує вологозв'язувальну здатність та знижує ризик виділення сироватки в готовому продукті.

Змішування рецептурної суміші

У змішувач-термізатор подають УФ сир і попередньо гідратовану суміш КМС, ПСГ та КРД. Змішування проводять до отримання рівномірної маси без локальних включень сухих компонентів.

На цій стадії формується багатокомпонентна білково-жирова, сироватково-вуглеводна та полісахаридна система, яка надалі підлягає термічній обробці та гомогенізації.

Термічна обробка суміші

Підготовлену рецептурну суміш нагрівають до температури (75 ± 2) °C і витримують протягом не менше 5 хв. Термічна обробка забезпечує зниження кількості вегетативної мікрофлори, стабілізацію білково-полісахаридної структури, додаткове зв'язування води та формування стійкої пастоподібної консистенції.

Перевищення температури або надмірне подовження витримки є небажаним, оскільки може призводити до надмірного ущільнення структури, зниження

ніжності консистенції та погіршення органолептичних властивостей готового продукту.

Гомогенізація

Після термічної обробки рецептурну суміш піддають роторно-статорній гомогенізації при температурі (75 ± 2) °С, частоті обертання робочого органа 3000 об/хв і тривалості 3–5 хв. У виробничих умовах цю операцію доцільно проводити у двоступеневому гомогенізаторі за високого тиску 180–200 бар при температурі (75 ± 2) °С.

Гомогенізація забезпечує рівномірне диспергування рецептурних компонентів, зменшення відчутності часток рослинної сировини, рівномірний розподіл КМС, ПСГ та КРД в білково-жировій основі. Це сприяє підвищенню вологозв'язувальної здатності, зменшенню виділення сироватки, поліпшенню пластичності, намазуваності та формуванню однорідної пастоподібної консистенції.

Застосування вакуумування під час гомогенізації є технологічно бажаним, оскільки знижує аерацію продукту, покращує блиск поверхні, зменшує ризик окисних змін і сприяє формуванню щільнішої, одноріднішої та стабільнішої структури сиркової пасти.

Подача на фасування

Після гомогенізації сиркову пасту без технологічних затримок подають у буферну ємність, звідки за допомогою кулачкового насоса спрямовують у приймальну ємність фасувально-закупорювального автомата. подача продукту повинна здійснюватися в закритій системі, що знижує ризик вторинного мікробіологічного забруднення.

Тривале перебування продукту у відкритих ємностях або в температурному інтервалі, сприятливому для розвитку мікроорганізмів, не допускається.

Фасування і герметичне закупорювання

Сиркову пасту фасують у споживчу тару: полімерні стакани, лотки або іншу тару, дозволена для контакту з харчовими продуктами. Рекомендованими форматами порційного фасування є 100 г, 150 г і 200 г.

Після дозування тару негайно герметично закупорюють фольгою, кришкою або комбінованим закупорювальним матеріалом. Фасування необхідно проводити в санітарно-контрольованих умовах, щоб запобігти вторинному мікробіологічному забрудненню продукту.

Попереднє охолодження

Після фасування та герметичного закупорювання продукт направляють на попереднє охолодження за температури навколишнього середовища (22 ± 2) °C протягом не більше 12 год до поступового зниження температури продукту. Попереднє охолодження сприяє стабілізації структури сиркової пасти, зменшенню інтенсивності післятехнологічних змін і формуванню однорідної консистенції.

Для запобігання утворенню надмірної кількості конденсату на внутрішній поверхні пакувальних кришок, рівномірного розподілу продукту та зниження ризику розшарування пастоподібної системи рекомендовано виконувати операцію перевертання упакованої продукції кришкою донизу.

Маркування і доохолодження

Після завершення попереднього охолодження одиниці продукції маркують відповідно до вимог чинного законодавства та внутрішніх стандартів підприємства. Марковану продукцію направляють у холодильні камери, де здійснюють доохолодження до досягнення температури продукту всередині упаковки (4 ± 2) °C.

Зберігання готового продукту

Зберігання розробленої сиркової пасти здійснюють при температурі (4 ± 2) °C у герметичній споживчій тарі. Рекомендований термін зберігання становить 60 діб.

Запропонована апаратурно-технологічна схема передбачає потокову організацію процесу із максимально закритим циклом руху продукту та автоматизованим керуванням основними технологічними операціями: дозуванням рецептурних компонентів, гідратацією сухих інгредієнтів, змішуванням, термічною обробкою, роторно-статорною гомогенізацією, фасуванням, герметичним закупорюванням, охолодженням і контролем температурних режимів. Це забезпечує відтворюваність технологічного процесу, стабільність

якості готового продукту та можливість упровадження розробленої технології у виробничих умовах.

Таблиця 4.6

Виробничі параметри технології сиркової пасти

Технологічна операція	Обладнання	Раціональні параметри	Контрольований показник
Приймання сировини	Ваги, приймальні ємності, лабораторне обладнання	Згідно з нормативною документацією	Документація, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники
Зберігання молочної сировини	Холодильна камера, ємності для молочної сировини	(4±2) °C	Температура, термін зберігання, простежуваність партій
Зберігання сухих компонентів	Сухий вентильований склад	15–20 °C, відносна вологість не вище 75 %	Сипучість, відсутність злежування, цілісність упаковки
Підготовка КМС	Ємність із мішалкою, фільтр	Перемішування, за потреби фільтрування	Однорідність, відсутність механічних домішок
Просіювання сухих компонентів	Просіювач	Перед дозуванням	Відсутність грудочок і сторонніх включень
Дозування компонентів	Вагові дозатори	Відповідно до рецептури	Маса компонентів
Гідратация ПСГ і КРД у КМС	Змішувач із мішалкою та підігрівом	(40±2) °C, 20 хв	Однорідність, відсутність грудочок
Змішування з УФ сиром	Змішувач-термізатор або кутер-гомогенізатор	До рівномірного розподілу компонентів	Однорідність рецептурної маси
Термічна обробка	Змішувач-термізатор або кутер із нагріванням	(75±2) °C, 5 хв	Температура в масі продукту, тривалість витримки
Гомогенізація	Двоступеневий гомогенізатор високого тиску	(75±2) °C, 180-200 бар	Однорідність, в'язкість, відсутність грудочок
Фасування і закупорювання	Фасувально-закупорювальний автомат	100 г, 150 г або 200 г	Маса нетто, герметичність упаковки
Доохолодження	Холодильна камера	до (4±2) °C	Температура продукту
Зберігання готової продукції	Холодильна камера	(4±2) °C, 60 діб	Температура, термін придатності, цілісність упаковки

Отже, запропонована технологія є придатною для впровадження у виробничих умовах, оскільки передбачає використання типового обладнання на

молокопереробних підприємствах. Виробнича реалізація технології дає змогу забезпечити стабільне дозування рецептурних компонентів, повну гідратацію сухих інгредієнтів, ефективне формування однорідної пастоподібної структури, належну мікробіологічну безпечність і збереження якості продукту протягом установленого терміну зберігання.

Вимоги НАССР до технології виробництва сиркової пасти

Для виробництва сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження система НАССР має ґрунтуватися на поєднанні програм-передумов, операційного контролю технологічних параметрів і контролю критичних контрольних точок. З огляду на пастоподібну консистенцію продукту, використання молочної сировини, сухих рослинних компонентів і фасування у герметичну споживчу тару особливого значення набувають санітарний стан обладнання, контроль температурних режимів, запобігання вторинному забрудненню після термічної обробки та забезпечення герметичності пакування.

До програм-передумов належать:

- затвердження постачальників та вхідний контроль сировини;
- санітарна обробка обладнання, інвентарю, тари та виробничих поверхонь;
- контроль якості води, пари та повітря виробничої зони;
- особиста гігієна персоналу;
- калібрування засобів вимірювання температури, маси, часу та частоти обертання робочого органа;
- запобігання перехресному забрудненню між сировинною, виробничою та фасувальною зонами;
- контроль алергенів, насамперед молочної сировини;
- боротьба зі шкідниками;
- простежуваність партій сировини, пакувальних матеріалів і готової продукції;
- управління відходами, зворотною тарою та бракованою продукцією.

Таблиця 4.7

Опис технологічних операцій, обладнання та контрольованих параметрів при виробництві сиркової пасти

№ п/п	Технологічна операція	Технологічний зміст операції	Обладнання	Контрольовані параметри	Спосіб контролю	Примітка / НАССР
1	Приймання сировини	Приймання УФ сиру, КМС, ПСГ, камеді ріжкового дерева та пакувальних матеріалів	Приймальні ємності, ваги, стіл контролю	Температура, цілісність тари, супровідна документація, органолептичні показники	Візуально, ваговий і лабораторний контроль	Програма-передумова
2	Зберігання молочної сировини	Тимчасове зберігання УФ сиру та КМС до перероблення	Холодильні камери, ємності з охолодженням	Температура (4±2) °С	Термометрія, журнал контролю	Програма-передумова
3	Зберігання сухих компонентів	Зберігання ПСГ та камеді ріжкового дерева	Склад сухих компонентів, стелажі	Температура 15–20 °С, відносна вологість не більше 75 %	Термогігрометр, візуальний контроль	Програма-передумова
4	Підготовка УФ сиру	Доведення до технологічного стану, за потреби – перемішування, подрібнення або протирання	Протиральна машина, ємність-плавник, насос	Однорідність маси, відсутність грудок	Візуально	Контрольна точка
5	Підготовка КМС	Перемішування, за потреби – фільтрування, відбір частини для гідратації сухих компонентів	Ємність з мішалкою, фільтр	Однорідність, відсутність механічних домішок	Візуально	Контрольна точка
6	Підготовка сухих компонентів	Просіювання та дозування ПСГ і камеді ріжкового дерева	Просіювач, ваговий дозатор	Відсутність грудок і сторонніх включень, точність дозування	Візуально, ваговий контроль	Контрольна точка
7	Попереднє змішування і гідратація сухих компонентів	Внесення ПСГ і камеді ріжкового дерева у частину КМС із перемішуванням і витримкою	Ємність з мішалкою та підігрівом	Температура (40±2) °С, тривалість 20 хв	Термометр, таймер	Контрольна точка

№ п/п	Технологічна операція	Технологічний зміст операції	Обладнання	Контрольовані параметри	Спосіб контролю	Примітка / НАССР
8	Змішування рецептурної суміші	З'єднання УФ сиру, КМС і гідратованих сухих компонентів	Вакуумний змішувач або кутер-гомогенізатор	Однорідність суміші, відсутність локальних включень	Візуально	Контрольна точка
9	Термічна обробка суміші	Теплова стабілізація суміші та зниження мікробного навантаження	Пастеризаційна ємність, варильний котел із мішалкою, вакуумний змішувач із сорочкою або термізатор	Температура (75±2) °С, витримка не менше 5 хв	Безперервний температурний контроль, таймер	ККТ 1
10	Гомогенізація	Диспергування компонентів і формування однорідної пастоподібної структури	Двоступеневий гомогенізатор високого тиску	Температура (75±2) °С, тиск 180-200 бар	Термометр	Контрольна точка
12	Фасування	Дозування продукту в споживчу тару	Дозатор, фасувальна машина	Маса нетто, чистота тари, температура продукту	Ваговий контроль, візуально	Контрольна точка
13	Герметичне закупорювання	Закривання упаковки фольгою або кришкою	Запаювач, закупорювальний автомат	Герметичність, цілісність шва, відсутність дефектів пакування	Візуально, вибірковий контроль герметичності	ККТ 2
11	Охолодження після гомогенізації	Повільне охолодження з метою уникнення утворення конденсату в середині тари	Стелаж у виробничій зоні	Температура продукту 18–22 °С, мінімізація часу охолодження	Термометрія, контроль часу	Контрольна точка
14	Маркування	Нанесення інформації на одиницю продукції	Маркувальний пристрій	Повнота і чіткість маркування	Візуально	Програма-передумова
15	Доохолодження і зберігання	Охолодження готового продукту та закладання на зберігання	Холодильна камера	Температура (4±2) °С, термін зберігання 60 діб	Термометрія, журнал контролю	Контрольна точка

Саме програми-передумови забезпечують базовий санітарний стан виробництва. Без їх належного виконання контроль критичних точок не може гарантувати безпечність готового продукту.

Під час виробництва сиркової пасти потенційно можливими є такі небезпечні чинники:

– *біологічні небезпечні чинники* – мезофільна мікрофлора, дріжджі, плісняві гриби, мікроорганізми, занесені із сухими інгредієнтами, молочною сировиною, повітрям, персоналом, тарою або обладнанням;

– *хімічні небезпечні чинники* – залишки мийних і дезінфекційних засобів, невідповідність сировини за показниками безпечності, міграція речовин із пакувальних матеріалів;

– *фізичні небезпечні чинники* – сторонні включення, частки пакувальних матеріалів, металеві домішки, грудочки сухих компонентів, механічні домішки з обладнання або тари.

За результатами аналізу технологічного процесу критичними для безпечності та стабільності продукту визначено дві основні критичні контрольні точки: термічна обробка суміші та герметичне закупорювання споживчої тари.

ККТ 1 – термічна обробка суміші. Термічна обробка є основною критичною контрольною точкою, оскільки саме на цій стадії відбувається цілеспрямоване зниження мікробного навантаження суміші. Подальші операції не можуть компенсувати недоліки недостатньої термічної обробки. Якщо температура або тривалість витримки будуть нижчими від установлених критичних меж, підвищується ризик збереження небажаної мікрофлори у продукті. Саме тому режим $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ із витримкою не менше 5 хв встановлено як критичний для забезпечення мікробіологічної безпечності.

ККТ 2 – герметичне закупорювання. На стадії фасування і закупорювання відсутні подальші операції, здатні усунути повторне забруднення продукту. Тому порушення герметичності упаковки, дефекти шва, сторонні включення або забруднення тари безпосередньо впливають на безпечність і стабільність сиркової

пасти під час зберігання. Саме тому герметизацію розглядають як критичну контрольну точку, а не лише як загальний технологічний контроль.

Таблиця 4.8

Критичні контрольні точки технології виробництва сиркової пасти

ККТ	Стадія процесу	Небезпечний чинник	Критична межа	Моніторинг	Коригувальні дії	Верифікація
ККТ 1	Термічна обробка суміші	Біологічний	Температура в масі продукту не нижче 73 °С, витримка не менше 5 хв; робочий режим – (75±2) °С, 5 хв	Безперервний контроль температури, фіксація часу витримки	Продовження витримки до досягнення критичної межі, повторна термообробка або ізоляція й вибракування партії	Перевірка журналів, калібрування термометрів, мікробіологічний контроль
ККТ 3	Герметичне закупорювання	Фізичний	Герметичний шов, відсутність порушення цілісності упаковки, відсутність сторонніх включень	Візуальний контроль, вибіркова перевірка герметичності	Відбракування дефектних одиниць, переналаштування обладнання, повторний контроль	Аудит фасувальної ділянки, перевірка журналів браку, аналіз реклаमाцій

На основі проведених досліджень і аналізу небезпечних чинників рекомендовано виробничий регламент основних параметрів технологічного процесу, представлений у табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Виробничий регламент основних параметрів технологічного процесу

Найменування операції	Параметр	Нормативне значення	Допустиме відхилення
Гідратація сухих компонентів	Температура	40 °С	±2 °С
Гідратація сухих компонентів	Тривалість	20 хв	±2 хв
Термічна обробка суміші	Температура	75 °С	±2 °С
Термічна обробка суміші	Витримка	5 хв	не менше 5 хв
Гомогенізація	Температура	75 °С	±2 °С

Найменування операції	Параметр	Нормативне значення	Допустиме відхилення
Гомогенізація	Тиск	180-200 бар	± 5
Охолодження	Температура продукту	18–22 °C	без перевищення
Доохолодження	Температура продукту	4 °C	± 2 °C
Зберігання готового продукту	Температура	4 °C	± 2 °C
Зберігання готового продукту	Тривалість	60 діб	без перевищення

Такий технологічний алгоритм забезпечує формування стабільної пастоподібної структури, належний рівень безпечності та відтворюваність показників якості у виробничих умовах.

Таким чином, у результаті встановлення раціональних параметрів технології виробництва сиркових паст з використанням КМС і компонентів рослинного походження розроблено виробничу технологічну схему одержання продукту. Визначено, що ключовими стадіями процесу є попередня гідратація сухих компонентів при (40 ± 2) °C протягом 20 хв, термічна обробка рецептурної суміші при (75 ± 2) °C з витримкою не менше 5 хв, гомогенізація при (75 ± 2) °C і тиску 180-200 бар, охолодження, фасування, герметичне закупорювання та холодильне зберігання. Встановлено вимоги системи НАССР та обґрунтовано критичні контрольні точки: термічну обробку суміші та герметичне закупорювання. Запропоновані параметри можуть бути використані як основа для виробничого впровадження технології сиркової пасти.

4.3 Оцінка харчової та біологічної цінності розробленої сиркової пасти

Оцінка харчової та біологічної цінності розробленої сиркової пасти є важливим етапом підтвердження ефективності запропонованої рецептури та технології.

Розроблена сиркова паста є багатокомпонентним кисломолочним продуктом, у якому поєднуються білково-жирова основа УФ сиру, сироваткові компоненти КМС, рослинні біополімери та біологічно активні речовини ПСГ. Такий склад

забезпечує формування продукту з приємними органолептичними властивостями, стабільною пастоподібною консистенцією, наявністю харчових волокон, зниженою енергетичною цінністю та підвищеною біологічною цінністю білкової складової.

Харчову цінність готового виробу оцінювали за вмістом сухих речовин, білка, жиру, вуглеводів, харчових волокон та енергетичною цінністю. Результати наведено в табл. 4.10.

Для підтвердження конкурентоспроможності розробленої сиркової пасти проведено порівняння її харчової цінності з одним із сучасних європейських аналогів – Cream cheese Łaciaty (Mlekpól Dairy Cooperative, Польща), який виготовляється із застосуванням ультрафільтрації молока та представлений на ринку в різних смакових модифікаціях, у тому числі з фруктовими наповнювачами.

Таблиця 4.10

Показники харчової цінності розробленої сиркової пасти

Показник	Розроблена сиркова паста	Cream cheese Łaciaty*
Білок, %	5,0	5,8
Жир, %	16,0	23,0
Вуглеводи, %	12,4	4,9
Харчові волокна, %	1,8	інформація відсутня
Енергетична цінність, ккал/100 г	213,6	250,0

**Примітка. Харчова цінність наведена за даними виробника (бренд Łaciaty, Mlekpól)*

Аналіз отриманих результатів показав, що за вмістом білка розроблений продукт практично не поступається аналогу (5,0 проти 5,8 %). Водночас він характеризується істотно нижчим вмістом жиру (16,0 проти 23,0 %), що забезпечує зниження енергетичної цінності приблизно на 14,6 % (213,6 проти 250 ккал/100 г).

Важливою перевагою розробленої сиркової пасти є наявність 1,8 % харчових волокон. Це обумовлює додаткову фізіологічну цінність продукту, оскільки харчові волокна сприяють нормальному функціонуванню травної системи та дозволяють розглядати розроблену сиркову пасту як продукт із покращеним нутритивним профілем.

Крім того, формування солодкуватого смаку у розробленій сирковій пасті досягається за рахунок природних вуглеводів рецептурних компонентів без використання значної кількості доданого цукру, що також є перевагою порівняно з більшістю комерційних фруктових сиркових паст.

Порівняно з обраним європейським продуктом-аналогом розроблена сиркова паста характеризується співставним вмістом білка, нижчим вмістом жиру й меншою енергетичною цінністю та додатково містить харчові волокна

Біологічну цінність білкової складової розробленої сиркової паста оцінювали за амінокислотним скором лімітуючої амінокислоти, коефіцієнтом розбіжності амінокислотного скору, біологічною цінністю білка, коефіцієнтом утилітарності та показником порівнювальної надлишковості. Результати наведено в табл. 4.11.

Таблиця 4.11

Показники біологічної цінності білка розробленої сиркової паста

Показник	Значення	
	Вміст, мг/г білка	Амінокислотний скор, %
Незамінні амінокислота:		
Лізин	76,5	128
Гістидин	23,5	156,67
Треонін	32,3	119
Валін	31,8	76
Метіонін + цистин	21,5	96
Ізолейцин	28,2	88
Лейцин	92,5	120
Фенілаланін + тирозин	42,1	104
Лімітуюча амінокислота	Валін	
Амінокислотний скор лімітуючої амінокислоти, %	76	
КРАС, %	24,88	
Біологічна цінність білка, %	75,12	
Коефіцієнт утилітарності, U	0,72	
Показник порівнювальної надлишковості, σ	0,15	

Аналіз амінокислотного складу білка розробленої сиркової паста показав, що продукт містить повний комплекс незамінних амінокислот. Найвищі значення амінокислотного скору встановлено для гістидину – 156,67 %, лізину – 128,00 %, лейцину – 120,00 % та треоніну – 119,00 %. Це свідчить про достатній рівень забезпечення білкової складової цими амінокислотами.

Отримані результати підтверджують, що білкова складова розробленої сиркової пасти має підвищену біологічну цінність. Це зумовлено поєднанням білків УФ сиру та КМС, які забезпечують наявність незамінних амінокислот і сприяють формуванню більш повноцінного амінокислотного профілю продукту.

Аналіз показників біологічної цінності показав, що білкова складова розробленої сиркової пасти характеризується достатньо високим рівнем амінокислотної збалансованості. Лімітуючою амінокислотою є валін, амінокислотний скор якого становить 76,00 %. Це свідчить про те, що саме валін найбільшою мірою обмежує повноцінність білка продукту, однак його рівень є достатнім для формування підвищеної біологічної цінності сиркової пасти. Обмежувальними також залишаються ізолейцин – 88,00 % та сірковмісні амінокислоти метіонін + цистин – 96,00 %. Водночас значення скору цих амінокислот свідчать про достатньо збалансований амінокислотний склад білка готового виробу.

Коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору становить 24,88 %, що свідчить про відносно невисокий рівень дисбалансу між окремими незамінними амінокислотами. Біологічна цінність білка розробленої сиркової пасти становить 75,12 %, що підтверджує достатню повноцінність її білкової складової.

Коефіцієнт утилітарності 0,72 характеризує відносно сприятливий рівень збалансованості незамінних амінокислот щодо еталонного білка. Показник порівнювальної надлишковості становить 0,15, що свідчить про раціональне співвідношення незамінних амінокислот і відсутність значного надлишку окремих амінокислот відносно лімітуючої.

Для додаткової характеристики харчової цінності готового виробу було визначено вміст основних вітамінів та мінеральних речовин. Результати наведено в табл. 4.12.

Таблиця 4.12

Вміст вітамінів та мінеральних речовин у розробленій сирковій пасті

Показник	Вміст, мг/100 г
Вітаміни:	
Вітамін С	$3,2 \pm 0,2$
Вітамін В1	$0,05 \pm 0,01$
Вітамін В2	$0,24 \pm 0,02$
Вітамін РР	$0,16 \pm 0,02$
Вітамін А	$0,15 \pm 0,02$
Вітамін Е	$0,42 \pm 0,04$
Мінеральні елементи:	
Калій	185 ± 7
Кальцій	124 ± 5
Магній	$17,8 \pm 0,8$
Фосфор	156 ± 6
Натрій	170 ± 7
Залізо	$0,24 \pm 0,03$

Вітамінний склад розробленої сиркової пасту формується за рахунок поєднання молочної та рослинної сировини. Вміст вітаміну С становить 3,2 мг/100 г, що пов'язано з використанням ПСГ, у якому краще зберігаються термолабільні біологічно активні речовини. Вітаміни групи В надходять переважно з молочної основи та КМС. Наявність вітамінів А та Е пов'язана з жировою фазою продукту та рослинним компонентом.

Мінеральний склад розробленої сиркової пасту свідчить про її нутритивну цінність. Найбільшу частку серед визначених мінеральних елементів становлять калій, натрій, фосфор і кальцій. Підвищений вміст калію та магнію пов'язаний із внесенням КМС та ПСГ. Кальцій і фосфор є важливими компонентами молочної сировини та мають значення для мінерального обміну організму.

Таким чином, розроблена сиркова паста характеризується помірною енергетичною цінністю, наявністю харчових волокон, достатнім вмістом білка, збалансованим амінокислотним складом, підвищеною біологічною цінністю білка, а також наявністю вітамінів і мінеральних речовин. Поєднання УФ сиру, КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева дає змогу одержати готовий виріб із поліпшеними нутритивними властивостями та функціональною спрямованістю.

4.4 Кваліметрична оцінка якості розробленої сиркової пасти

Кваліметрична оцінка якості є важливим етапом комплексного підтвердження ефективності розробленої технології, оскільки дає змогу кількісно узагальнити різномірні показники якості готового продукту. Для сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження така оцінка є доцільною, оскільки продукт характеризується сукупністю органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, нутритивних і мікробіологічних властивостей.

Метою кваліметричної оцінки було визначення комплексного показника якості розробленої сиркової пасти, виготовленої за оптимізованою рецептурою: 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

Для оцінювання якості було сформовано систему показників, які найбільш повно характеризують споживну, технологічну, харчову, біологічну та безпечну складові готового виробу. Показники було об'єднано у чотири групи: органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні, харчова й біологічна цінність, безпечність і стабільність під час зберігання.

Комплексний показник якості розраховували за формулою 4.2.

$$K = \sum(a_i \cdot q_i) \quad (4.2)$$

де K – комплексний показник якості;

a_i – коефіцієнт вагомості i -го показника або групи показників;

q_i – відносна оцінка i -го показника.

Для показників, збільшення яких позитивно впливає на якість продукту, відносну оцінку визначали як відношення фактичного значення до базового або оптимального. Для показників, зменшення яких є бажаним, зокрема виділення сироватки, КМАФАнМ, кількості дріжджів та енергетичної цінності, оцінку визначали з урахуванням їх відповідності нормативному або раціональному рівню.

Систему показників і коефіцієнти вагомості для кваліметричної оцінки наведено в табл. 4.13.

Таблиця 4.13

Система показників для кваліметричної оцінки якості розробленої сиркової пасти

Група показників	Показники, що враховувалися	Коефіцієнт вагомості групи
Органолептичні показники	Зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак і запах, загальна органолептична оцінка	0,25
Фізико-хімічні та структурно-механічні показники	Масова частка води, рН, титрована кислотність, вологозв'язувальна здатність, виділення сироватки, ефективна в'язкість	0,25
Харчова та біологічна цінність	Вміст білка, жиру, вуглеводів, харчових волокон, енергетична цінність, біологічна цінність білка	0,25
Безпечність і стабільність під час зберігання	КМАФАнМ, БГКП, дріжджі, плісняві гриби, термін зберігання	0,25
Разом	—	1,00

Для кожної групи показників було визначено відносну оцінку якості з урахуванням фактичних значень, отриманих під час експериментальних досліджень. Результати наведено в табл. 4.14.

Таблиця 4.14

Відносна оцінка групових показників якості розробленої сиркової пасти

Група показників	Основні фактичні значення	Відносна оцінка, q _i
Органолептичні показники	Загальна органолептична оцінка – 24,8 бала з 25,0 можливих	0,99
Фізико-хімічні та структурно-механічні показники	Вологозв'язувальна здатність – 93,5 %; виділення сироватки – 0,5 %; ефективна в'язкість – 40,6 Па·с; рН – 4,72	0,98
Харчова та біологічна цінність	Білок – 5,0 %; жир – 16,0 %; вуглеводи – 12,4 %; клітковина – 1,8 %; енергетична цінність – 213,6 ккал/100 г; біологічна цінність білка – 75,12 %	0,96
Безпечність і стабільність під час зберігання	КМАФАнМ – $1,5 \times 10^2$ КУО/г; БГКП – не виявлено; дріжджі – 4 КУО/г; плісняві гриби – 0 КУО/г; термін зберігання – 60 діб	0,99

Комплексний показник якості розробленої сиркової пасти розраховували з урахуванням коефіцієнтів вагомості та групових відносних оцінок. Результати розрахунку наведено в табл. 4.15.

Таблиця 4.15

Розрахунок комплексного показника якості розробленої сиркової пасти

Група показників	Коефіцієнт вагомості, a_i	Відносна оцінка, q_i	Добуток $a_i \times q_i$
Органолептичні показники	0,25	0,99	0,2475
Фізико-хімічні та структурно-механічні показники	0,25	0,98	0,2450
Харчова та біологічна цінність	0,25	0,96	0,2400
Безпечність і стабільність під час зберігання	0,25	0,99	0,2475
Комплексний показник якості, K	1,00	—	0,9800

Розрахунок комплексного показника якості показав, що для розробленої сиркової пасти значення K становить 0,9800. Це свідчить про високий рівень якості готового виробу та підтверджує ефективність запропонованої рецептури і технологічних режимів виробництва.

Найвищі групові оцінки отримано за органолептичними показниками та показниками безпечності. Це пояснюється тим, що розроблена сиркова паста характеризується привабливим зовнішнім виглядом, однорідною блискучою поверхнею, ніжною пастоподібною консистенцією, гармонійним кисломолочно-фруктовим смаком і натуральним ароматом. Водночас мікробіологічні показники готового виробу відповідають установленим вимогам безпечності, а продукт зберігає належні властивості протягом 60 діб за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Висока оцінка фізико-хімічних і структурно-механічних показників зумовлена оптимальним співвідношенням рецептурних компонентів та застосуванням обґрунтованих технологічних режимів. Попередня гідратація ПСГ та камеді ріжкового дерева у частині КМС забезпечує краще набухання сухих компонентів і підвищує здатність системи утримувати вологу. Термічна обробка рецептурної суміші за температури $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 5 хв із подальшою роторно-

статорною гомогенізацією при температурі (75 ± 2) °C та частоті обертання робочого органа 3000 об/хв (у виробничих умовах – двоступенева гомогенізація високого тиску за температури (75 ± 2) °C і тиску 180–200 бар) забезпечує формування однорідної білково-полісахаридної системи, підвищує її структурну стабільність, вологоутримувальну здатність та сприяє отриманню кремоподібної консистенції сиркової пасти.

Групова оцінка харчової та біологічної цінності також була високою. Розроблена сиркова паста характеризується помірною енергетичною цінністю – 213,6 ккал/100 г, містить 5,0 % білка, 16,0 % жиру, 12,4 % вуглеводів і 1,8 % харчових волокон. Біологічна цінність білкової складової становить 75,12 %, що підтверджує достатню збалансованість амінокислотного складу продукту. Наявність ПСГ забезпечує збагачення сиркової пасти харчовими волокнами, природними вуглеводами, вітаміном С і мінеральними речовинами, а використання КМС сприяє внесенню сироваткових білків і мінеральних компонентів, що підвищує нутритивну цінність розробленого продукту.

Отже, за результатами кваліметричної оцінки встановлено, що розроблена сиркова паста має високий інтегральний рівень якості. Комплексний показник якості становить 0,9800, що підтверджує раціональність рецептурного складу, доцільність застосування КМС, ПСГ та камеді ріжкового дерева, а також ефективність обґрунтованих технологічних параметрів виробництва.

4.5 Оцінка економічної ефективності впровадження розробленої технології

Оцінку економічної ефективності впровадження технології сиркової пасти з використанням КМС і компонентів рослинного походження проводили з метою встановлення доцільності виробництва розробленого продукту у промислових умовах. Розрахунки виконували за такими основними етапами: визначення виробничої програми, розрахунок інвестиційних витрат, визначення собівартості продукції, розрахунок прибутку, відпускної ціни, рентабельності та терміну окупності інвестицій.

Для розрахунків прийнято, що продуктивність виробничої лінії становить 1000 кг готового продукту за зміну. Кількість робочих днів на рік – 250. Річний обсяг виробництва становить 250000 кг, або 250 т.

Розрахунки виконано для рецептурної композиції, обґрунтованої у розділах 3 і 4.1, яка включає 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева.

Таблиця 4.16

Виробнича програма випуску сиркової пасти

Показник	Значення
Добовий обсяг виробництва, кг	1000
Кількість робочих днів на рік	250
Річний обсяг виробництва, кг	250000
Річний обсяг виробництва, т	250
Маса одиниці споживчої тари, г	150
Кількість одиниць фасування з 1000 кг, шт.	6666,7 $\approx$ 6667
Кількість одиниць фасування за рік, шт.	1666667

Розрахунок інвестиційних витрат

Для впровадження розробленої технології передбачається технічне дооснащення існуючого цеху обладнанням для підготовки сухих компонентів, попередньої гідратації, термічної обробки, роторно-статорної гомогенізації, охолодження та фасування продукту.

Таблиця 4.17

Розрахунок інвестиційних витрат на придбання, транспортування і монтаж обладнання

Найменування обладнання	Кількість, од.	Ціна за одиницю, тис. грн	Вартість, тис. грн
Вакуумний змішувач або кутер-гомогенізатор з роторно-статорним вузлом	1	1150,00	1150,00
Ємність термізаційна з мішалкою та сорочкою нагрівання	1	680,00	680,00
Ємність охолоджувальна / накопичувальна	1	420,00	420,00
Фасувально-запаювальний автомат для порційної тари	1	1450,00	1450,00

Найменування обладнання	Кількість, од.	Ціна за одиницю, тис. грн	Вартість, тис. грн
Насоси, трубопроводи, запірні арматури	1 комплект	240,00	240,00
Просіювач і вагові дозатори для сухих компонентів	1 комплект	140,00	140,00
Модернізація холодильної камери та ділянки доохолодження	1 комплект	500,00	500,00
Разом обладнання	—	—	4580,00
Невраховане обладнання, 25 %	—	—	1145,00
Разом з неврахованим обладнанням	—	—	5725,00
Транспортні витрати, 5 %	—	—	286,25
Монтажні витрати, 20 %	—	—	1145,00
Всього витрат на обладнання	—	—	7156,25

Крім витрат на обладнання, передбачено витрати на ремонт і підготовку виробничої ділянки – 850,00 тис. грн. Загальна сума інвестиційних витрат розраховується з а формулою 4.3.

$$IV = V_{\text{обл.}} + V_{\text{рем.}} \quad (4.3)$$

$$IV = 7156,25 + 850,00 = 8006,25 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 4.18

Загальна сума інвестиційних витрат

Стаття інвестиційних витрат	Сума, тис. грн
Придбання, транспортування та монтаж обладнання	7156,25
Ремонт і підготовка виробничої ділянки	850,00
Загальна сума інвестиційних витрат	8006,25

Розрахунок витрат на сировину та матеріали

Розрахунок витрат на сировину виконано на 1000 кг готового продукту з урахуванням виробничих витрат, прийнятих у підрозділі 4.1. Для одержання 1000 кг сиркової пасти необхідно підготувати 1015,23 кг рецептурної суміші.

Таблиця 4.19

**Розрахунок витрат за статтею «Сировина та матеріали» на 1000 кг
готового продукту**

Сировина та матеріали	Норма витрат	Ціна, грн/кг або грн/од.	Вартість, грн
УФ сир, кг	700,51	92,00	64446,92
Сироватка молочна концентрована, кг	203,05	28,00	5685,40
Порошок сублімованої груші, кг	101,52	420,00	42638,40
Камедь ріжкового дерева, кг	10,15	390,00	3958,50
Разом основна сировина	—	—	116729,22
Споживча тара, кришка, етикетка, шт.	6667	2,20	14667,40
Транспортна тара та допоміжні пакувальні матеріали	—	—	1000,00
Разом допоміжні матеріали	—	—	15667,40
Втрати від можливого браку, 0,5 %	—	—	661,98
Всього сировина і матеріали	—	—	133058,60

Найбільшу частку у структурі сировинних витрат становили УФ сир та ПСГ. Висока частка витрат на ПСГ пояснюється його функціональним призначенням, високим вмістом сухих речовин і значною собівартістю сублімаційного сушіння. Водночас використання КМС дає змогу раціонально залучити вторинну молочну сировину та частково знизити частку основної сирної основи у рецептурі.

Розрахунок собівартості виробництва сиркової пасти

Витрати на паливо та енергію для технологічних цілей прийнято на рівні 1,0 % від вартості сировини та матеріалів.

Основну та додаткову заробітну плату виробничого персоналу прийнято на рівні 5,0 % від вартості сировини і матеріалів.

Відрахування на соціальне страхування становлять 22,0 % від фонду оплати праці.

Витрати на підготовку та освоєння виробництва прийнято на рівні 6,0 %, витрати на утримання й експлуатацію обладнання – 4,0 % від вартості сировини і матеріалів.

Амортизацію розраховано за нормою 8,0 % від суми інвестиційних витрат на рік.

Річна сума амортизаційних відрахувань становить:

$$A = 8006,25 \times 0,08 = 640,50 \text{ тис. грн/рік.}$$

Оскільки за рік передбачено 250 виробничих змін по 1000 кг продукції, амортизація на 1000 кг готового продукту становить:

$$A_{1000} = 640500 / 250 = 2562,00 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.20

Розрахунок собівартості сиркової пасти на 1000 кг готового продукту

№ статті	Стаття витрат	Сума, грн
1	Сировина і матеріали	133058,60
2	Паливо та енергія на технологічні цілі, 1 %	1330,59
3	Основна та додаткова заробітна плата, 5 %	6652,93
4	Відрахування на соціальне страхування, 22 %	1463,64
5	Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва, 6 %	7983,52
6	Амортизація	2562,00
7	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання, 4 %	5322,34
8	Загальновиробничі витрати, 50 % від оплати праці	3326,47
9	Загальногосподарські витрати, 20 % від оплати праці	1330,59
	Разом за статтями 1–9	163030,68
10	Інші виробничі витрати, 15 %	24454,60
	Виробнича собівартість	187485,28
11	Позавиробничі витрати, 15 %	28122,79
	Повна собівартість	215608,07

Повна собівартість 1000 кг сиркової пасти становить 215608,07 грн, а повна собівартість 1 кг продукту: $C_1 \text{ кг} = 215608,07 / 1000 = 215,61 \text{ грн/кг.}$

Розрахунок прибутку, відпускної ціни та рентабельності

Для економічного розрахунку прийнято прогнозну відпускну ціну з ПДВ на рівні 310,00 грн/кг. Оптову ціну без ПДВ визначали за формулою 4.4.

$$C_{\text{опт}} = \frac{C_{\text{відп}}}{1,2} \quad (4.4)$$

$$C_{\text{опт.}} = 310,00 / 1,20 = 258,33 \text{ грн/кг.}$$

Оптова ціна 1000 кг продукту без ПДВ становить:

$$258,33 \times 1000 = 258333,33 \text{ грн.}$$

Прибуток на 1000 кг готового продукту визначали за формулою 4.5, як різницю між оптовою ціною без ПДВ та повною собівартістю.

$$\Pi = C_{\text{опт}} - C_{\text{повн}} \quad (4.5)$$

$$\Pi = 258333,33 - 215608,07 = 42725,26 \text{ грн.}$$

Прибуток на 1 кг готового продукту становить:

$$\Pi_{1 \text{ кг}} = 42725,26 / 1000 = 42,73 \text{ грн/кг.}$$

Рентабельність продукції розраховували за формулою 4.6.

$$R = \frac{\Pi}{C_{\text{повн}} \cdot 100} \quad (4.6)$$

$$R = 42725,26 / 215608,07 \times 100 = 19,82 \text{ \%}.$$

Отже, розрахункова рентабельність виробництва сиркової пасти, визначена за фактичними значеннями статей витрат, становить 19,82 %.

Таблиця 4.21

Розрахунок прибутку, відпускної ціни та рентабельності сиркової пасти

Показник	Сума на 1000 кг, грн	Сума на 1 кг, грн
Повна собівартість	215608,07	215,61
Прогнозна оптова ціна без ПДВ	258333,33	258,33
Прибуток	42725,26	42,73
ПДВ, 20 %	51666,67	51,67
Відпускна ціна з ПДВ	310000,00	310,00
Рентабельність продукції, %	19,82	—

Для порційного фасування масою 150 г відпускна ціна одиниці продукції становитиме:

$$\Pi_{150 \text{ г}} = 310,00 \times 0,150 = 46,50 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції масою 150 г становитиме:

$$C_{150 \text{ г}} = 215,61 \times 0,150 = 32,34 \text{ грн.}$$

Прибуток з одиниці продукції масою 150 г без урахування ПДВ становитиме:

$$\Pi_{150 \text{ г}} = 42,73 \times 0,150 = 6,41 \text{ грн.}$$

Розрахунок річного прибутку та окупності інвестицій

За умови річного обсягу виробництва 250 т, або 250000 кг, річний прибуток становитиме:

$$\Pi_{\text{річн.}} = 42,72526 \times 250000 = 10681315 \text{ грн} = 10681,32 \text{ тис. грн.}$$

Термін окупності інвестиційних витрат визначали за формулою 4.7.

$$T = \frac{IB}{\Pi_{\text{річн}}} \quad (4.7)$$

де ІВ – інвестиційні витрати, тис. грн;

$P_{\text{річн.}}$ – річний прибуток, тис. грн.

$T = 8006,25 / 10681,32 = 0,75$ року.

Отже, термін окупності інвестицій становить 0,75 року, або приблизно 9 місяців.

Таблиця 4.22

Річні економічні показники виробництва сиркової пасти

Показник	Значення
Річний обсяг виробництва, т	250
Повна собівартість річного обсягу, тис. грн	53902,02
Річна виручка без ПДВ, тис. грн	64583,33
Річна сума ПДВ, тис. грн	12916,67
Річна виручка з ПДВ, тис. грн	77500,00
Річний прибуток, тис. грн	10681,32
Розрахункова рентабельність продукції, %	19,82
Загальна сума інвестиційних витрат, тис. грн	8006,25
Термін окупності інвестицій, років	0,75

У результаті оцінки економічної ефективності встановлено, що повна собівартість 1 кг розробленої сиркової пасти становить 215,61 грн, прогнозна відпускна ціна з ПДВ – 310,00 грн/кг, а прибуток – 42,73 грн/кг.

Розрахункова рентабельність продукції, визначена на основі повної собівартості та прогнозованої оптової ціни без ПДВ, становить 19,82 %.

За річного обсягу виробництва 250 т річний прибуток дорівнює 10681,32 тис. грн, а термін окупності інвестиційних витрат становить 0,75 року.

Отримані результати підтверджують економічну доцільність упровадження розробленої технології у виробництво.

Висновки за розділом 4

У розділі 4 наведено результати розроблення та практичного обґрунтування технології сиркової пасти з використанням КМС і компонентів рослинного походження. На основі проведених розрахунків, технологічного опрацювання,

оцінки харчової та біологічної цінності, кваліметричної оцінки якості й економічного аналізу сформульовано такі висновки.

1. На основі результатів експериментальних досліджень обґрунтовано рецептуру сиркової пасти функціонального спрямування, яка передбачає використання 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % камеді ріжкового дерева. Такий рецептурний склад забезпечує поєднання молочної білково-жирової основи, сироваткових компонентів, рослинних харчових волокон і натурального стабілізатора структури.

2. Розраховано норми витрат сировини для виробництва 1000 кг готової сиркової пасти. Встановлено, що за сумарних виробничих втрат 1,5 % необхідна маса рецептурної суміші становить 1015,23 кг, у тому числі 700,51 кг УФ сиру, 203,05 кг КМС, 101,52 кг ПСГ та 10,15 кг камеді ріжкового дерева. Для дрібнопорційного фасування по 100 г із урахуванням підвищених втрат 1,7 % необхідна маса рецептурної суміші становить 1017,29 кг.

3. Запропоновано можливі варіанти порційного фасування сиркової пасти у споживчу тару масою нетто 100 г, 150 г і 200 г. Встановлено, що з 1000 кг готового продукту можна отримати 10000 одиниць продукції по 100 г, близько 6667 одиниць по 150 г або 5000 одиниць по 200 г. Це дає змогу адаптувати технологію до різних форматів реалізації продукції та потреб споживчого ринку.

4. Розроблено виробничу технологічну схему виготовлення сиркової пасти, яка включає приймання та вхідний контроль сировини, зберігання молочної і сухої сировини, підготовку УФ сиру, КМС, ПСГ і камеді ріжкового дерева, попередню гідратацію сухих компонентів, змішування рецептурної суміші, термічну обробку, роторно-статорну гомогенізацію (у виробничих умовах – двоступенева гомогенізація високого тиску), охолодження, фасування, герметичне закупорювання, маркування, доохолодження та зберігання готового продукту.

5. Встановлено раціональні виробничі параметри технології: попередня гідратація сухих компонентів у частині КМС при температурі $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 20 хв; термічна обробка рецептурної суміші при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримкою не менше 5 хв; роторно-статорна гомогенізація при температурі $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, частоті

обертання робочого органа 3000 об/хв і тривалості 3–5 хв (у виробничих умовах – двоступенева гомогенізація високого тиску за температури $(75\pm 2)^\circ\text{C}$ і тиску 180–200 бар); охолодження до температури фасування 18–22 $^\circ\text{C}$; доохолодження і зберігання готового продукту при температурі $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 60 діб.

6. Для виробництва сиркової пасти сформовано елементи системи НАССР, визначено програми-передумови та охарактеризовано основні небезпечні чинники біологічної, хімічної і фізичної природи. Обґрунтовано дві критичні контрольні точки: термічна обробка суміші та герметичне закупорювання споживчої тари. Для кожної ККТ визначено критичні межі, порядок моніторингу, коригувальні дії та заходи верифікації.

7. Проведено оцінку харчової цінності готового виробу. Розроблена сиркова паста характеризується вмістом сухих речовин 36,4 %, білка – 5,0 %, жиру – 16,0 %, вуглеводів – 12,4 %, харчових волокон – 1,8 % та енергетичною цінністю 213,6 ккал/100 г. Порівняно з УФ сиром без добавок розроблений продукт має нижчу масову частку жиру та меншу енергетичну цінність, водночас містить харчові волокна, природні вуглеводи та сироваткові білки, що входять до складу КМС. Наявність харчових волокон, збалансований нутрієнтний склад і підвищення біологічної цінності білкової складової підтверджують функціональну спрямованість розробленого продукту.

8. Визначено біологічну цінність білкової складової сиркової пасти. Лімітуючою амінокислотою є валін, амінокислотний скор якого становить 76,00 %. Біологічна цінність білка становить 75,12 %, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору – 24,88 %, коефіцієнт утилітарності – 0,72, показник порівнювальної надлишковості – 0,15. Отримані значення свідчать про достатньо збалансований амінокислотний склад білка розробленого виробу.

9. Встановлено, що розроблена сиркова паста містить вітаміни та мінеральні речовини, зокрема вітамін С – 3,2 мг/100 г, вітамін В2 – 0,24 мг/100 г, вітамін Е – 0,42 мг/100 г, калій – 185 мг/100 г, кальцій – 124 мг/100 г, фосфор – 156 мг/100 г, магній – 17,8 мг/100 г. Це підтверджує нутритивну цінність продукту, зумовлену поєднанням молочної сировини, КМС та ПСГ.

10. За результатами кваліметричної оцінки встановлено високий інтегральний рівень якості розробленої сиркової пасти. Комплексний показник якості становить 0,9800. Найвищі групові оцінки отримано за органолептичними показниками, безпечністю та стабільністю під час зберігання, що підтверджує раціональність рецептурного складу й ефективність обґрунтованих технологічних параметрів.

11. Виконано економічну оцінку впровадження розробленої технології у виробничих умовах. За продуктивності лінії 1000 кг за зміну та 250 робочих днів на рік річний обсяг виробництва становить 250 т. Повна собівартість 1 кг сиркової пасти становить 215,61 грн, прогнозна відпускна ціна з ПДВ – 310,00 грн/кг, прибуток – 42,73 грн/кг. Розрахункова рентабельність продукції становить 19,82 %.

12. За річного обсягу виробництва 250 т річний прибуток становить 10681,32 тис. грн. Загальна сума інвестиційних витрат на придбання, транспортування, монтаж обладнання та підготовку виробничої ділянки становить 8006,25 тис. грн. Термін окупності інвестицій дорівнює 0,75 року, або приблизно 9 місяців, що підтверджує економічну доцільність упровадження розробленої технології у виробництво.

Отже, у розділі 4 розроблено рецептуру, виробничу технологічну схему, режими технологічного процесу, елементи системи НАССР, показники харчової та біологічної цінності, кваліметричну оцінку якості й економічне обґрунтування виробництва сиркової пасти з використанням КМС та компонентів рослинного походження. Отримані результати підтверджують практичну придатність, технологічну відтворюваність і економічну ефективність запропонованої технології.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та науково-практичне вирішення завдання з удосконалення технології сиркових паст із використанням КМС та компонентів рослинного походження. На основі проведених аналітичних, експериментальних, технологічних, кваліметричних та економічних досліджень сформульовано такі висновки.

1. На основі аналізу сучасних наукових джерел, нормативної документації та асортименту продукції встановлено, що перспективним напрямом розвитку технології сиркових паст є використання УФ сиру як основної білкової бази у поєднанні з концентрованою молочною сироваткою після нанофільтрації, компонентами рослинного походження та натуральними стабілізаторами. Показано, що така технологічна концепція забезпечує однорідну пластичну структуру продукту, розширює можливості регулювання рецептурного складу та підвищує харчову і біологічну цінність сиркових паст.

2. Досліджено вплив нанофільтрації на склад і біологічну цінність молочної сироватки. Встановлено, що нанофільтраційне концентрування сприяє підвищенню вмісту сухих речовин, білкових компонентів, лактози та мінеральних речовин у сироватці, що покращує її технологічну придатність для використання у складі сиркових паст. Обґрунтовано доцільність використання КМС як функціонального молочного інгредієнта.

3. Обґрунтовано вибір ПСГ як компонента рослинного походження для збагачення сиркових паст. Показано, що порівняно з іншими способами сушіння сублімаційне сушіння забезпечує краще збереження органолептичних характеристик, дисперсних властивостей і нутритивного потенціалу грушевої сировини. Використання ПСГ забезпечує внесення харчових волокон, природних вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин і формування гармонійного фруктово-кисломолочного профілю готового продукту.

4. Досліджено вплив натуральних стабілізаторів на якість сиркових паст. За сукупністю органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних

показників обґрунтовано доцільність використання камеді ріжкового дерева. Її внесення сприяє підвищенню вологозв'язувальної здатності, зменшенню виділення сироватки, формуванню однорідної пастоподібної консистенції та підвищенню структурної стабільності продукту.

5. Розроблено рецептурні композиції сиркових паст з використанням УФ сиру, КМС, ПСГ та КРД. За результатами комплексної оцінки органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, мікробіологічних і нутритивних показників оптимальною визначено рецептурну композицію, що містить 69,0 % УФ сиру, 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % КРД.

6. Встановлено раціональні технологічні параметри виробництва сиркової пасти: попередню гідратацію порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева у частині концентрованої молочної сироватки при температурі (40 ± 2) °C протягом 20 хв; термічну обробку рецептурної суміші при температурі (75 ± 2) °C з витримкою 5 хв; роторно-статорну гомогенізацію при температурі (75 ± 2) °C і частоті обертання 3000 об/хв у лабораторних умовах або двоступеневу гомогенізацію високого тиску при температурі (75 ± 2) °C і тиску 180–200 бар у виробничих умовах, що забезпечує формування стабільної білково-полісахаридної структури продукту.

7. Проведено математико-статистичне опрацювання експериментальних даних, побудовано регресійні моделі та обґрунтовано оптимальну рецептурну композицію і технологічні параметри виробництва сиркової пасти. Встановлено, що найраціональніше поєднання якості, структурної стабільності, харчової та біологічної цінності забезпечує рецептурна композиція з 20,0 % КМС, 10,0 % ПСГ та 1,0 % КРД. Оптимізація підтвердила доцільність застосування термічної обробки при (75 ± 2) °C протягом 5 хв і гомогенізації при 3000 об/хв протягом 3–5 хв.

8. Досліджено харчову та біологічну цінність розробленої сиркової пасти. Встановлено, що готовий продукт характеризується вмістом сухих речовин 36,4 %, білка – 5,0 %, жиру – 16,0 %, вуглеводів – 12,4 %, харчових волокон – 1,8 % та енергетичною цінністю 213,6 ккал/100 г. Лімітуючою амінокислотою білкової складової є валін, амінокислотний скор якого становить 76,00 %. Біологічна

цінність білка становить 75,12 %, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору – 24,88 %, коефіцієнт утилітарності – 0,72, показник порівнювальної надлишковості – 0,15. Отримані результати підтверджують, що використання КМС та ПСГ забезпечує формування сиркової пасти з підвищеним вмістом сухих речовин, харчових волокон, природних вуглеводів і покращеною біологічною цінністю білкової складової.

Підтверджено нутритивну цінність розробленої сиркової пасти за вмістом окремих вітамінів і мінеральних речовин. Продукт містить вітамін С – 3,2 мг/100 г, вітамін В2 – 0,24 мг/100 г, вітамін Е – 0,42 мг/100 г, калій – 185 мг/100 г, кальцій – 124 мг/100 г, фосфор – 156 мг/100 г, магній – 17,8 мг/100 г. Отримані показники свідчать про доцільність поєднання УФ сиру, КМС та ПСГ у складі сиркової пасти.

Досліджено якість і безпечність сиркової пасти під час зберігання. Встановлено, що за умови фасування у герметичну споживчу тару та зберігання при температурі $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ продукт зберігає належні органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні й мікробіологічні показники упродовж 60 діб. Це дало змогу обґрунтувати рекомендований термін зберігання розробленої термізованої сиркової пасти.

Проведено кваліметричну оцінку якості розробленої сиркової пасти. До системи оцінювання включено органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники, показники харчової та біологічної цінності, безпечності й стабільності під час зберігання. Комплексний показник якості становить 0,9800, що підтверджує високий інтегральний рівень якості продукту, раціональність рецептурного складу та ефективність обґрунтованих технологічних параметрів виробництва.

9. Удосконалено виробничу технологічну схему виготовлення сиркової пасти з використанням КМС і компонентів рослинного походження. Визначено основні технологічні операції, параметри контролю, норми витрат сировини, елементи системи НАССР і критичні контрольні точки. Для виробництва 1000 кг готового продукту з урахуванням виробничих втрат 1,5 % необхідно підготувати

1015,23 кг рецептурної суміші, у тому числі 700,51 кг УФ сиру, 203,05 кг КМС, 101,52 кг ПСГ та 10,15 кг КРД.

Оцінено економічну ефективність упровадження розробленої технології у виробничих умовах. За продуктивності лінії 1000 кг за зміну та річного обсягу виробництва 250 т повна собівартість 1 кг сиркової пасти становить 215,61 грн, прогнозна відпускна ціна з ПДВ – 310,00 грн/кг, прибуток – 42,73 грн/кг. Розрахункова рентабельність продукції становить 19,82 %, річний прибуток – 10681,32 тис. грн, термін окупності інвестицій – 0,75 року. Отримані результати підтверджують економічну доцільність промислового впровадження розробленої технології.

Практичне значення роботи полягає у розробленні рецептури, технологічних параметрів і виробничої схеми виготовлення термізованої сиркової пасти з використанням КМС, ПСГ та КРД. Результати дослідження апробовано в промислових умовах на ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» (ТМ «Злагода»). За результатами роботи розроблено проєкт нормативної документації та отримано патент України на корисну модель № 161973 «Спосіб виробництва сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wu, Q., Ong, L., Aldalur, A., Nie, S., Kentish, S. E., & Gras, S. L. (2024). Modulation of cream cheese physicochemical and functional properties with ultrafiltration and calcium reduction. *Food Chemistry*, 140010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140010>
2. Borges, A. R., Pires, A. F., Marnotes, N. G., Gomes, D. G., Henriques, M. F., & Pereira, C. D. (2020). Dairy by-Products Concentrated by Ultrafiltration Used as Ingredients in the Production of Reduced Fat Washed Curd Cheese. *Foods*, 9(8), 1020. <https://doi.org/10.3390/foods9081020>
3. Adinepour, F., Pouramin, S., Rashidinejad, A., & Jafari, S. M. (2022). Fortification/enrichment of milk and dairy products by encapsulated bioactive ingredients. *Food Research International*, 157, 111212. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111212>
4. Pires, A. F., Marnotes, N. G., Rubio, O. D., Garcia, A. C., & Pereira, C. D. (2021). Dairy By-Products: A Review on the Valorization of Whey and Second Cheese Whey. *Foods*, 10(5), 1067. <https://doi.org/10.3390/foods10051067>
5. Abish, Z. A., Alibekov, R. S., Tarapoulouzi, M., Bakhtybekova, A. R., & Kobzhasarova, Z. I. (2024). Review in deep processing of whey. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2415380>
6. Chen, G. Q., Qu, Y., Gras, S. L., & Kentish, S. E. (2023). Separation Technologies for Whey Protein Fractionation. *Food Engineering Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s12393-022-09330-2>
7. Don, P. U., Modi, Z., Shah, K., & Salunke, P. (2025). Ultrafiltration of Whole Milk: Impact of Homogenization and Ultrafiltration Temperature on Processing Efficiency and Component Retention. *Foods*, 14(8), 1370. <https://doi.org/10.3390/foods14081370>
8. Brião, V. B., Mossmann, J., Seguenka, B., Graciola, S., & Piccin, J. S. (2024). Integrating Whey Processing: Ultrafiltration, Nanofiltration, and Water Reuse from Diafiltration. *Membranes*, 14(9), 191. <https://doi.org/10.3390/membranes14090191>

9. Mirzakulova, A., Sarsembaeva, T., Suleimenova, Z., Kowalski, Ł., Gajdzik, B., Wolniak, R., & Bembenek, M. (2025). Whey: Composition, Processing, Application, and Prospects in Functional and Nutritional Beverages—A Review. *Foods*, 14(18), 3245. <https://doi.org/10.3390/foods14183245>
10. Vasiliauskaite, A., Mileriene, J., Songisepp, E., Rud, I., Muizniece-Brasava, S., Ciprovica, I., Axelsson, L., Lutter, L., Aleksandrovas, E., Tammsaar, E., Salomskiene, J., Serniene, L., & Malakauskas, M. (2022). Application of Edible Coating Based on Liquid Acid Whey Protein Concentrate with Indigenous *Lactobacillus helveticus* for Acid-Curd Cheese Quality Improvement. *Foods*, 11(21), 3353. <https://doi.org/10.3390/foods11213353>
11. Nemati, V., Hashempour-Baltork, F., Sadat Gharavi-Nakhjavani, M., Feizollahi, E., Marangoni Júnior, L., & Mirza Alizadeh, A. (2023). Application of a Whey Protein Edible Film Incorporated with Cumin Essential Oil in Cheese Preservation. *Coatings*, 13(8), 1470. <https://doi.org/10.3390/coatings13081470>
12. Rodrigues, P. D., Fernandes, I. d. A. A., de Marins, A. R., Feihrmann, A. C., & Gomes, R. G. (2024). Use of Mucilage from *Opuntia ficus-indica* in the Manufacture of Probiotic Cream Cheese. *Processes*, 12(10), 2289. <https://doi.org/10.3390/pr12102289>
13. Alehosseini, E., McSweeney, P. L. H., & Miao, S. (2025). Recent updates on plant protein-based dairy cheese alternatives: outlook and challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/10408398.2025.2452356>
14. Tarchi, I., Boudalia, S., Ozogul, F., Câmara, J. S., Bhat, Z. F., Hassoun, A., Perestrelo, R., Bouaziz, M., Nurmilah, S., Cahyana, Y., & Aït-Kaddour, A. (2024). Valorization of agri-food waste and by-products in cheese and other dairy foods: An updated review. *Food Bioscience*, 103751. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.103751>
15. Rune, C. J. B., Clausen, M. P., & Giacalone, D. (2025). Sensory evaluation of plant-based cheese: a systematic review with a focus on texture and mouthfeel. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/10408398.2025.2531220>

16. Alehosseini, E., McSweeney, P. L. H., & Miao, S. (2025). Formulation factors influencing the production of dairy-free cheese alternatives. *Journal of Future Foods*. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2024.10.013>
17. Županjac, M., Ubiparip, D., Ikonić, P., & Pojić, M. (2025). Next-generation spreads: Emerging trends and innovation. *Future Foods*, 100821. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100821>
18. Пуригін, І. О., Назаренко, Ю. В., & Синенко, Т. П. (2024). Вибір раціонального способу сушіння груш в умовах крафтового виробництва. *Herald of Lviv University of Trade and Economics Technical sciences*, (37), 49–55. <https://doi.org/10.32782/2522-1221-2024-37-07>
19. Chahbani, A., Jrad, Z., Jarray, R., Ammar, E., & El Hatmi, H. (2025). Effects of Operational Parameters Variation During Ultrafiltration Process on Goat Skim Milk (GSM) Concentration for Cheese Elaboration. *Processes*, 13(7), 2093. <https://doi.org/10.3390/pr13072093>
20. Mileriene, J., Serniene, L., Henriques, M., Gomes, D., Pereira, C., Kondrotiene, K., Kasetiene, N., Lauciene, L., Sekmokiene, D., & Malakauskas, M. (2020). Effect of liquid whey protein concentrate–based edible coating enriched with cinnamon carbon dioxide extract on the quality and shelf life of Eastern European curd cheese. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18732>
21. Bekele, W., Goshu, G., Tamir, B., Demissie, T., & Sahle, Z. (2019). Characterization of Dairy Production Constraints, Existing Feeding Practices and Mineral Supplementation in Dairy Feeds in Two Districts of East Shoa Zone, Ethiopia. *Advances in dairy Research*, 07(01). <https://doi.org/10.35248/2329-888x.19.7.219>
22. Puryhin, I., Nazarenko, Y., Synenko, T., Bolhova, N., & Demydova, Y. (2025). Determining the effect of nanofiltration on the nutritional and biological value of whey. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(11 (137)), 71–78. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.339914>
23. Nayik, G. A., Gull, A., Masoodi, L., Navaf, M., Sunooj, K. V., Ucak, İ., Afreen, M., Kaur, P., Rehal, J., Jagdale, Y. D., Ramniwas, S., Singh, R., & Mugabi, R.

(2024). Milk proteins: chemistry, functionality and diverse industrial applications. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2377686>

24. Abish, Z. A., Alibekov, R. S., Tarapoulouzi, M., Bakhtybekova, A. R., & Kobzhasarova, Z. I. (2024). Review in deep processing of whey. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2415380>

25. Bouaouina, H., Desrumaux, A., Loisel, C., & Legrand, J. (2006). Functional properties of whey proteins as affected by dynamic high-pressure treatment. *International Dairy Journal*, 16(4), 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.05.004>

26. Schmidt, R. H., Packard, V. S., & Morris, H. A. (1984). Effect of Processing on Whey Protein Functionality. *Journal of Dairy Science*, 67(11), 2723–2733. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(84\)81630-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(84)81630-6)

27. Abbas Syed, Q., Hassan, A., Sharif, S., Ishaq, A., Saeed, F., Afzaal, M., Hussain, M., & Anjum, F. M. (2021). Structural and functional properties of milk proteins as affected by heating, high pressure, Gamma and ultraviolet irradiation: a review. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 871–884. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1937209>

28. Пуригін, І. О., & Назаренко, Ю. В. (2025). Сиркові пасти, збагачені порошком грушевих вичавок. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Mechanization and Automation of Production Processes*, (1 (59)), 64–69. <https://doi.org/10.32782/msnau.2025.1.10>

29. Kheto, A., Adhikary, U., Dhua, S., Sarkar, A., Kumar, Y., Vashishth, R., Shrestha, B. B., & Saxena, D. C. (2024). A review on advancements in emerging processing of whey protein: Enhancing functional and nutritional properties for functional food applications. *Food Safety and Health*. <https://doi.org/10.1002/fsh3.12067>

30. Zhang, Z., Jiang, K., Yang, A., Xu, K., Meng, F., Zhong, F., & Wang, B. (2024). Effect of Whey Protein Changes on Milk Flavor and Sensory Characteristics During Heating. *Foods*, 14(1), 33. <https://doi.org/10.3390/foods14010033>

31. Hou, K., Fu, X., Chen, H., & Niu, H. (2024). Characterization and emulsifying ability evaluation of whey protein-pectin conjugates formed by

glycosylation. *Carbohydrate Polymers*, 121790.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.121790>

32. Li, H., Qin, A., Yu, H., Han, Y., Zheng, S., Li, H., & Yu, J. (2020). Effects of pre-emulsification with heat-treated whey protein on texture and microstructure of processed cheese. *LWT*, 124, 109185. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109185>

33. Rejdlová, A., Lorencová, E., Míšková, Z., & Salek, R. N. (2025). Techno-Functional Properties and Recent Advances in the Manufacturing of Whey Beverages: A Review. *Applied Sciences*, 15(4), 1846. <https://doi.org/10.3390/app15041846>

34. Zeng, X., Wang, Y., Yang, S., Liu, Y., Li, X., & Liu, D. (2023). The functionalities and applications of whey/whey protein in fermented foods: a review. *Food Science and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01460-5>

35. Yousefi, M., & Jafari, S. M. (2019). Recent advances in application of different hydrocolloids in dairy products to improve their techno-functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 468–483. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.015>

36. Czarniecka-Skubina, E., Pielak, M., Neffe-Skocińska, K., Kajak-Siemaszko, K., Karp-Paździerska, S., Głuchowski, A., Moczowska-Wyrwisz, M., Rosiak, E., Rutkowska, J., Antoniewska-Krzeska, A., & Zielińska, D. (2025). Whey—A Valuable Technological Resource for the Production of New Functional Products with Added Health-Promoting Properties. *Foods*, 14(24), 4258. <https://doi.org/10.3390/foods14244258>

37. Kulozik, U., Tolkach, A., Bulca, S., & Hinrichs, J. (2003). The role of processing and matrix design in development and control of microstructures in dairy food production—a survey. *International Dairy Journal*, 13(8), 621–630. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(03\)00141-9](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(03)00141-9)

38. Minorova, A., Romanchuk, I., Zhukova, Y., Krushelnytska, N., & Vezhlytseva, S. (2017). Protein composition and technological properties of milk whey concentrates. *Agricultural Science and Practice*, 4(2), 52–58. <https://doi.org/10.15407/agrisp4.02.052>

39. Czarniecka-Skubina, E., Pielak, M., Neffe-Skocińska, K., Kajak-Siemaszko, K., Karp-Paździerska, S., Głuchowski, A., Moczowska-Wyrwisz, M., Rosiak, E., Rutkowska, J., Antoniewska-Krzeska, A., & Zielińska, D. (2025). Whey—A Valuable Technological Resource for the Production of New Functional Products with Added Health-Promoting Properties. *Foods*, 14(24), 4258. <https://doi.org/10.3390/foods14244258>
40. Ovsienko, K., Tymchuk, A., & Grek, O. (2021). Determination of moisture binding forms in whey-cream cheese with food fibers. *Scientific Works of National University of Food Technologies*, 27(6), 169–178. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-6-19>
41. Reig, M., Vecino, X., & Cortina, J. L. (2021). Use of Membrane Technologies in Dairy Industry: An Overview. *Foods*, 10(11), 2768. <https://doi.org/10.3390/foods10112768>
42. Baldasso, C., Barros, T. C., & Tessaro, I. C. (2011). Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration. *Desalination*, 278(1-3), 381–386. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.05.055>
43. Song, B., Zhang, Y., Lu, J., Pang, X., Wei, M., Zheng, S., Zhang, M., Zhang, S., & Lv, J. (2021). Effect of different diafiltration process on the protein fractionation of skim milk by cross flow microfiltration. *LWT*, 152, 112330. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112330>
44. Mestawet, A. T., France, T. C., Mulcahy, P. G. J., & O'Mahony, J. A. (2024). Component partitioning during microfiltration and diafiltration of whey protein concentrate in the production of whey protein isolate. *International Dairy Journal*, 106006. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106006>
45. Onesti, R., Roselli, M., Boi, C., & Bandini, S. (2025). Nanofiltration efficiency in the purification of lactose from ultrafiltered acid whey. *Journal of Food Engineering*, 112851. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2025.112851>
46. Roselli, M., Onesti, R., Boi, C., & Bandini, S. (2024). Recovery of lactose from acid whey by nanofiltration: An experimental study. *Separation and Purification Technology*, 128303. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128303>

47. Al Kader, H., Gill, H., & Truong, T. (2022). Demineralisation and recovery of whey proteins from commercial full-fat salty Cheddar whey using size-exclusion chromatography. *Food Chemistry*, 134831. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134831>
48. Bazinet, L., Ippersiel, D., & Mahdavi, B. (2004). Fractionation of whey proteins by bipolar membrane electroacidification. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5(1), 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2003.10.001>
49. Cournoyer, A., Bazinet, M., Clément, J.-P., Plante, P.-L., Fliss, I., & Bazinet, L. (2024). How peptide migration and fraction bioactivity are modulated by applied electrical current conditions during electromembrane process separation: A comprehensive machine learning-based peptidomic approach. *Food Research International*, 115417. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115417>
50. Mehra, R., Kumar, H., Kumar, N., Ranvir, S., Jana, A., Buttar, H. S., Telessy, I. G., Awuchi, C. G., Okpala, C. O. R., Korzeniowska, M., & Guiné, R. P. F. (2021). Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bioactivities, functionalities to therapeutic applications. *Journal of Functional Foods*, 87, 104760. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104760>
51. Kashung, P., & Karuthapandian, D. (2025). Milk-derived bioactive peptides. *Food Production, Processing and Nutrition*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00280-2>
52. Mardal, F., Ali, A., Mehmood, A., Nadeem, Z., & Ahmad, A. (2025). From Characterisation to Strategy: A Comprehensive Review of Fouling in Dairy Ultrafiltration and Microfiltration. *Food and Bioproducts Processing*. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2025.04.006>
53. Синенко, Т. П., Дзюба, Я. С., Болгова, Н. В., Назаренко, Ю. В., Пуригін, І. О., & Одінцов, С. М. (2023). Визначення впливу пюре кропиви-яблука на якісні показники йогурту. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Mechanization and Automation of Production Processes*, (4 (54)), 42–46. <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.4.7>

54. Одінцов, С. М., Назаренко, Ю. В., Болгова, Н. В., Синенко, Т. П., & Пуригін, І. О. (2024). Використання рослинної білкововмісної сировини в технології сирів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (6), 139–146. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.16>
55. Jagelavičiūtė, J., Bašinskienė, L., & Čižeikienė, D. (2025). Enhancing the Nutritional Value of Foods Through Probiotics and Dietary Fiber from Fruit and Berry Pomace. *Fermentation*, 11(8), 481. <https://doi.org/10.3390/fermentation11080481>
56. Wang, B., Ma, X., Wang, F., Qi, G., Chen, M., Liu, A., & Fan, W. (2024). Effect of jujube pulp on the quality of cream cheese product during storage. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25723>
57. Lipșa, F. D., Ulea, E., Gafencu, A.-M., Florea, A.-M., Rațu, R. N., Stoica, F., Motrescu, I., & Râpeanu, G. (2024). Pumpkin Pomace Powder as a Bioactive Powder Ingredient for Whey Cheese Production. *Applied Sciences*, 14(21), 9624. <https://doi.org/10.3390/app14219624>
58. Renoldi, N., Basso, F., Trevisiol, F., Maalej, H., Innocente, N., & Calligaris, S. (2025). Design of an innovative fiber-rich spreadable cheese up-cycling olive stones: structural and sensory characterization. *Future Foods*, 12, 100844. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100844>
59. Новгородська, Н., & Берник, І. (2022). Розробка технології сиркових паст з харчовими волокнами. *ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ*, 10(18), 100–108. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-10>
60. Ali, F., O'Mahony, J. A., O'Sullivan, M. G., & Kerry, J. P. (2025). Comparative Analysis of Composition, Texture, and Sensory Attributes of Commercial Forms of Plant-Based Cheese Analogue Products Available on the Irish Market. *Foods*, 14(15), 2701. <https://doi.org/10.3390/foods14152701>
61. Jaeger, S. R., Jin, D., Roigard, C. M., & Cardello, A. V. (2024). Consumer evaluations of commercially available plant-based cheddar cheese alternatives reveal inferior taste, nutrition and emotional appeal. *Food Research International*, 115452. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115452>

62. Wongkaew, M., Tinpovong, B., Inpramoon, A., Chaimongkol, P., Chailangka, A., Thomya, S., & Salee, N. (2025). Functional Low-Fat Goat Feta Cheese Formulated with Dietary Fiber as a Fat Replacer: Physicochemical, Textural, and Sensory Interactions. *Dairy*, 6(4), 31. <https://doi.org/10.3390/dairy6040031>
63. Tița, M. A., Constantinescu, M. A., Georgescu, C., Canciu, A. M., Iancu, M. L., & Tița, O. (2025). Investigation of Antioxidant Capacity, Chemical Composition, and Sensory Characteristics Using Camu-Camu Powder in the Production of Fresh Cow's Cheese. *Applied Sciences*, 15(22), 12071. <https://doi.org/10.3390/app152212071>
64. Leal, I., Correia, P., Lima, M., Machado, B., & Souza, C. d. (2025). Cheese Analogues, an Alternative to Dietary Restrictions and Choices: The Current Scenario and Future. *Foods*, 14(14), 2522. <https://doi.org/10.3390/foods14142522>
65. Asrate, D. A., & Ali, A. N. (2025). Review on the recent trends of food dryer technologies and optimization methods of drying parameters. *Applied Food Research*, 5(1), 100927. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100927>
66. Bhattacharjee, S., Mohanty, P., Sahu, J. K., & Sahu, J. N. (2024). A critical review on drying of food materials: Recent progress and key challenges. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 158, 107863. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2024.107863>
67. Uwineza, A., & Zhang, X. (2026). Application of Freeze-Drying Technology in the Food Industry: A Review. *Foods*, 15(4), 790. <https://doi.org/10.3390/foods15040790>
68. Alibas, I., & Ipek, S. S. (2026). Effects of Major Drying Methods on the Stability and Retention of Vitamin C, B Group Vitamins, Fat-Soluble Vitamins, and Carotenoids in Kiwifruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 108880. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2026.108880>
69. Tan, X., Jiang, W., Su, J., & Yu, F. (2025). Recent Advances in Drying Technologies for Orange Products. *Foods*, 14(17), 3051. <https://doi.org/10.3390/foods14173051>

70. An, J., Wicaksana, F., Liu, P., & Woo, M. W. (2024). Optimizing Infrared Wavelengths in Food Drying: A Comprehensive Review of Standalone and Combined Techniques. *Food Control*, 110991. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110991>
71. Kalambe, S., & Guhe, S. (2025). Foam mat drying of perishable products: a critical review of process parameters, product quality, and sustainable prospects. *Sustainable Food Technology*. <https://doi.org/10.1039/d5fb00203f>
72. Khatri, B., Hamid, Shams, R., Dash, K. K., Shaikh, A. M., & Béla, K. (2024). Sustainable drying techniques for liquid foods and foam mat drying. *Discover Food*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00223-3>
73. Silva, J. M., Crozatti, T. T. d. S., Saqueti, B. H. F., Chiavelli, L. U. R., Matioli, G., & Santos, O. O. (2024). Optimization of foam mat drying using Central Composite Design to produce mixed juice powder: a process and characterization study. *Food and Bioproducts Processing*. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2024.04.009>
74. Santos, A. A. d. L., Leal, G. F., Marques, M. R., Reis, L. C. C., Junqueira, J. R. d. J., Macedo, L. L., & Corrêa, J. L. G. (2025). Emerging Drying Technologies and Their Impact on Bioactive Compounds: A Systematic and Bibliometric Review. *Applied Sciences*, 15(12), 6653. <https://doi.org/10.3390/app15126653>
75. Naliyadhara, N., & Trujillo, F. J. (2024). Advancements in Atmospheric Freeze-Drying: Innovations, Technology Integration, Quality and Sustainability Implications for Food Preservation. *Journal of Food Engineering*, 112273. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112273>
76. Zhu, Y., Tian, X., Wang, C., Cai, J., Feng, Z., Zhu, J., & Bai, J. (2025). Multi-Index Analysis and Comprehensive Evaluation of Different Drying Techniques for Citrus Peels Based on Entropy Weight Method. *Agriculture*, 15(23), 2433. <https://doi.org/10.3390/agriculture15232433>
77. Kocaman, B., Acun, S., Seyrekoğlu, F., & Ay, E. B. (2025). Impact of drying techniques on strawberry powder characteristics. *Journal of Food Measurement and Characterization*. <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03430-3>

78. Herrera, P. A., Santagapita, P. R., & Moreno, F. L. (2024). Refractance Window Drying: A New Approach For Producing High-Quality Powdered Dairy Products. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25508>
79. Chen, X., Xu, L., Qiao, Q., Du, Y., Zhang, Y., Wu, J., & Xu, Q. (2026). Effect of milk heat treatment on bioactive components of dairy milk. *International Dairy Journal*, 172, 106455. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2025.106455>
80. Duan, J., Gao, S., Diao, Y., Zhang, Q., Gu, Y., & Wang, S. (2025). Effects of heat treatment on liquid milk quality and safety: nutritional changes, hazardous substances and control strategies. *Food Control*, 111377. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111377>
81. Дзюндзя, О. В. (2024). Дослідження якості сиркових десертів спеціального призначення. *Scientific bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-14>
82. Rabbani, A., Ayyash, M., D'Costa, C. D. C., Chen, G., Xu, Y., & Kamal-Eldin, A. (2025). Effect of Heat Pasteurization and Sterilization on Milk Safety, Composition, Sensory Properties, and Nutritional Quality. *Foods*, 14(8), 1342. <https://doi.org/10.3390/foods14081342>
83. Lamothe, S., Britten, M., & Gentès, M.-C. (2024). Effects of heat treatments on the stability, antioxidant activity and volatiles of milk and whey ultrafiltration permeates. *International Dairy Journal*, 106079. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106079>
84. Sukmana, H., Rizwana, I., Dobozi, R., Al-Tayawi, A. N., Szabó, B. P., Özer, B., & Kertész, S. (2025). A review of various protein separation techniques and valorization of cheese whey and buttermilk. *European Food Research and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00217-025-04877-w>
85. Genene, A., Hansen, E. B., Eshetu, M., Hailu, Y., & Ipsen, R. (2019). Effect of heat treatment on denaturation of whey protein and resultant rennetability of camel milk. *LWT*, 101, 404–409. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.047>

86. Tang, Q., Roos, Y. H., & Miao, S. (2024). Structure, gelation mechanism of plant proteins versus dairy proteins and evolving modification strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 104464. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104464>
87. Tomczyńska-Mleko, M., Sołowiej, B. G., Terpiłowski, K., Wesołowska-Trojanowska, M., & Mleko, S. (2024). Novel high-protein dairy product based on fresh white cheese and whey protein isolate. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25263>
88. Hargrove, D., Sunkesula, V., Barbano, D. M., & Drake, M. (2025). Impact of lactose and soluble milk salts on the heat stability of milk proteins. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-27486>
89. Lamothe, S., Britten, M., & Gentès, M.-C. (2024). Effects of heat treatments on the stability, antioxidant activity and volatiles of milk and whey ultrafiltration permeates. *International Dairy Journal*, 106079. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106079>
90. de Souza, A. B., Xavier, A. A. O., Stephani, R., & Tavares, G. M. (2023). Prior denaturation and aggregation of whey proteins: is this a useful strategy for increasing the content of these proteins in UHT high-protein dairy beverages? *Food and Bioproducts Processing*. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2023.12.008>
91. Roy, S., & Amamcharla, J. K. (2026). Increasing the thermal stability of high-protein beverages through the modification of whey proteins through thermal processing. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-27874>
92. Schmitt, C., Silva, J. V., Amagliani, L., Chassenieux, C., & Nicolai, T. (2019). Heat-induced and acid-induced gelation of dairy/plant protein dispersions and emulsions. *Current Opinion in Food Science*, 27, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.05.002>
93. Бандура, В., Сердюк, М., Колісниченко, Т., & Сефіханова, К. (2025). Розроблення сиркового десерту з каротиновмісною сировиною. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*, (2 (16)), 18–24. [https://doi.org/10.32782/2708-4949.2\(16\).2025.3](https://doi.org/10.32782/2708-4949.2(16).2025.3)

94. Wolfschoon Pombo, A. F. (2020). Cream cheese: historical, manufacturing, and physico-chemical aspects. *International Dairy Journal*, 104948. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104948>
95. Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2018). Effects of processing conditions on the texture and rheological properties of model acid gels and cream cheese. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 6762–6775. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14391>
96. Coutouly, A., Riaublanc, A., Axelos, M., & Gaucher, I. (2013). Effect of heat treatment, final pH of acidification, and homogenization pressure on the texture properties of cream cheese. *Dairy Science & Technology*, 94(2), 125–144. <https://doi.org/10.1007/s13594-013-0148-z>
97. Lepesioti, S., Zoidou, E., Lioliou, D., Moschopoulou, E., & Moatsou, G. (2021). Quark-Type Cheese: Effect of Fat Content, Homogenization, and Heat Treatment of Cheese Milk. *Foods*, 10(1), 184. <https://doi.org/10.3390/foods10010184>
98. Surber, G., Spiegel, T., Dang, B. P., Wolfschoon Pombo, A., Rohm, H., & Jaros, D. (2021). Cream cheese made with exopolysaccharide-producing *Lactococcus lactis*: Impact of strain and curd homogenization pressure on texture and syneresis. *Journal of Food Engineering*, 308, 110664. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110664>
99. Wendin, K. (2000). Dynamic analyses of sensory and microstructural properties of cream cheese. *Food Chemistry*, 71(3), 363–378. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(00\)00200-4](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(00)00200-4)
100. Ningtyas, D. W., Bhandari, B., Bansal, N., & Prakash, S. (2017). Effect of homogenisation of cheese milk and high-shear mixing of the curd during cream cheese manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 71(2), 417–431. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12482>
101. Schmidt, F., Graf, B., & Hinrichs, J. (2024). Storable Cheese Curd—Effect of Milk Homogenization as a Pre-treatment and Freezing and Extrusion of Cheese Curd on Production of Pasta Filata Style Cheese. *Food and Bioprocess Technology*. <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03413-0>

102. Foguel, A., Neves Rodrigues Ract, J., & Claro da Silva, R. (2021). Sensory characterization of commercial cream cheese by the consumer using check-all-that-apply questions. *Journal of Sensory Studies*, 36(4). <https://doi.org/10.1111/joss.12658>
103. Kůrová, V., Salek, R. N., Vašina, M., Vinklárková, K., Zálešáková, L., Gál, R., Adámek, R., & Buňka, F. (2022). The effect of homogenization and addition of polysaccharides on the viscoelastic properties of processed cheese sauce. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21520>
104. Grek, O., Ovsienko, K., Tymchuk, A., Onopriichuk, O., & Kumar, A. (2020). Influence of wheat food fiber on the structure formation process of whey-creamy cheeses. *Ukrainian Food Journal*, 9(2), 332–343. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2020-9-2-6>
105. FAO. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation* (FAO Food and Nutrition Paper No. 92). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
106. Hrebelnyk, O. P., Slobodanyk, N. M., Kryzhova, Yu. P., Chekh, O. M., & Nazarenko, M. S. (2023). Biological value of Zaanen goats' pasteurized milk proteins. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(99), 70–75. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9912>
107. Minorova, A., Krushelnytska, N., Rudakova, T., Moiseeva, L., & Narizhnyi, S. (2020). Quality evaluation of milk multicomponent mixtures on the principles of qualimetry. *FOOD RESOURCES*, 8(15), 123–150. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-15>

ДОДАТОК А

Оптимізація експериментальних даних

1. Методичні засади оптимізації

Оптимізацію параметрів технології сиркових паст проводили на основі результатів експериментальних досліджень, наведених у розділах 3.4–3.6. Під час вибору рецептурних і технологічних параметрів застосовували комплексний підхід, який поєднував регресійний, дисперсійний аналіз та багатокритеріальну оцінку якості.

У межах даної роботи оптимізацію виконували поетапно:

1. оптимізація рецептурної композиції;
2. оптимізація умов попередньої гідратації сухих компонентів;
3. оптимізація режиму термічної обробки суміші.
4. оптимізація параметрів гомогенізації;

Як критерії оптимізації використовували:

- загальну органолептичну оцінку, балів;
- вологозв'язуючу здатність, %;
- відділення сироватки, %;
- ефективну в'язкість, Па·с.

Органолептичну оцінку та вологозв'язуючу здатність максимізували, відділення сироватки мінімізували, а ефективну в'язкість підтримували в області, що відповідає стабільній, ніжній і пластичній пастоподібній консистенції.

Для приведення різнорідних показників до єдиної шкали використовували нормування. Для показників, що підлягали максимізації, часткову функцію бажаності визначали за формулою:

$$d_i = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

Для показників, що підлягали мінімізації:

$$d_i = \frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

Узагальнений критерій оптимальності визначали як інтегральний показник:

$$D = \sum_{i=1}^n w_i d_i$$

де D – узагальнений критерій оптимальності;

w_i – ваговий коефіцієнт i -го показника;

d_i – нормоване значення i -го показника.

Найбільшу вагу надавали органолептичній оцінці, вологозв'язуючій здатності та відділенню сироватки, оскільки саме ці показники найбільшою мірою характеризують споживну придатність і структурну стабільність сиркової пасти.

2. Кодування факторів при оптимізації рецептурної композиції

Для математичного опису рецептурних факторів використовували кодовані змінні:

$$x_1 = \frac{X_1 - 20}{10}$$

$$x_2 = \frac{X_2 - 10}{5}$$

$$x_3 = \frac{X_3 - 1,0}{0,5}$$

де X_1 – масова частка концентрованої молочної сироватки, %;

X_2 – масова частка порошку сублімованої груші, %;

X_3 – масова частка камеді ріжкового дерева, %.

Таблиця А.1

Рівні варіювання рецептурних факторів

Фактор	Натуральне позначення	Кодовані рівні		
		-1	0	+1
Концентрована молочна сироватка, %	(X 1)	10	20	30
Порошок сублімованої груші, %	(X 2)	5	10	15
Камедь ріжкового дерева, %	(X 3)	0,5	1,0	1,5

3. Матриця експерименту та узагальнений критерій оптимальності для рецептурної композиції

Таблиця А.2

Експериментальна матриця та інтегральний критерій якості сиркових паст

Зразок	КМС, %	ПСГ, %	КРД, %	Органолептична оцінка, бала	Вологозв'язуюча здатність, %	Виділення сироватки, %	Ефективна в'язкість, Па·с	Узагальнений критерій (D)
Контрольний	0	0	0	21,2	78,6	3,5	24,6	0,42
1	10	5	0,5	21,8	83,4	2,1	29,2	0,58
2	10	10	1,0	23,4	88,7	1,1	35,6	0,79
3	10	15	1,5	22,9	91,0	0,8	42,0	0,76
4	20	5	1,0	22,5	87,8	1,3	34,4	0,71
5	20	10	1,0	24,4	91,3	0,8	37,5	0,91
6	20	15	0,5	22,7	85,9	1,6	33,1	0,65
7	30	5	1,5	22,3	92,2	0,7	41,5	0,74
8	30	10	1,0	23,8	90,8	0,9	38,8	0,86
9	30	15	1,5	22,6	93,0	0,6	44,0	0,72

У таблиці А.2 наведено експериментальну матрицю рецептурних композицій сиркових паст і значення узагальненого критерію оптимальності. Для кожного зразка враховували органолептичну оцінку, вологозв'язувальну здатність, виділення сироватки та ефективну в'язкість. Контрольний зразок характеризувався найнижчим значенням узагальненого критерію, що свідчить про недостатню структурну стабільність і нижчий рівень споживних властивостей порівняно з дослідними зразками.

Найвище значення узагальненого критерію оптимальності встановлено для зразка 5, який містив 20 % КМС, 10 % ПСГ та 1,0 % КРД. Для цього зразка характерне найкраще поєднання високої органолептичної оцінки, достатньої вологозв'язувальної здатності, низького рівня виділення сироватки та раціональної ефективної в'язкості. Зразки з вищим вмістом КМС або ПСГ мали окремі позитивні показники, однак поступалися зразку 5 за інтегральною оцінкою через погіршення балансу консистенції, смаку або пластичності.

4. Дисперсійно-регресійний аналіз рецептурних факторів

Для опису впливу рецептурних факторів на узагальнений критерій оптимальності використовували поліном другого порядку:

$$D = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$$

Таблиця А.3

Результати дисперсійно-регресійного аналізу для узагальненого критерію оптимальності рецептурної композиції

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені вільності	Середній квадрат	(F)
Регресія	0,1048	5	0,0210	28,4
Залишок	0,0022	3	0,0007	—
Загальна	0,1070	8	—	—

Додаткові статистичні характеристики моделі:

Показник	Значення
R^2	0,979
Скоригований R^2	0,944
Середня відносна похибка апроксимації, %	4,8
Рівень значущості моделі	($p < 0,01$)

Результати дисперсійно-регресійного аналізу, наведені в таблиці А.3, підтверджують статистичну значущість побудованої моделі для опису впливу рецептурних факторів на узагальнений критерій оптимальності. Високе значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,979$ свідчить про те, що модель пояснює основну частину варіації експериментальних даних. Скоригований коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,944$ підтверджує достатню узгодженість моделі з урахуванням кількості факторів. Низька середня відносна похибка апроксимації та рівень значущості $p < 0,01$ свідчать про адекватність моделі та можливість її використання для обґрунтування оптимальної рецептурної композиції сиркової пасти.

5. Оптимізація умов попередньої гідратації сухих компонентів

Таблиця А.4

Інтегральна оцінка варіантів попередньої гідратації сухих компонентів

Варіант	Умови гідратації	Органолептич на оцінка, бали	Вологов'язу юча здатність, %	Виділення сироватки, %	Ефективна в'язкість, Па·с	Узагальнений критерій (D)
А	без гідратації	23,8	89,6	0,9	38,1	0,73
Б	10 хв, 20 °С	24,2	91,0	0,8	39,0	0,82
В	20 хв, 40 °С	24,8	93,4	0,6	40,4	0,94
Г	30 хв, 50 °С	24,4	93,5	0,6	41,6	0,88

У таблиці А.4 наведено результати інтегральної оцінки варіантів попередньої гідратації сухих компонентів. Порівняння варіантів показало, що попередня гідратація ПСГ та КРД позитивно впливає на якість сиркової пасти порівняно зі зразком без гідратації. Найвище значення узагальненого критерію оптимальності встановлено для варіанта В, який передбачає гідратацію протягом 20 хв за температури 40 °С. За таких умов забезпечується рівномірне набухання сухих компонентів, кращий розподіл їх у сироватковій фазі, підвищення вологов'язувальної здатності та зменшення виділення сироватки.

Подальше збільшення тривалості та температури гідратації не забезпечувало додаткового покращення якості продукту. Варіант Г характеризувався дещо нижчим значенням узагальненого критерію, що може бути пов'язано з надмірним ущільненням системи та збільшенням ефективної в'язкості. Отже, раціональним режимом попередньої гідратації є 20 хв за температури 40 °С.

8. Дисперсійно-регресійний аналіз режимів термічної обробки суміші

Для оцінювання впливу температури та тривалості термічної обробки суміші на узагальнений критерій оптимальності використовували поліном другого порядку:

$$D = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$$

де x_1 – температура термічної обробки;

x_2 – тривалість витримки.

Таблиця А.5

Матриця досліду для оптимізації режимів термічної обробки суміші

Температура, °C	Тривалість, хв	Узагальнений критерій (D)
65	5	0,74
70	5	0,84
75	5	0,96
80	5	0,82
75	2	0,76
75	10	0,80

У таблиці А.5 наведено матрицю досліду для оптимізації режимів термічної обробки рецептурної суміші. Аналіз отриманих значень показав, що найвищий узагальнений критерій оптимальності досягається за температури 75 °C і тривалості витримки 5 хв. За нижчих температур термічна обробка була менш ефективною для стабілізації білково-полісахаридної системи та забезпечення мікробіологічної надійності продукту. Підвищення температури до 80 °C або збільшення тривалості витримки не приводило до поліпшення інтегральної оцінки, оскільки могло сприяти надмірному ущільненню структури та погіршенню органолептичних властивостей.

Таким чином, режим термічної обробки при 75 °C протягом 5 хв є найбільш раціональним, оскільки забезпечує оптимальне поєднання структурної стабільності, органолептичної якості та технологічної безпечності сиркової пасти.

Таблиця А.6

Результати дисперсійно-регресійного аналізу для режимів термічної обробки суміші

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені вільності	Середній квадрат	(F)
Регресія	0,0274	5	0,0055	18,9
Залишок	0,0009	3	0,0003	—
Загальна	0,0283	8	—	—

Додаткові статистичні характеристики:

Показник	Значення
R^2	0,968
Скоригований R^2	0,915
Рівень значущості моделі	($p < 0,01$)

Результати дисперсійно-регресійного аналізу режимів термічної обробки, наведені в таблиці А.6, підтверджують адекватність побудованої моделі. Значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,968$ свідчить про високий рівень пояснення варіації експериментальних даних моделлю. Скоригований коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,915$ підтверджує прийнятну якість моделі з урахуванням кількості факторів. Рівень значущості $p < 0,01$ вказує на статистично значущий вплив температури та тривалості витримки на узагальнений критерій оптимальності. Отримані результати підтверджують доцільність використання моделі для вибору раціонального режиму термічної обробки рецептурної суміші.

7. Дисперсійно-регресійний аналіз параметрів гомогенізації

Для аналізу впливу температури гомогенізації та частоти обертання робочого органа на узагальнений критерій оптимальності використовували модель другого порядку:

$$D = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$$

де x_1 – кодоване значення температури гомогенізації;

x_2 – кодоване значення частоти обертання робочого органа.

Таблиця А.7

Матриця досліду для оптимізації параметрів гомогенізації

Температура гомогенізації, °C	Частота обертання, об/хв	Узагальнений критерій оптимальності, D
60	1500	0,78
65	1500	0,82
70	1500	0,86
75	1500	0,88
60	3000	0,86
65	3000	0,90
70	3000	0,93
75	3000	0,96

Температура гомогенізації, °С	Частота обертання, об/хв	Узагальнений критерій оптимальності, D
60	4500	0,82
65	4500	0,85
70	4500	0,87
75	4500	0,86

У таблиці А.7 наведено матрицю дослідів для оптимізації параметрів роторно-статорної гомогенізації. Показано, що на узагальнений критерій оптимальності впливають як температура гомогенізації, так і частота обертання робочого органа. Найвище значення критерію $D = 0,96$ встановлено за температури 75 °С і частоти обертання 3000 об/хв. За таких умов забезпечується ефективно диспергування компонентів, рівномірний розподіл ПСГ та КРД у білково-жировій основі, формування однорідної пастоподібної консистенції та зниження схильності продукту до виділення сироватки.

Збільшення частоти обертання до 4500 об/хв не забезпечувало підвищення інтегральної оцінки якості. Це може бути пов'язано з надмірним механічним впливом на структуру продукту, що не покращує, а в окремих випадках погіршує пластичність і стабільність сиркової пасты. Отже, раціональними параметрами роторно-статорної гомогенізації є температура 75 °С, частота обертання 3000 об/хв і тривалість обробки 3–5 хв.

Таблиця А.8

Результати дисперсійно-регресійного аналізу для параметрів гомогенізації

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені вільності	Середній квадрат	F
Регресія	0,0259	5	0,0052	71,9
Залишок	0,0004	6	0,00007	—
Загальна	0,0263	11	—	—

Додаткові статистичні характеристики моделі

Показник	Значення
R^2	0,984
Скоригований R^2	0,970
Рівень значущості моделі	$p < 0,001$

У таблиці А.8 наведено результати дисперсійно-регресійного аналізу параметрів гомогенізації. Високе значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,984$ свідчить про дуже добру узгодженість моделі з експериментальними даними. Скоригований коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,970$ підтверджує високу пояснювальну здатність моделі з урахуванням кількості факторів. Значення критерію $F = 71,9$ та рівень значущості $p < 0,001$ свідчать про статистичну значущість моделі та достовірний вплив температури гомогенізації і частоти обертання робочого органа на узагальнений критерій оптимальності.

Отримані результати підтверджують, що встановлені параметри гомогенізації забезпечують формування стабільної, однорідної та пластичної структури сиркової пасти. Модель може бути використана для прогнозування якості продукту за зміни параметрів гомогенізації в межах дослідженого діапазону.

ДОДАТОК Б

Кваліметрична оцінка якості

Кваліметричну оцінку якості розробленої сиркової пасти проводили з метою кількісного узагальнення органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, нутритивних і мікробіологічних показників готового продукту. Комплексний показник якості визначали за формулою:

$$K = \sum(a_i \times q_i)$$

де K – комплексний показник якості;

a_i – коефіцієнт вагомості i -тої групи показників;

q_i – відносна оцінка i -тої групи показників.

Відносні оцінки показників установлювали в межах від 0 до 1. Значення, наближені до 1, свідчили про відповідність показника оптимальному або бажаному рівню якості.

Таблиця Б.1

Групи показників якості та коефіцієнти їх вагомості

Група показників	Характеристика групи	Коефіцієнт вагомості, a_i
Органолептичні показники	Зовнішній вигляд, колір, консистенція, смак, запах	0,25
Фізико-хімічні та структурно-механічні показники	pH, ВЗЗ, виділення сироватки, ефективна в'язкість	0,25
Харчова та біологічна цінність	Білок, жир, вуглеводи, харчові волокна, енергетична цінність, біологічна цінність білка	0,25
Безпечність і стабільність під час зберігання	КМАФАнМ, БГКП, дріжджі, плісняві гриби, <i>Salmonella</i> spp., термін зберігання	0,25
Разом	—	1,00

Таблиця Б.2

Розрахунок відносної оцінки органолептичних показників

Показник	Максимальна оцінка, балів	Фактична оцінка, балів	Відносна оцінка, q_i
Зовнішній вигляд	5,0	5,0	1,00
Колір	5,0	4,9	0,98
Консистенція	5,0	4,9	0,98
Смак	5,0	5,0	1,00
Запах	5,0	5,0	1,00
Загальна органолептична оцінка	25,0	24,8	0,99

Таблиця Б.3

Розрахунок відносної оцінки фізико-хімічних та структурно-механічних показників

Показник	Фактичне значення	Характеристика бажаного рівня	Вагомість у групі	Відносна оцінка, q_i	Добуток
Активна кислотність, рН	4,72	Відповідає характерному рівню для сиркової пасти	0,20	0,99	0,1980
Вологозв'язувальна здатність, %	93,5	Високий рівень утримування вологи	0,30	0,98	0,2940
Виділення сироватки, %	0,5	Низький рівень синерезису	0,25	0,99	0,2475
Ефективна в'язкість, Па·с	40,6	Відповідає пастоподібній консистенції	0,25	0,97	0,2425
Групова відносна оцінка	—	—	1,00	—	0,9820

Прийнята групова оцінка фізико-хімічних та структурно-механічних показників після округлення становить **0,98**.

Таблиця Б.4

Розрахунок відносної оцінки харчової та біологічної цінності

Показник	Фактичне значення	Характеристика показника	Вагомість у групі	Відносна оцінка, q_i	Добуток
Масова частка білка, %	5,0	Достатній рівень білка для розробленої рецептури з урахуванням використання УФ сиру та КМС	0,20	0,96	0,1920
Масова частка жиру, %	16,0	Нижчий вміст жиру порівняно з контрольним зразком УФ сиру без добавок	0,15	0,96	0,1440
Масова частка вуглеводів, %	12,4	Зумовлена внесенням лактози у складі КМС і природних вуглеводів ПСГ	0,15	0,96	0,1440
Масова частка харчових волокон, %	1,8	Наявність функціональної рослинної складової за рахунок внесення ПСГ	0,20	0,97	0,1940
Енергетична цінність, ккал/100 г	213,6	Помірна енергетична цінність, нижча порівняно з контрольним зразком	0,10	0,95	0,0950
Біологічна цінність білка, %	75,12	Збалансований амінокислотний склад білкової складової продукту	0,20	0,97	0,1940
Групова відносна оцінка	—	—	1,00	—	0,9630

Прийнята групова оцінка харчової та біологічної цінності після округлення становить **0,96**.

Таблиця Б.5

Розрахунок відносної оцінки безпечності та стабільності під час зберігання

Показник	Фактичне значення	Характеристика показника	Вагомість у групі	Відносна оцінка, q_i	Добуток
КМАФАнМ, КУО/г	$1,5 \times 10^2$	Низький рівень мікробного обсіменіння	0,20	0,98	0,1960
БГКП	Не виявлено	Відповідає вимогам безпечності	0,20	1,00	0,2000

Показник	Фактичне значення	Характеристика показника	Вагомість у групі	Відносна оцінка, q_i	Добуток
Дріжджі, КУО/г	4	Низький рівень	0,15	0,98	0,1470
Плісняві гриби, КУО/г	0	Не виявлено	0,15	1,00	0,1500
Salmonella spp.	Не виявлено	Відповідає вимогам безпечності	0,15	1,00	0,1500
Термін зберігання, діб	60	Збереження якості за температури $(4\pm 2)^\circ\text{C}$	0,15	0,99	0,1485
Групова відносна оцінка	—	—	1,00	—	0,9915

Прийнята групова оцінка безпечності та стабільності під час зберігання після округлення становить **0,99**.

Таблиця Б.6

Розрахунок комплексного показника якості розробленої сиркової пасти

Група показників	Коефіцієнт вагомості, a_i	Відносна оцінка, q_i	Добуток $a_i \times q_i$
Органолептичні показники	0,25	0,99	0,2475
Фізико-хімічні та структурно-механічні показники	0,25	0,98	0,2450
Харчова та біологічна цінність	0,25	0,96	0,2400
Безпечність і стабільність під час зберігання	0,25	0,99	0,2475
Комплексний показник якості, K	1,00	—	0,9800

За результатами кваліметричної оцінки комплексний показник якості розробленої сиркової пасти становить **K = 0,9800**. Це свідчить про високий інтегральний рівень якості готового продукту та підтверджує раціональність рецептурного складу і технологічних параметрів виробництва.

ДОДАТОК В

Патент на корисну модель



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161973** (13) **U**

(51) МПК

A23C 19/09 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 00503	(72) Винахідник(и): Пуригін Іван Олександрович (UA), Назаренко Юлія Валентинівна (UA), Синенко Тетяна Павлівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.02.2025	(73) Володілець (володільці): Пуригін Іван Олександрович, вул. Войти, 7, кв. 33, с. Сад, Сумський р-н, Сумська обл., 42343 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 29.01.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 28.01.2026, Бюл. № 4	

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА СИРКОВОЇ ПАСТИ З ПІДВИЩЕНОЮ БІОЛОГІЧНОЮ ЦІННІСТЮ

(57) Реферат:

Спосіб виробництва сиркової пасти з підвищеною біологічною цінністю, при якому здійснюють підготовку сировинних компонентів, виробництво вершкового сиру, змішування сирної основи з рецептурними компонентами, теплову обробку, охолодження, фасування і зберігання. Як сирну основу використовують вершковий сир, отриманий методом ультрафільтрації. Як функціональні добавки додають молочну сироватку згущену у кількості 20 мас. % та порошок сублимованої груші у кількості 10 мас. %.

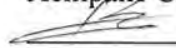
UA 161973 U

ДОДАТОК Г**Технологічна інструкція на виробництво пасти сиркової з підвищеною
біологічною цінністю****МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ****ПРОЄКТ****ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
на виробництво пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю
ТІ 10.51-04718013-001:2026**

Уведено вперше

РОЗРОБЛЕНО

Аспірант СНАУ

 Іван ПУРИГІН
«02» 06 2026 р.

К.т.н. доцент СНАУ

 Юлія НАЗАРЕНКО
«02» 06 2026 р.

Суми, 2026

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Сумський національний аграрний університет

РОЗРОБНИКИ: І. О. Пуригін, аспірант, Ю. В. Назаренко, к.т.н., доцент

2. ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

3. УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Ця технологічна інструкція (ТІ) поширюється на виробництво пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю, що відповідає вимогам ТУ У 10.51-04718013-001:2026 і призначена для реалізації через торговельну мережу, заклади ресторанного господарства та інші об'єкти реалізації харчових продуктів за умови дотримання встановлених вимог до транспортування, зберігання та реалізації.

Сировиною для виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю є вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом, концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації, порошок сублімованої груші та камедь ріжкового дерева.

ТІ встановлює порядок підготовки сировини, дозування рецептурних компонентів, гідратації сухих компонентів, змішування, термічної обробки, гомогенізації, охолодження, фасування, пакування, маркування та зберігання готової продукції.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

1.1 Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю – пастоподібний молочний продукт, виготовлений на основі вершкового сиру, виробленого ультрафільтраційним способом, з використанням концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева.

Продукт характеризується однорідною пастоподібною консистенцією, чистим кисломолочно-фруктовим смаком і запахом, наявністю харчових волокон, природних вуглеводів, мінеральних речовин і підвищеною біологічною цінністю білкової складової.

1.2 Пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю виготовляють термізованою, фасованою у споживчу тару, герметично закупореною та охолодженою до температури зберігання.

1.3 Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна вироблятися відповідно до вимог ТУ У 10.51-04718013-001:2026, цієї технологічної інструкції, затвердженої рецептури, санітарних правил і норм, а також процедур, заснованих на принципах системи HACCP.

1.4 За органолептичними показниками паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам, наведеним у таблиці 1.

Таблиця 1 – Органолептичні показники

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна пастоподібна маса без грудочок, сторонніх домішок, ознак пліснявіння, газотворення та видимого розшарування
Консистенція	Ніжна, пластична, мазка, однорідна, стабільна, без надмірного виділення сироватки
Колір	Світло-кремовий або кремовий, рівномірний по всій масі, з відтінком, властивим порошку сублімованої груші
Смак	Чистий кисломолочний, помірно солодкуватий, з приємним фруктовим присмаком груші, без сторонніх присмаків
Запах	Чистий, кисломолочно-фруктовий, властивий використаній сировині, без сторонніх запахів

1.5 За фізико-хімічними показниками паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам, наведеним у таблиці 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники

Найменування показника	Норма
Масова частка сухих речовин, %, не менше ніж	35,0
Масова частка води, %, не більше ніж	65,0
Масова частка жиру, %	15,0–17,0
Масова частка білка, %, не менше ніж	4,5
Масова частка вуглеводів, %	11,0–13,5
Масова частка харчових волокон, %, не менше ніж	1,5
Активна кислотність, pH	4,5–4,9
Титрована кислотність, °T	130–160
Виділення сироватки, %, не більше ніж	3,0
Температура продукту під час випуску з підприємства, °C	від 2 до 6
Сторонні домішки	Не допускаються

1.6 Орієнтовна харчова та енергетична цінність пасти сирової з підвищеною біологічною цінністю на 100 г продукту наведена в таблиці 3.

Таблиця 3 – Харчова та енергетична цінність продукту

Найменування показника	Значення на 100 г продукту
Білки, г	5,0
Жири, г	16,0
Вуглеводи, г	12,4
Харчові волокна, г	1,8
Енергетична цінність, ккал	213,6

1.7 За мікробіологічними показниками паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам ТУ У 10.51-04718013-001:2026, наказу МОЗ України № 548 від 19.07.2012 та чинним нормативним документам щодо безпечності харчових продуктів.

Вміст шкідливої мікрофлори визначають згідно з чинними нормативними документами та методами мікробіологічного контролювання молока, молочних і харчових продуктів.

1.8 Вміст токсичних елементів, пестицидів, мікотоксинів, антибіотиків, радіонуклідів та інших забруднювачів у пасті сировій з підвищеною біологічною цінністю не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені чинним законодавством України та ТУ У 10.51-04718013-001:2026.

Вміст токсичних елементів – свинцю, кадмію, міді, ртуті, цинку – визначають відповідно до чинних нормативних документів або атестованих методик виконання вимірювань.

Вміст залишкових кількостей пестицидів визначають відповідно до чинних нормативних документів, зокрема ДСанПіІ 8.8.1.2.3.4-000.

Вміст мікотоксинів, зокрема афлатоксину М1, афлатоксину В1 та патуліну, визначають відповідно до чинних нормативних документів або атестованих методик виконання вимірювань.

Вміст радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 визначають відповідно до чинних нормативних документів щодо радіологічного контролю харчових продуктів.

1.9 Сировина, яка не відповідає вимогам чинного законодавства України щодо безпечності та якості харчових продуктів, вимогам ТУ У 10.51-04718013-001:2026, супровідної документації або специфікацій постачальника, у виробництві пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю не використовується.

1.10 Неприпустимими дефектами пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю є: наявність плісняви на поверхні або всередині продукту; здуття споживчої тари; порушення герметичності пакування; ознаки газоутворення або бродіння; різко кислий, гіркий, затхлий, дріжджовий, пліснявий, кормовий, металевий або інший сторонній присмак; сторонній запах; наявність сторонніх домішок; значне виділення сироватки; неоднорідна, крупинчаста, розшарована або слизиста консистенція; невластивий колір; закінчення строку придатності; механічне пошкодження або забруднення споживчої тари.

1.11 Строк придатності пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю становить не більше 60 діб з дати виготовлення за температури зберігання від 2 °С до 6 °С у герметично закритому споживчому пакуванні.

Після відкриття споживчого пакування продукт необхідно зберігати за температури від 2 °С до 6 °С та спожити протягом 24 годин.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МАТЕРІАЛІВ

2.1 Для виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю використовують сировину та матеріали, що відповідають вимогам чинної нормативної документації, ТУ У 10.51-04718013-001:2026, цієї технологічної інструкції, специфікацій постачальників, документів про якість і безпечність, а також вимогам чинного законодавства України щодо безпечності та якості харчових продуктів.

2.2 Основною сировиною для виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю є:

- вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом (УФ сир);
- концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації (КМС);
- порошок сублімованої групи;
- камедь ріжкового дерева.

Допоміжними матеріалами є споживча тара, закупорювальні матеріали, етикетки, транспортна тара, мийні та дезінфекційні засоби, дозволені для використання у харчовій промисловості.

2.3 Характеристика основної сировини та матеріалів наведена в таблиці 4.

Таблиця 4 – Характеристика сировини та матеріалів

Найменування сировини або матеріалу	Характеристика та вимоги
Вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом	Однорідна білково-жирова молочна основа білого або світло-кремового кольору, з чистим кисломолочним смаком і запахом, без сторонніх присмаків, запахів, грудочок, ознак пліснявіння, газоутворення або псування. Повинен відповідати вимогам чинних НД або специфікацій виробника

Найменування сировини або матеріалу	Характеристика та вимоги
Концентрована молочна сироватка після нанофільтрації	Рідкий молочний концентрат, отриманий шляхом нанофільтраційного концентрування молочної сироватки. Повинен мати чистий сироватковий смак і запах, без сторонніх присмаків і запахів, без ознак бродіння, слизистості або механічних домішок
Порошок сублімованої груші	Сухий порошкоподібний продукт світло-кремового або жовтуватого кольору, з властивими груші смаком і запахом, без сторонніх домішок, ознак зволоження, злежування, пліснявіння або прогірклого запаху
Камедь ріжкового дерева	Харчова добавка рослинного походження, порошкоподібна, без стороннього запаху, присмаку, механічних домішок і ознак зволоження. Використовується як стабілізатор структури
Споживча тара	Полімерні стаканчики, контейнери або інші види пакування, дозволені для контакту з харчовими продуктами, чисті, сухі, без стороннього запаху, механічних пошкоджень і забруднень
Закупорювальні матеріали	Кришки, плівки або інші закупорювальні матеріали, що забезпечують герметичність пакування і захист продукту від вторинного забруднення
Етикетки та маркувальні матеріали	Повинні забезпечувати чітке, розбірливе та стійке маркування продукту протягом установленого строку придатності
Транспортна тара	Ящики з гофрованого картону, полімерні ящики або інша тара, що забезпечує збереження споживчого пакування під час транспортування і зберігання
Мийні та дезінфекційні засоби	Засоби, дозволені для використання на підприємствах харчової промисловості, із дотриманням інструкцій виробника щодо концентрації, експозиції та способу застосування

2.4 УФ сир повинен бути свіжим, доброякісним, охолодженим, без сторонніх домішок, без ознак мікробіологічного псування, з однорідною консистенцією та чистим кисломолочним смаком і запахом.

Не допускається використання УФ сиру з такими дефектами:

- гіркий, затхлий, кормовий, дріжджовий, пліснявий або інший сторонній присмак;
- сторонній запах;
- ознаки газоутворення;
- наявність плісняви;
- розшарування або надмірне виділення сироватки;
- наявність сторонніх домішок;
- порушення умов зберігання або закінчення строку придатності.

2.5 КМС повинна бути отримана з доброякісної молочної сироватки, що відповідає вимогам безпечності. КМС використовують як функціональний молочний інгредієнт, що забезпечує внесення сироваткових білків, лактози, мінеральних речовин та інших компонентів молочної сировини.

КМС повинна мати однорідну рідку консистенцію, чистий сироватковий запах і смак, без сторонніх присмаків, запахів, механічних домішок, ознак бродіння, слизистості або пліснявіння.

2.6 Порошок сублімованої групи використовують як рослинний збагачувальний компонент, джерело харчових волокон, природних вуглеводів, мінеральних речовин і смако-ароматичних сполук.

Порошок сублімованої групи повинен бути сипким, сухим, однорідним за кольором, без грудочок, злежування, сторонніх домішок, ознак зволоження або пліснявіння. Смак і запах повинні бути властивими сушеній групі, без сторонніх присмаків і запахів.

2.7 Камедь ріжкового дерева використовують як натуральний стабілізатор структури для підвищення вологозв'язувальної здатності рецептурної суміші, формування однорідної пастоподібної консистенції та зменшення виділення сироватки під час зберігання готового продукту.

Камедь ріжкового дерева повинна бути сухою, сипкою, без сторонніх домішок, стороннього запаху, ознак зволоження, злежування або мікробіологічного псування.

2.8 Кожна партія сировини та матеріалів, що надходить на виробництво, повинна супроводжуватися документами, які підтверджують її якість і безпеку:

- декларацією виробника або посвідченням про якість;
- документом про походження сировини;
- специфікацією або сертифікатом якості за наявності;
- документами, що підтверджують відповідність вимогам щодо безпеки харчових продуктів;
- документами щодо дозволу контакту пакувальних матеріалів із харчовими продуктами.

2.9 Вхідний контроль сировини та матеріалів здійснюють у кожній партії відповідно до програми виробничого контролю підприємства.

Під час вхідного контролю перевіряють:

- наявність і правильність супровідних документів;
- цілісність пакування;
- маркування;
- строк придатності;
- умови транспортування;
- температуру сировини, що потребує охолодженого зберігання;
- органолептичні показники;
- відповідність фізико-хімічних, мікробіологічних і безпекових показників вимогам чинних НД, специфікацій постачальників і внутрішніх вимог підприємства.

2.10 Сировину та матеріали до використання у виробництві зберігають в умовах, що забезпечують збереження їх якості та безпеки:

- УФ сир і КМС – у холодильних камерах за температури від 2 °С до 6 °С;
- порошок сублімованої групи та камедь ріжкового дерева – у сухих, чистих, вентильованих приміщеннях, захищених від дії вологи, прямих сонячних променів і сторонніх запахів;
- пакувальні матеріали – у чистих, сухих складських приміщеннях, в умовах, що унеможливають їх забруднення або пошкодження.

2.11 Не допускається використання у виробництві пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю сировини та матеріалів:

- без супровідних документів;
- із простроченим строком придатності;
- з порушеною цілісністю пакування;
- з ознаками псування, пліснявіння, бродіння, зволоження або забруднення;
- із невластивим запахом, смаком або кольором;
- з перевищенням допустимих рівнів токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, антибіотиків, радіонуклідів або інших забруднювачів;
- у разі порушення температурних режимів транспортування чи зберігання;
- за наявності генетично модифікованих компонентів, штучних синтетичних барвників або хімічних консервантів, не передбачених рецептурою.

2.12 Сировина і матеріали, які за результатами вхідного контролю не відповідають установленим вимогам, підлягають ізоляції, ідентифікації та поверненню постачальнику, переробленню, утилізації або знищенню згідно з чинним законодавством України та внутрішніми процедурами підприємства.

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА

3.1 Рекомендована рецептурна композиція продукту наведена в таблиці 5.

Таблиця 5 – Рецептурна композиція пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю

Найменування сировини	Масова частка, %
Вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом	69,0
Концентрована молочна сироватка після нанофільтрації	20,0
Порошок сублімованої груші	10,0
Камедь ріжкового дерева	1,0
Разом	100,0

3.2 Технологічний процес виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю передбачає такі технологічні операції: приймання та вхідний контроль сировини і матеріалів; зберігання сировини до перероблення; підготовка вершкового сиру, виробленого ультрафільтраційним способом; підготовка концентрованої молочної сироватки після нанофільтрації; дозування рецептурних компонентів; попередня гідратація порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева у частині концентрованої молочної сироватки; змішування гідратованих компонентів із вершковим сиром, виробленим ультрафільтраційним способом; перемішування рецептурної суміші до однорідного стану; термічна обробка рецептурної суміші; гомогенізація; охолодження; фасування; герметичне закупорювання; маркування; доохолодження; зберігання готової продукції; реалізація.

3.3 Технологічна схема виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю представлена на рис. 1.

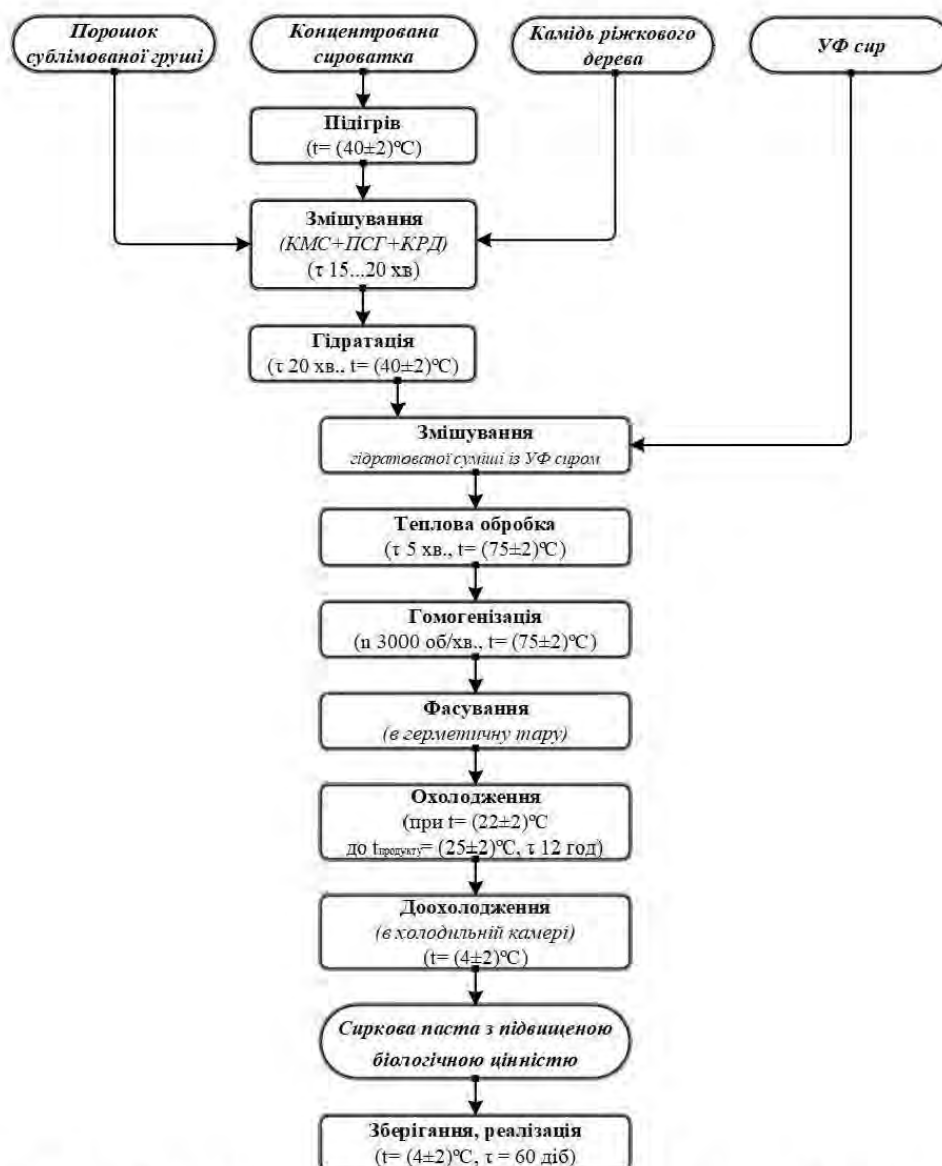


Рис. 1 – Технологічна схема виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю

3.4 Опис технологічного процесу

3.4.1 Приймання та вхідний контроль сировини і матеріалів

Приймання сировини та матеріалів здійснюють партіями. Кожна партія повинна супроводжуватися документами, що підтверджують якість і безпеку. Під час приймання перевіряють наявність супровідної документації, цілісність пакування, маркування, строк придатності, умови транспортування, температуру сировини, органолептичні показники та відповідність вимогам чинної нормативної документації.

До виробництва не допускають сировину з ознаками псування, стороннім запахом або смаком, порушеною цілісністю пакування, простроченим строком придатності, а також сировину без документів про якість і безпечність.

3.4.2 Зберігання сировини

Вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом, та концентровану молочну сироватку після нанофільтрації зберігають у холодильних камерах за температури від 2 °С до 6 °С.

Порошок сублімованої групи та камедь ріжкового дерева зберігають у сухих, чистих, вентильованих складських приміщеннях, захищених від вологи, прямих сонячних променів і сторонніх запахів.

3.4.3 Підготовка вершкового сиру, виробленого ультрафільтраційним способом

Перед використанням УФ сир перевіряють за органолептичними показниками, температурою, цілісністю пакування та строком придатності. За потреби сир перемішують до однорідного стану. Не допускається використання сиру з ознаками газоутворення, пліснявіння, стороннім запахом або надмірним відокремленням сироватки.

3.4.4 Підготовка концентрованої молочної сироватки після нанофільтрації

КМС перед використанням перевіряють за органолептичними показниками, температурою та супровідними документами. За потреби сироватку фільтрують або перемішують до однорідного стану. КМС використовують для попередньої гідратації сухих компонентів і внесення до рецептурної суміші.

3.4.5 Дозування рецептурних компонентів

Дозування сировини здійснюють відповідно до затвердженої рецептури. Зважування проводять на вагах відповідного класу точності. Компоненти дозують у такій кількості: УФ сир – 69,0 %, КМС – 20,0 %, порошок сублімованої групи – 10,0 %, камедь ріжкового дерева – 1,0 %.

3.4.6 Гідратація сухих компонентів

Порошок сублімованої групи та камедь ріжкового дерева попередньо гідратують у частині концентрованої молочної сироватки за температури (40 ± 2) °С протягом 20 хв. Гідратацію проводять за постійного або періодичного перемішування до рівномірного набухання сухих компонентів і утворення однорідної дисперсної системи без грудочок.

3.4.7 Змішування компонентів

Гідратовану суміш порошку сублімованої групи, камеді ріжкового дерева та КМС вносять до підготовленого УФ сиру. Перемішування проводять до утворення однорідної рецептурної суміші з рівномірним розподілом усіх компонентів.

3.4.8 Термічна обробка рецептурної суміші

Рецептурну суміш піддають термічній обробці за температури (75 ± 2) °С з витримкою не менше 5 хв. Термічна обробка забезпечує зниження мікробного обсіменіння, стабілізацію білково-полісахаридної системи, поліпшення структурної стабільності та подовження строку придатності готового продукту.

3.4.9 Гомогенізація

Після термічної обробки рецептурну суміш гомогенізують за температури (75 ± 2) °С. У виробничих умовах рекомендовано використання промислового гомогенізатора, що забезпечує однорідність структури, стабільну пастоподібну консистенцію та відсутність грудочок.

3.4.10 Охолодження

Після гомогенізації продукт охолоджують до температури фасування. Охолодження здійснюють у закритому обладнанні або в умовах, що унеможливають вторинне мікробіологічне забруднення продукту.

3.4.11 Фасування та закупорювання

Охолоджену пасту сиркову фасують у чисту споживчу тару масою нетто 100 г, 150 г, 200 г або іншу масу відповідно до замовлення. Після фасування тару герметично закупорюють кришками, плівкою або іншими закупорювальними матеріалами, дозволеними для контакту з харчовими продуктами.

3.4.12 Маркування

На кожен одиницю споживчої тари наносять маркування відповідно до вимог ТУ У 10.51-04718013-001:2026 та чинного законодавства України щодо інформації для споживачів про харчові продукти.

3.4.13 Доохолодження та зберігання

Після фасування і маркування продукт доохолоджують до температури (4 ± 2) °С. Готову продукцію зберігають за температури від 2 °С до 6 °С. Строк придатності продукту – не більше 60 діб з дати виготовлення за умови дотримання встановленого температурного режиму та цілісності пакування.

4 ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

4.1 Апаратурно-технологічна схема виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю представлена на рис. 2.

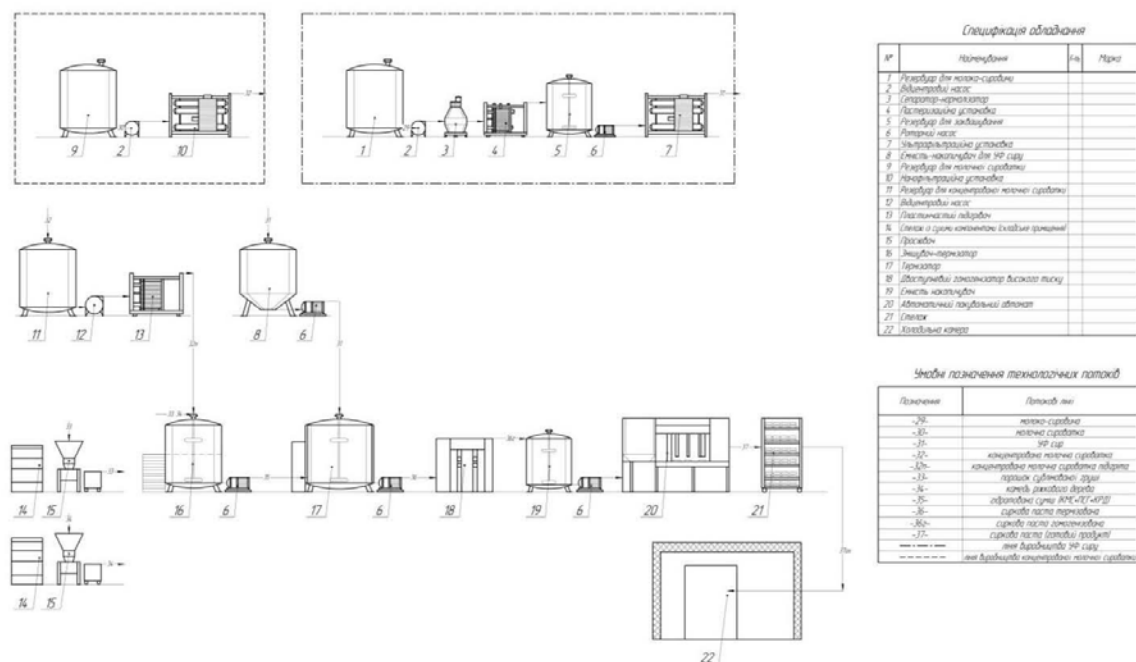


Рис. 2 – Апаратурно-технологічна схема виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю

4.2 Для виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю використовують технологічне обладнання, виготовлене з матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами, стійких до дії молочної сировини, мийних і дезінфекційних засобів.

4.3 Обладнання повинно забезпечувати: точне дозування рецептурних компонентів; рівномірну гідратацію сухих компонентів; інтенсивне перемішування рецептурної суміші; підтримання заданих температурних режимів; проведення термічної обробки при $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$; ефективну гомогенізацію; охолодження продукту до температури фасування; фасування у споживчу тару; герметичне закупорювання; маркування; санітарне оброблення обладнання після завершення технологічного циклу.

4.4 Основне технологічне обладнання для виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю наведено в таблиці 6.

Таблиця 6 – Основне технологічне обладнання

Найменування обладнання	Технологічне призначення
Холодильна камера	Зберігання УФ сиру, КМС і готової продукції
Виробнича ємність із мішалкою	Підготовка та перемішування УФ сиру
Ємність для КМС	Тимчасове зберігання і підготовка концентрованої молочної сироватки
Дозувальне обладнання	Дозування рідких і сухих рецептурних компонентів
Змішувач-гідратор	Гідратація порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева у КМС
Змішувач рецептурної суміші	Змішування гідратованих компонентів з УФ сиром
Термізатор або теплообмінний апарат	Термічна обробка рецептурної суміші

Найменування обладнання	Технологічне призначення
Гомогенізатор	Формування однорідної пастоподібної консистенції
Охолоджувач	Охолодження продукту до температури фасування
Буферна ємність	Тимчасове накопичення продукту перед фасуванням
Фасувально-закупорювальний автомат	Фасування продукту у споживчу тару та герметичне закупорювання
Маркувальний пристрій	Нанесення інформації на пакування
Вагове обладнання	Контроль маси сировини та готового продукту
Мийна станція або обладнання для санітарної обробки	Миття та дезінфекція обладнання, інвентарю і трубопроводів

4.5 Технологічне обладнання повинно бути справним, чистим, продезінфікованим, мати захисні пристрої, засоби контролю температури, тиску, часу, швидкості перемішування або інших параметрів відповідно до його призначення.

4.6 Перед початком роботи обладнання перевіряють на справність, санітарний стан, відсутність сторонніх предметів, наявність захисних пристроїв і готовність до роботи.

4.7 Після завершення виробничого циклу обладнання, інвентар і поверхні, що контактують із продуктом, підлягають миттю та дезінфекції згідно з інструкцією, затвердженою на підприємстві.

5 КОРОТКИЙ ОПИС МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ І МЕТОДІВ ВИПРОБУВАНЬ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

5.1 Відбирання проб сировини, напівфабрикатів і готової продукції здійснюють згідно з вимогами чинних нормативних документів на відбирання проб молока, молочних продуктів і харчових продуктів, а також відповідно до програми виробничого контролю підприємства.

5.2 Етапи контролю технологічного процесу представлено в таблиці 7.

Таблиця 7 – Етапи контролю технологічного процесу

Об'єкт контролю	Місце контролю	Періодичність контролю	Контрольовані параметри	Граничні значення параметра	Методи і способи контролю
Сировина	Дільниця приймання	Кожна партія	Наявність документів, маркування, цілісність пакування, строк придатності	Відповідність супровідним документам і НД	Візуально, перевірка документів
УФ сир	Дільниця приймання / підготовки	Кожна партія	Органолептичні показники, температура	Чистий кисломолочний смак і запах, без дефектів; температура від 2 °C до 6 °C	Органолептично, термометрично
КМС	Дільниця приймання /	Кожна партія	Органолептичні показники,	Чистий сироватковий	Органолептично, термометрично

Об'єкт контролю	Місце контролю	Періодичність контролю	Контрольовані параметри	Граничні значення параметра	Методи і способи контролю
	підготовки		температура	смак і запах, без ознак бродіння; температура від 2 °С до 6 °С	
Порошок сублімованої груші	Склад сухої сировини	Кожна партія	Сипкість, колір, запах, відсутність зволоження і плісняви	Сухий, сипкий, без сторонніх запахів і домішок	Візуально, органолептично
Камедь ріжкового дерева	Склад сухої сировини	Кожна партія	Сипкість, відсутність грудочок, сторонніх домішок	Суха, сипка, без сторонніх домішок	Візуально
Дозування компонентів	Дільниця дозування	Кожне завантаження	Маса компонентів	Згідно з рецептурою	Зважування
Гідратація ПСГ і КРД	Змішувач-гідратор	Кожна партія	Температура, тривалість, однорідність	(40±2) °С, 20 хв, без грудочок	Термометрично, контроль часу, візуально
Змішування рецептурної суміші	Змішувач	Кожна партія	Однорідність суміші	Однорідна маса без грудочок	Візуально, органолептично
Термічна обробка	Термізатор	Кожна партія	Температура, тривалість витримки	(75±2) °С, не менше 5 хв	Термометрично, контроль часу
Гомогенізація	Гомогенізатор	Кожна партія	Температура, тривалість, режим обробки	(75±2) °С, 3000 об/хв, 3–5 хв або еквівалентний виробничий режим	Контроль температури, часу, параметрів обладнання
Охолодження	Охолоджувач	Кожна партія	Температура продукту	До температури фасування, що унеможливило погіршення якості	Термометрично
Фасування	Фасувальний автомат	Постійно / кожна партія	Маса нетто, стан тари	Відповідність маркуванню, тара чиста і неушкоджена	Зважування, візуально
Закупорювання	Закупорювальний вузол	Постійно / кожна партія	Герметичність пакування	Герметичне, без витікання продукту	Візуально, контроль герметичності
Маркування	Маркувальний пристрій	Кожна партія	Повнота і чіткість	Відповідність ТУ та	Візуально

Об'єкт контролю	Місце контролю	Періодичність контролю	Контрольовані параметри	Граничні значення параметра	Методи і способи контролю
			маркування	законодавству	
Готова продукція	Склад готової продукції	Кожна партія	Органолептичні, фізико-хімічні показники, температура	Згідно з ТУ У 10.51-04718013-001:2026	Лабораторний контроль, органолептично, термометрично
Зберігання	Холодильна камера	Постійно	Температура зберігання	Від 2 °С до 6 °С	Термометрично, реєстрація температури

5.3 Періодичність контролю сировини та готової продукції за показниками безпеки здійснюють згідно з Методичними рекомендаціями МР 4.4.4-108, програмою виробничого контролю підприємства, планом НАССР і вимогами чинного законодавства України.

5.4 Органолептичні показники готової продукції контролюють органолептично: зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак і запах.

5.5 Фізико-хімічні показники готової продукції контролюють згідно з методами, наведеними у ТУ У 10.51-04718013-001:2026.

5.6 Мікробіологічні показники готової продукції контролюють згідно з чинними нормативними документами та методами мікробіологічного контролювання харчових продуктів.

5.7 Контроль показників безпечності – токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів, антибіотиків та інших забруднювачів – здійснюють згідно з чинними нормативними документами, атестованими методиками виконання вимірювань, програмою виробничого контролю та планом НАССР.

6 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ

6.1 Правила приймання та відбирання проб пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю здійснюють згідно з ТУ У 10.51-04718013-001:2026, чинними нормативними документами на правила приймання, відбирання і підготовку проб молока та молочних продуктів до контролювання, а також внутрішніми процедурами підприємства-виробника.

6.2 Готову продукцію приймають партіями. Партією вважають кількість пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю однієї назви, виготовлену за однаковою рецептурою, за однакових технологічних умов, протягом однієї зміни або іншого встановленого виробничого періоду, розфасовану в однотипну тару та оформлену одним документом про якість і безпечність.

6.3 Кожна партія готової продукції підлягає приймально-здавальному контролю за органолептичними, фізико-хімічними показниками, станом пакування, масою нетто, маркуванням і температурою продукту.

6.4 Партія готової продукції допускається до реалізації тільки за умови відповідності вимогам ТУ У 10.51-04718013-001:2026, цієї технологічної інструкції та чинного законодавства України щодо безпечності та якості харчових продуктів.

6.5 У разі невідповідності готової продукції встановленим вимогам партію ізолюють, ідентифікують, проводять аналіз причин невідповідності та приймають рішення щодо її подальшого використання, перероблення, утилізації або знищення згідно з процедурами підприємства та чинним законодавством України.

7 ПЕРЕЛІК ОСНОВНОЇ КЕРІВНОЇ НОРМАТИВНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Таблиця 8 – Перелік основної керівної нормативної та технологічної документації

Позначення НД	Найменування НД	Номер пункту, в якому подається посилання
ТУ У 10.51-04718013-001:2026	Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю. Технічні умови	Вступна частина, 1.4, 1.8, 1.9, 1.10, 5.5, 6.1, 6.4
ТІ 10.51-04718013-001:2026	Технологічна інструкція на виробництво пасти сирової з підвищеною біологічною цінністю	Усі розділи
Закон України № 771/97-ВР	Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів	1.4, 2.1, 5.3, 6.4
Закон України № 2639-VIII	Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів	3.4.12
Наказ Мінагрополітики України № 590 від 01.10.2012	Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування процедур, заснованих на принципах системи НАССР	1.4, 5.3, 5.7
Наказ МОЗ України № 548 від 19.07.2012	Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів	1.8, 5.6
Наказ МОЗ України № 368 від 13.05.2013	Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»	1.9, 5.7
ДСТУ EN ISO 707	Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб	5.1, 6.1
ДСТУ 4834	Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання	5.1, 6.1
ДСТУ 8552	Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологості та сухої речовини	5.5
ДСТУ ISO 2446	Молоко. Визначення вмісту жиру	5.5
ДСТУ EN ISO 8968-4	Молоко та молочні продукти. Визначення вмісту азоту. Частина 4	5.5
ДСТУ ISO 4833	Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів	5.6
ДСТУ EN ISO 6579-1	Мікробіологія харчового ланцюга. Виявлення <i>Salmonella</i> spp.	5.6
ДСТУ EN ISO 11290-1	Мікробіологія харчового ланцюга. Виявлення <i>Listeria monocytogenes</i>	5.6
ДСТУ EN ISO 6888-1	Мікробіологія харчового ланцюга.	5.6

Позначення НД	Найменування НД	Номер пункту, в якому подається посилання
	Підрахунок коагулазопозитивних стафілококів	
ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000	Допустимі рівні вмісту пестицидів у харчових продуктах	1.9, 5.7
ДР-2006	Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування та питній воді	1.9, 5.7
МР 4.4.4-108	Методичні рекомендації щодо періодичності контролю продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки	5.3

ДОДАТОК Д

Технічні умови (проект) «Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю»

ДКПП 10.51.40-30.00

ПРОЄКТ
УКНД 67.100.30ПАСТА СИРКОВА З ПІДВИЩЕНОЮ БІОЛОГІЧНОЮ ЦІННІСТЮ
Технічні умови

ТУ У 10.51-04718013-001:2026

Уведено вперше

Дата надання чинності _____

Чинні до _____

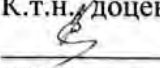
РОЗРОБЛЕНО

Аспірант СНАУ

 Іван ПУРИГІН

«08» 06 2026 р.

К.т.н., доцент СНАУ

 Юлія НАЗАРЕНКО

«08» 06 2026 р.

Видання офіційне

Суми, 2026

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування.....	3
2 Нормативні посилання.....	4
3 Терміни та визначення понять.....	8
4 Технічні вимоги.....	9
5 Вимоги безпеки.....	17
6 Вимоги охорони довкілля, утилізація.....	19
7 Правила приймання.....	21
8 Методи контролювання.....	25
9 Транспортування та зберігання.....	29
10 Гарантії виробника.....	31
Додаток А – Метод розрахунку поживної (харчової) цінності та енергетичної цінності (калорійності) у 100 г продукту.....	34
Додаток Б – Бібліографія	35

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Ці технічні умови (ТУ) поширюються на пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю – пастоподібний молочний продукт, виготовлений на основі вершкового сиру, виробленого ультрафільтраційним способом, з використанням концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева.

Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю призначена для безпосереднього споживання населенням як готовий до вживання харчовий продукт, а також може використовуватися у закладах ресторанного господарства, харчоблоках, торговельній мережі та інших об'єктах реалізації харчових продуктів за умови дотримання встановлених вимог до транспортування, зберігання та реалізації.

Продукт належить до групи пастоподібних молочних продуктів і характеризується однорідною пастоподібною консистенцією, кисломолочно-фруктовим смаком і ароматом, наявністю харчових волокон, природних вуглеводів, мінеральних речовин та біологічно цінних компонентів молочної сировини.

Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю виготовляється термізованою, фасованою у споживче пакування, герметично закупореною, охолодженою та призначеною для зберігання за температури від 2 °С до 6 °С.

Ці ТУ встановлюють вимоги до сировини, рецептури, показників якості та безпеки, технологічного процесу, пакування, маркування, транспортування, зберігання, правил приймання, методів контролювання та гарантій виробника.

Вимоги цих ТУ є обов'язковими для підприємств, установ і організацій незалежно від форми власності, а також фізичних осіб-підприємців, які здійснюють виробництво, фасування, транспортування, зберігання та реалізацію пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю.

Обов'язкові вимоги до пасти сиркової, що забезпечують їх безпеку для життя і здоров'я споживачів та охорони навколишнього природного середовища викладені в розділах 4 – 6 цих ТУ.

Приклад запису продукції під час замовлення:

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

«Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю. ТУ У 10.6-04718013-001:2026».

Право власності на ТУ належить Сумському національному аграрному університету. ТУ не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані або розповсюджені без дозволу власника.

ТУ придатні для цілей сертифікації.

Перевірка ТУ здійснюється не рідше одного разу на п'ять років, після надання їм чинності чи останнього перевіряння, якщо не виникає потреби перевіряти їх раніше у разі прийняття нормативно-правових актів, відповідних національних (міждержавних) стандартів та інших нормативних документів, якими регламентовано інші вимоги ніж ті, що встановлені у цих ТУ.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

В цих ТУ є посилання на наступні нормативні документи (далі по тексті – НД):	
Закон України № 771/97-ВР від 23.12.1997	Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів
Закон України № 2639-VIII від 06.12.2018	Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів
Закон України № 2042-VIII від 18.05.2017	Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я тварин та благополуччя тварин
Закон України № 2707-XII від 16.10.1992	Про охорону атмосферного повітря
Закон України № 2320-IX від 20.06.2022	Про управління відходами
Закон України № 1393-XIV від 14.01.2000	Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції
Наказ Мінагрополітики	Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

України № 590 від 01.10.2012	та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи НАССР
Наказ МОЗ України № 548 від 19.07.2012	Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів
Наказ МОЗ України № 368 від 13.05.2013	Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»
Наказ Мінагрополітики України № 118 від 12.03.2019	Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів
Постанова КМУ № 465 від 25.03.1999	Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами
ДСТУ-Н 1.3:2015	Національна стандартизація. Технічні умови України. Настанови щодо розроблення
ДСТУ 1.5:2015	Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення нормативних документів
ДСТУ 2212:2003	Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять
ДСТУ 3662:2018	Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови
ДСТУ EN ISO 707:2022	Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб
ДСТУ 4834:2007	Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання
ДСТУ 8552:2015	Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини
ДСТУ ISO 2446:2019	Молоко. Визначення вмісту жиру
ДСТУ EN ISO 8968-4:2022	Молоко та молочні продукти. Визначення вмісту азоту. Частина 4. Визначення вмісту білкового та небілкового

	ТУ У 10.6-04718013-006:2023
	азоту та обчислення справжнього вмісту білка
ДСТУ 7357:2013	Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання
ДСТУ ISO 4833:2006	Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів. Техніка підраховування колоній за температури 30 °C
ДСТУ IDF 73A:2003	Молоко і молочні продукти. Підраховування кількості коліформ. Метод підраховування колоній і метод визначання найімовірнішого числа
ДСТУ EN ISO 6579-1:2022	Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування <i>Salmonella</i> . Частина 1. Виявлення <i>Salmonella</i> spp.
ДСТУ EN ISO 11290-1:2022	Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку <i>Listeria monocytogenes</i> і <i>Listeria</i> spp. Частина 1. Метод виявлення
ДСТУ EN ISO 6888-1:2022	Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку коагулазопозитивних стафілококів, зокрема <i>Staphylococcus aureus</i> . Частина 1. Метод з використанням агарового середовища Бейрд-Паркера
ДСТУ ISO 22000:2019	Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі
ДСТУ OIML R 87	Кількість фасованого товару в пакуваннях
ДСТУ OIML R 79	Вимоги до маркування фасованих товарів
ДСТУ ISO 780	Пакування. Графічне маркування щодо поводження з товарами
ДСТУ 3147	Коди та кодування інформації. Штрихове кодування. Маркування об'єктів ідентифікації
ДСТУ ГОСТ 9142	Ящики з гофрованого картону. Загальні технічні умови
ДСТУ EN 1672-2	Устаткування для харчової промисловості. Основні положення. Частина 2. Гігієнічні вимоги

	ТУ У 10.6-04718013-006:2023
ДСТУ prEN 1672-1	Устаткування для харчової промисловості. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки
ДСТУ 8828	Пожежна безпека. Загальні положення
ДСТУ 7239	Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація
ДСТУ Б А.3.2-12	Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги
ДБН В.2.5-28	Природне і штучне освітлення
ДБН В.2.5-67	Опалення, вентиляція та кондиціонування
ДСН 3.3.6.037	Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
ДСН 3.3.6.039	Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації
ДСН 3.3.6.042	Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
ДСанПіН 2.2.4-171	Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною
ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000	Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті
ДР-2006	Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування та питній воді
Наказ МОЗ України № 280 від 23.07.2002	Щодо організації проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів працівників окремих професій, виробництв і організацій
Наказ МОЗ України № 150 від 21.02.2013	Про внесення змін до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 23.07.2002 № 280
Наказ МОЗ України № 1596 від 14.07.2020	Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

повітрі населених місць

Наказ МОЗ України № 52 Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого
від 14.01.2020 вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі
населених місць

Наказ МОЗ України № 145 Про затвердження Державних санітарних норм та
від 17.03.2011 правил утримання територій населених місць

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

3.1 У цих технічних умовах використано терміни, встановлені у **ДСТУ 2212:2003, ДСТУ 4554:2006, ДСТУ 4395:2005**, а також такі терміни:

3.1.1 Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю

пастоподібний молочний продукт, виготовлений на основі вершкового сиру, виробленого ультрафільтраційним способом, з використанням концентрованої молочної сироватки, отриманою після нанофільтрації, порошку сублимованої групи та камеді ріжкового дерева, що характеризується поліпшеною харчовою та біологічною цінністю білкової складової, однорідною пастоподібною консистенцією та кисломолочно-фруктовим смаком.

3.1.2 Вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом (УФ сир)

молочний продукт, отриманий із молочної сировини із застосуванням ультрафільтрації, який використовується як основна білково-жирова основа для виробництва пасти сирової з підвищеною біологічною цінністю.

3.1.3 Ультрафільтрація (УФ)

мембранний процес розділення та концентрування молочної сировини, що забезпечує затримання білкових компонентів, жиру та частини високомолекулярних речовин з одночасним видаленням частини водної фази та низькомолекулярних сполук.

3.1.4 Молочна сироватка

рідка фракція молока, що утворюється під час виробництва сиру або кисломолочного сиру після відокремлення білково-жирового згустку та містить

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

сироваткові білки, лактозу, мінеральні речовини й інші компоненти молочної сировини.

3.1.5 Концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації (КМС)

молочна сироватка, концентрована методом нанофільтрації до підвищеного вмісту сухих речовин, білкових компонентів, лактози та мінеральних речовин, яка використовується у складі пасти сиркової як функціональний молочний інгредієнт.

3.1.6 Нанофільтрація (НФ)

баромембранний процес розділення рідких систем, що забезпечує часткове видалення води та низькомолекулярних сполук і концентрування цінних компонентів молочної сироватки.

3.1.7 Порошок сублімованої груші (ПСГ)

порошкоподібний продукт, отриманий із плодів груші шляхом сублімаційного сушіння та подрібнення, який використовується як рослинний збагачувальний компонент, джерело харчових волокон, природних вуглеводів, мінеральних речовин і смако-ароматичних сполук.

3.1.8 Термізація рецептурної суміші

теплова обробка рецептурної суміші за температури, нижчої від температури стерилізації, що забезпечує зниження мікробного обсіменіння, стабілізацію якості та подовження терміну придатності готового продукту.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам цих ТУ і вироблятися відповідно до вимог технологічної інструкції та рецептури, затверджених в установленому порядку, з дотриманням санітарних правил і норм, вимог чинного законодавства України щодо безпечності та якості харчових продуктів, а також процедур, заснованих на принципах системи НАССР.

4.2 Залежно від використаної сировини та введених рецептурних компонентів виготовляють пасту сиркову такого найменування:

- Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю з концентрованою

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

молочною сироваткою та порошком сублімованої груші.

Допускається уточнення комерційної назви продукту у рецептурі, технологічній інструкції, специфікації або маркуванні за умови збереження обов'язкової інформації про склад продукту.

4.3 Основні показники і характеристики

4.3.1 За органолептичними показниками паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам, наведеним у таблиці 1.

Таблиця 1 – Органолептичні показники

Найменування показників	Значення для пасты сирової з підвищеною біологічною цінністю	Методи контролювання
Зовнішній вигляд	Однорідна пастоподібна маса без грудочок, без сторонніх домішок, без ознак пліснявіння, газоутворення та видимого розшарування	Згідно з 8.1
Консистенція	Ніжна, пластична, мазка, однорідна, стабільна, без надмірного виділення сироватки	Згідно з 8.1
Смак	Чистий кисломолочний, помірно солодкуватий, з приємним фруктовим присмаком груші, без сторонніх присмаків	Згідно з 8.1
Запах	Чистий, кисломолочно-фруктовий, властивий використаній сировині, без сторонніх запахів	Згідно з 8.1
Колір	Світло-кремовий або кремовий, рівномірний по всій масі, з відтінком, властивим порошку сублімованої груші	Згідно з 8.1

4.3.2 Конкретну характеристику органолептичних показників для кожної назви продукту має бути наведено у рецептурі, затвердженій в установленому порядку на підприємстві-виробнику.

4.3.3 У пасті сировій з підвищеною біологічною цінністю не дозволено наявність сторонніх домішок, плісняви, ознак бродіння, газоутворення, невластивого запаху або смаку, а також використання сировини, що не відповідає вимогам безпечності та якості харчових продуктів.

4.3.4 За фізико-хімічними показниками паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам, наведеним у таблиці 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники

Найменування показників	Значення	Методи контролювання
Масова частка сухих речовин, %, не менше ніж	35,0	Згідно з 8.2
Масова частка вологи, %, не більше ніж	65,0	Згідно з 8.2
Масова частка жиру, %	15,0–17,0	Згідно з 8.3
Масова частка білка, %, не менше ніж	4,5	Згідно з 8.4

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

Масова частка вуглеводів, %	11,0–13,5	Згідно з 8.5
Масова частка харчових волокон, %, не менше ніж	1,5	Згідно з 8.6
Активна кислотність, рН	4,5–4,9	Згідно з 8.7
Титрована кислотність, °Т	130–160	Згідно з 8.8
Виділення сироватки, %, не більше ніж	3,0	Згідно з 8.9
Температура продукту під час випуску з підприємства, °С	від 2 до 6	Згідно з 8.10
Сторонні домішки	Не допускаються	Згідно з 8.1

Допускається уточнення норм фізико-хімічних показників у рецептурі або технологічній інструкції за результатами виробничої апробації за умови дотримання вимог безпечності харчових продуктів.

4.3.5 За мікробіологічними показниками паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам, наведеним у наказі МОЗ України № 548 від 19.07.2012, та вимогам, зазначеним у таблиці 3.

Таблиця 3 – Мікробіологічні показники

Найменування показників	Значення	Методи контролювання
КМАФАнМ, КУО/г, не більше ніж	1×10^3	Згідно з 8.11
Бактерії групи кишкової палички, БГКП, у 0,1 г	Не допускаються	Згідно з 8.11
<i>Staphylococcus aureus</i> у 1,0 г	Не допускається	Згідно з 8.11
Патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Salmonella</i> spp., у 25 г	Не допускаються	Згідно з 8.11
<i>Listeria monocytogenes</i> у 25 г	Не допускається	Згідно з 8.11
Дріжджі, КУО/г, не більше ніж	50	Згідно з 8.11
Плісняві гриби, КУО/г, не більше ніж	50	Згідно з 8.11

4.3.6 За показниками безпеки паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам, зазначеним у наказі МОЗ України № 368 від 13.05.2013, та вимогам, зазначеним у таблиці 4.

Таблиця 4 – Показники безпеки

Найменування показників	Значення	Методи контролювання
Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше ніж:		8.12
свинець	0,10	8.12
кадмій	0,03	8.12
миш'як	0,05	8.12
ртуть	0,005	8.12
мідь	1,0	8.12
цинк	5,0	8.12
Вміст мікотоксинів, мг/кг, не більше ніж:		8.13
афлатоксин М1	0,00005	8.13
афлатоксин В1	0,002	8.13
патулін	0,050	8.13
Вміст радіонуклідів, Бк/кг, не більше ніж:		8.14
цезій Cs-137	100	8.14
стронцій Sr-90	20	8.14

Примітка. Контроль афлатоксину М1 здійснюють як показника, характерного для молочної сировини та молочних продуктів. Контроль афлатоксину В1 і патуліну здійснюють з урахуванням наявності у рецептурі порошку сублімованої груші. Вміст інших забруднюючих речовин не повинен перевищувати максимально допустимих рівнів, установлених чинними нормативно-правовими актами України для відповідних видів сировини та готового харчового продукту.

4.3.7 Вміст у пасти сирковій з підвищеною біологічною цінністю залишкових кількостей пестицидів повинен відповідати вимогам ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000 та чинним нормативним документам України.

4.3.8 Неприпустимими дефектами пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю є: наявність плісняви на поверхні або всередині продукту; здуття споживчої тари; порушення герметичності пакування; ознаки газоутворення або бродіння; різко кислий, гіркий, затхлий, дріжджовий, пліснявий, кормовий, металевий або інший сторонній присмак; сторонній запах; наявність сторонніх домішок; значне виділення сироватки; неоднорідна, крупинчаста, розшарована або слизиста консистенція; невластивий колір; закінчення терміну придатності.

4.4 Вимоги до сировини та матеріалів

4.4.1 Для виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю використовують таку сировину та матеріали:

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

- вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом, – згідно з чинними НД або специфікацією виробника;
- концентровану молочну сироватку після нанофільтрації – згідно з чинними НД або специфікацією виробника;
- порошок сублімованої груші – згідно з чинними НД або специфікацією виробника;
- камедь ріжкового дерева – згідно з чинними НД або специфікацією постачальника, дозволена для використання у харчових продуктах;
- пакувальні матеріали – згідно з чинними НД, дозволені для контакту з харчовими продуктами;
- допоміжні матеріали, мийні та дезінфекційні засоби – згідно з чинними НД і дозволами на використання у харчовій промисловості.

4.4.2 Сировина, яку використовують у виробництві пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю, має відповідати вимогам чинного законодавства України щодо безпеки та якості харчових продуктів.

4.4.3 Не дозволено застосовувати генетично модифіковану сировину, штучні синтетичні барвники, хімічні консерванти, сировину з ознаками псування, забруднення, стороннього запаху або смаку.

4.4.4 Якість сировини, яку використовують у виробництві пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю, контролюють у кожній партії.

4.4.5 Вхідний контроль сировини та матеріалів проводять відповідно до чинних нормативних документів, процедур системи управління безпекою харчових продуктів і порядку, встановленого виробником на підприємстві.

4.4.6 Кожна партія сировини та матеріалів, що надходить на виробництво, повинна супроводжуватися документом про якість встановленої форми і відповідати вимогам наказу МОЗ України № 368 від 13.05.2013 та наказу МОЗ України № 548 від 19.07.2012.

4.5 Пакування

4.5.1 Пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю випускають фасованою.

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

4.5.2 Для пакування використовують матеріали, що відповідають вимогам чинних НД, дозволені для контакту з харчовими продуктами та придатні для пакування молочних продуктів.

4.5.3 Пакувальні матеріали повинні забезпечувати збереження якості та безпечності продукту під час транспортування, зберігання та реалізації, а також запобігати вторинному мікробіологічному забрудненню.

4.5.4 Пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю фасують у споживчу тару масою нетто від 100 г до 1000 г. Для реалізації через торговельну мережу рекомендовано фасування масою нетто 100 г, 150 г, 200 г. Для закладів ресторанного господарства та виробничого використання допускається фасування 500 г та 1000 г.

4.5.5 Маса нетто пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю має відповідати масі, зазначеній у маркуванні споживчої тари.

4.5.6 Значення допустимих мінусових відхилень маси пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю у пакувальній одиниці повинні відповідати вимогам згідно з ДСТУ OIML R 87 або згідно з Р 50-056.

Таблиця 5 – Допустимі відхилення маси нетто пакувальної одиниці

Номинальне значення кількості продукції в пакувальній одиниці, г	Значення границі допустимого відхилення маси від номінального значення, %	Значення границі допустимого відхилення маси від номінального значення, г
від 100 до 200 включно	4,5	—
від 200 до 300 включно	—	9,0
від 300 до 500 включно	3,0	—
від 500 до 1000 включно	—	15,0

4.5.7 Для реалізації через торговельну мережу пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю фасують у:

- стаканчики або контейнери з полімерних матеріалів з герметичним закупорюванням;
- пакування типу «стаканчик-кришка», «контейнер-кришка», «термозапаювана тара»;
- інші види споживчого пакування, що відповідають вимогам чинних НД і дозволені для контакту з харчовими продуктами.

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

4.5.8 Пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю, фасовану у споживчу тару, укладають у транспортну тару: ящики з гофрованого картону, полімерні ящики багаторазового використання або іншу транспортну тару, що відповідає чинним нормативним документам і забезпечує збереження продукту під час транспортування та зберігання.

У кожену одиницю транспортної тари вкладають або наносять ярлик із номером партії, датою виробництва та номером пакувальника.

4.5.9 Заборонено в одну одиницю транспортного пакування вкладати продукцію різних найменувань, різних партій або з різними датами виробництва без відповідного розділення та маркування.

4.5.10 У разі постачання продукції на експорт її пакують відповідно до вимог договору або контракту, якщо ці вимоги не суперечать чинному законодавству України.

4.6 Маркування

4.6.1 Маркування повинно відповідати вимогам Закону України № 2639-VIII від 06.12.2018, ДСТУ OIML R 79 та чинним нормативним документам щодо маркування харчових продуктів.

4.6.2 На кожену одиницю спожиткової тари з фасованою пастою сирковою з підвищеною біологічною цінністю наносять маркування згідно з вимогами чинного законодавства. Текст маркування повинен містити таку інформацію:

- вид та повну назву продукту;
- назву та юридичну адресу підприємства-виробника, його торгову марку за наявності, телефон, адресу потужностей виробництва;
- склад продукту згідно з рецептурою в порядку переваги складників;
- інформацію про алергени: **містить молоко та молочні компоненти**;
- кінцеву дату споживання «Вжити до» або дату виробництва – число, місяць, рік
- та строк придатності;
- умови зберігання;
- масу нетто однієї пакувальної одиниці, г або кг;
- поживну/харчову цінність: вміст білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон;

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

- енергетичну цінність у ккал і/або кДж на 100 г продукту;
- рекомендації щодо споживання: **«Продукт готовий до споживання. Після відкриття пакування зберігати за температури від 2 °С до 6 °С та спожити протягом 24 годин»;**
- номер партії;
- позначення цих ТУ;
- штриховий код EAN згідно з ДСТУ 3147, за наявності.

Рекомендований склад для маркування:

Склад: вершковий сир, вироблений ультрафільтраційним способом; концентрована молочна сироватка після нанофільтрації; порошок сублимованої груші; камедь ріжкового дерева.

Рекомендована харчова цінність на 100 г продукту:

- білки – 5,0 г;
- жири – 16,0 г;
- вуглеводи – 12,4 г;
- харчові волокна – 1,8 г;
- енергетична цінність – 213,6 ккал.

4.6.3 Транспортне маркування – згідно з ДСТУ ISO 780, ГОСТ 14192, з нанесенням маніпуляційних знаків. Маркування кожної одиниці транспортного пакування повинно містити:

- вид та повну назву продукту;
- назву та юридичну адресу підприємства-виробника, його товарний знак за наявності, телефон, адресу потужностей виробництва;
- масу брутто, кг;
- кількість пакувальних одиниць в одиниці транспортного пакування та масу нетто однієї одиниці спожиткового пакування, г або кг;
- кількість пакованих одиниць у транспортній тарі, шт.;
- кінцеву дату споживання «Вжити до» або дату виробництва – число, місяць, рік
- та строк придатності;
- умови зберігання;

- номер партії,
- позначення цих ТУ.

4.6.4 Маркування наносять на етикетку, ярлик, поверхню споживчої та транспортної тари способом, який забезпечує чіткість його читання протягом усього терміну придатності продукту.

4.6.5 Транспортне маркування здійснюють з нанесенням маніпуляційних знаків:

- «Берегти від вологи»;
- «Верх»;
- «Обмеження температури» із зазначенням температурного режиму від 2 °С до 6 °С.

4.6.6 У разі постачання продукції на експорт додаткові вимоги, які не суперечать чинному законодавству України щодо маркування, зазначають у договорі-контракті.

4.6.7 Маркування повинно бути чітким, розбірливим, незмивним і виконаним державною мовою. За потреби допускається дублювання інформації іншими мовами.

4.6.8 За згодою із замовником допускається оформлення, пакування та маркування пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю відповідно до умов, зазначених у замовленні чи договорі, за умови дотримання вимог чинного законодавства України.

5 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

5.1 Під час виготовлення пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю необхідно дотримуватися вимог безпеки, установлених технологічною інструкцією, інструкціями з охорони праці, санітарними правилами, програмами-передумовами та процедурами, заснованими на принципах системи НАССР, розробленими і затвердженими в установленому порядку.

5.2 Виробничі приміщення повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією згідно з вимогами ДСТУ Б А.3.2-12 та ДБН В.2.5-67.

5.3 Повітря робочої зони та мікроклімат виробничих приміщень повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042 та наказу МОЗ України № 1596 від 14.07.2020.

5.4 Природне та штучне освітлення виробничих, складських і допоміжних

приміщень повинно відповідати вимогам **ДБН В.2.5-28**.

5.5 У процесі виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю необхідно дотримуватися вимог безпеки до технологічних процесів, рівнів шуму, вібрації та інших виробничих факторів відповідно до **ДСН 3.3.6.037** і **ДСН 3.3.6.039**.

5.6 Технологічне устаткування, що використовується для виробництва, термічної обробки, гомогенізації, охолодження, фасування та пакування продукту, повинно відповідати вимогам **ДСТУ prEN 1672-1** та **ДСТУ EN 1672-2**.

5.7 Пожежна безпека на підприємстві повинна відповідати вимогам **ДСТУ 8828**, чинних правил пожежної безпеки та інструкцій, затверджених на підприємстві.

5.8 Виробничі приміщення повинні бути забезпечені питною водою, що відповідає вимогам **ДСанПіН 2.2.4-171**. Вода, яку використовують у технологічному процесі, для миття обладнання, інвентарю, тари та санітарного оброблення поверхонь, повинна відповідати вимогам до питної води.

5.9 Системи вентиляції, кондиціонування та опалення виробничих приміщень повинні відповідати вимогам **ДБН В.2.5-67** і забезпечувати встановлені параметри мікроклімату, необхідні для безпечного виробництва молочних продуктів.

5.10 Усе обладнання, інвентар, трубопроводи, ємності, фасувальні автомати, поверхні, що контактують із сировиною, рецептурною сумішшю або готовим продуктом, повинні підлягати миттю, дезінфекції та санітарному контролю згідно з інструкцією з санітарного оброблення, графіком миття і дезінфекції та схемою санітарно-бактеріологічного контролю, затвердженими в установленому порядку.

5.11 Рівень шуму у виробничих приміщеннях під час роботи технологічного обладнання не повинен перевищувати допустимі рівні, установлені **ДСН 3.3.6.037**.

5.12 Робочі місця повинні бути забезпечені інструкціями з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, експлуатації технологічного обладнання та дій персоналу в аварійних ситуаціях.

5.13 Цех виробництва та фасування пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю повинен бути забезпечений медичною аптечкою першої допомоги, укомплектованою відповідно до встановлених на підприємстві вимог.

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

5.14 Працівники, зайняті у виробництві, фасуванні, пакуванні, транспортуванні та зберіганні продукту, повинні бути забезпечені спеціальним одягом, спеціальним взуттям та засобами індивідуального захисту згідно з **ДСТУ 7239** і нормами, затвердженими на підприємстві.

5.15 Персонал, який працює у виробництві пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю, повинен проходити попередні та періодичні медичні огляди згідно з **наказом МОЗ України № 280 від 23.07.2002** та **наказом МОЗ України № 150 від 21.02.2013**.

5.16 До роботи з виробництва, фасування, пакування та зберігання продукту допускається персонал, який пройшов інструктаж з охорони праці, пожежної безпеки, виробничої санітарії, особистої гігієни та правил поводження з харчовими продуктами.

5.17 Працівники повинні дотримуватися правил особистої гігієни, використовувати чистий санітарний одяг, не допускати забруднення сировини, напівфабрикатів, рецептурної суміші, готового продукту, пакувальних матеріалів та поверхонь, що контактують із харчовими продуктами.

5.18 Не допускається перебування у виробничих приміщеннях сторонніх осіб без супроводу відповідального працівника підприємства та без дотримання встановлених санітарних вимог.

5.19 Не допускається експлуатація технологічного обладнання з несправними захисними пристроями, блокуванням, заземленням, контрольно-вимірювальними приладами або засобами аварійного вимкнення.

5.20 Під час роботи з мийними та дезінфекційними засобами персонал повинен дотримуватися вимог інструкцій виробника цих засобів, використовувати засоби індивідуального захисту та запобігати потраплянню залишків мийних і дезінфекційних речовин у сировину, рецептурну суміш або готовий продукт.

6 ВИМОГИ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ, УТИЛІЗАЦІЯ

6.1 Охорона атмосферного повітря від забруднення під час виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю повинна здійснюватися відповідно до

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

вимог Закону України № 2707-XII від 16.10.1992 р. «Про охорону атмосферного повітря», наказу МОЗ України № 1596 від 14.07.2020 р., наказу МОЗ України № 52 від 14.01.2020 р. та інших чинних нормативно-правових актів України у сфері охорони атмосферного повітря.

6.2 Під час виробництва продукту необхідно запобігати забрудненню навколишнього природного середовища сировиною, напівфабрикатами, готовою продукцією, відходами виробництва, пакувальними матеріалами, мийними та дезінфекційними засобами.

6.3 Збирання, сортування, тимчасове зберігання, передавання на перероблення, утилізацію або видалення відходів, що утворюються під час виробництва пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю, здійснюють відповідно до вимог Закону України № 2320-IX від 20.06.2022 р. «Про управління відходами», внутрішніх інструкцій підприємства та договорів зі спеціалізованими організаціями.

6.4 Переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної, небезпечної, простроченої чи вилученої з обігу продукції здійснюють згідно з вимогами Закону України № 1393-XIV від 14.01.2000 р. «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» та чинного законодавства України щодо безпечності харчових продуктів.

6.5 Органічні відходи молочної та рослинної сировини, залишки рецептурної суміші, неякісну продукцію, змиви та інші відходи виробництва необхідно збирати у спеціально призначену промарковану тару, не допускаючи їх потрапляння у виробничі приміщення, ґрунт, поверхневі води та системи зливової каналізації.

6.6 Охорона ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами повинна здійснюватися згідно з вимогами наказу МОЗ України № 145 від 17.03.2011 р., Закону України «Про управління відходами» та інших чинних нормативно-правових актів України у сфері санітарного та екологічного благополуччя.

6.7 Стічні води, що утворюються під час миття обладнання, інвентарю, тари, виробничих приміщень, а також під час санітарного оброблення поверхонь, повинні відводитися до каналізаційної системи відповідно до встановлених вимог. Не

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

допускається скид неочищених або недостатньо очищених стічних вод у поверхневі водойми, ґрунт чи зливову каналізацію.

6.8 Охорона поверхневих вод від забруднення повинна здійснюватися відповідно до вимог Постанови Кабінету Міністрів України № 465 від 25.03.1999 р. «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», а також інших чинних нормативно-правових актів у сфері водокористування та водовідведення.

6.9 Пакувальні матеріали, відходи полімерної тари, картону, етикеток та інші тверді відходи повинні збиратися окремо, зберігатися у спеціально відведених місцях і передаватися на повторне використання, перероблення, утилізацію або видалення відповідно до встановленого на підприємстві порядку та чинного законодавства України.

6.10 Мийні та дезінфекційні засоби необхідно використовувати згідно з інструкціями виробника. Їх зберігання, дозування, застосування та утилізація залишків повинні здійснюватися так, щоб унеможливити забруднення харчової сировини, готового продукту, пакувальних матеріалів, стічних вод, ґрунту та атмосферного повітря.

6.11 Контроль за дотриманням вимог охорони довкілля, поводженням з відходами, санітарним станом території, справністю каналізаційних, вентиляційних і очисних систем здійснює відповідальна особа, призначена наказом по підприємству.

7 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ

7.1 Пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю приймають партіями.

7.2 Партією вважають будь-яку кількість пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю однієї назви, виготовлену одним підприємством-виробником за однаковою рецептурою, з однорідної за якістю сировини, за однакових технологічних умов, протягом однієї зміни або іншого встановленого виробничого періоду, розфасовану в однотипну споживчу тару та оформлену одним документом про якість і безпеку.

7.3 Кожна партія пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю повинна

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

супроводжуватися документом про якість і безпечність установленної форми, у якому зазначають:

- назву підприємства-виробника, його адресу та адресу потужності виробництва;
- повну назву продукту;
- позначення цих ТУ;
- номер партії;
- дату та час виготовлення;
- масу нетто одиниці споживчого пакування;
- кількість одиниць споживчого пакування у партії;
- масу нетто партії;
- умови зберігання;
- строк придатності або кінцеву дату споживання «Вжити до»;
- результати контролювання органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників;
- підтвердження відповідності продукту вимогам чинного законодавства України щодо безпечності та якості харчових продуктів;
- прізвище, ініціали та підпис відповідальної особи, яка засвідчує якість і безпечність партії.

7.4 Для перевіряння відповідності пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю вимогам цих ТУ проводять приймально-здавальні та періодичні випробування.

7.5 Приймально-здавальним випробуванням підлягає кожна партія продукту.

Під час приймально-здавальних випробувань контролюють:

- стан споживчої та транспортної тари;
- правильність маркування;
- герметичність пакування;
- масу нетто;
- температуру продукту під час випуску з підприємства;
- органолептичні показники;

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

- фізико-хімічні показники: масову частку жиру, активну кислотність, титровану кислотність, масову частку сухих речовин або води;
- відсутність сторонніх домішок;
- мікробіологічні показники – згідно з програмою виробничого контролю підприємства.

7.6 Періодичні випробування проводять відповідно до затвердженого на підприємстві графіка виробничого лабораторного контролю, але не рідше одного разу на квартал, а також у разі зміни постачальника сировини, зміни рецептури, технологічного процесу, пакувальних матеріалів або умов зберігання.

Під час періодичних випробувань контролюють:

- масову частку білка;
- масову частку вуглеводів;
- масову частку харчових волокон;
- показники мікробіологічної безпеки;
- вміст токсичних елементів;
- вміст мікотоксинів;
- вміст радіонуклідів;
- залишкові кількості пестицидів;
- показники, що підтверджують стабільність продукту протягом строку придатності.

7.7 Контроль показників безпеки – токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів, залишкових кількостей пестицидів, антибіотиків та інших забруднювачів – здійснюють відповідно до чинних нормативно-правових актів України, програми виробничого контролю, плану НАССР та договорів із постачальниками сировини.

7.8 Відбирання проб для контролювання якості та безпеки пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю здійснюють від кожної партії продукту згідно з чинними нормативними документами на методи відбирання проб молока та молочних продуктів.

7.9 Обсяг вибірки, кількість точкових проб, масу об'єднаної проби та порядок

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

підготовки проб до випробування встановлюють згідно з чинними нормативними документами та внутрішніми інструкціями підприємства.

7.10 Для контролювання органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників проби відбирають із непошкоджених одиниць споживчого пакування, відібраних випадковим способом від різних місць партії.

7.11 Під час приймання партії перевіряють цілісність споживчого пакування. Не допускають до реалізації продукцію у тарі з такими дефектами:

- порушення герметичності;
- здуття пакування;
- механічне пошкодження тари;
- забруднення поверхні тари;
- нечітке або відсутнє маркування;
- ознаки витікання продукту;
- невідповідність дати виготовлення або строку придатності.

7.12 У разі отримання незадовільних результатів випробувань хоча б за одним органолептичним або фізико-хімічним показником проводять повторне випробування подвійної вибірки, відібраної від тієї самої партії.

7.13 Результати повторного випробування є остаточними та поширюються на всю партію.

7.14 У разі отримання незадовільних результатів за мікробіологічними показниками або показниками безпеки партію пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю до реалізації не допускають. Таку партію ізолюють, ідентифікують, проводять розслідування причин невідповідності та приймають рішення щодо її подальшого використання, перероблення, утилізації або знищення згідно з чинним законодавством України та процедурами підприємства.

7.15 Партія пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю вважається прийнятною, якщо за результатами контролювання вона відповідає вимогам цих ТУ, технологічної інструкції, рецептури та чинного законодавства України щодо безпеки та якості харчових продуктів.

7.16 Партію продукту, що не відповідає вимогам цих ТУ, прийманню не

підлягає і до реалізації не допускається. Причини невідповідності повинні бути задокументовані у встановленому на підприємстві порядку.

7.17 Порядок оформлення результатів приймання, зберігання протоколів випробувань, документів про якість і безпеність, актів невідповідності та коригувальних дій встановлює підприємство-виробник відповідно до процедур системи управління безпеністю харчових продуктів.

8 МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ

8.1 Відбирання проб пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю для проведення випробувань здійснюють згідно з чинними нормативними документами на правила відбирання проб молока та молочних продуктів, зокрема ДСТУ EN ISO 707, ДСТУ 4834 або іншими чинними НД.

Проби відбирають від кожної партії продукту з непошкоджених одиниць споживчого пакування. Перед проведенням випробувань проби доводять до температури, установлені методикою контролювання.

8.2 Органолептичні показники – зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак і запах – визначають візуально та органолептично за температури продукту від 10 °C до 14 °C.

Оцінювання проводять у чистому, добре освітленому приміщенні, без сторонніх запахів. Продукт перед оцінюванням перемішують до однорідного стану, якщо це не порушує цілісність споживчого пакування, або оцінюють безпосередньо після відкриття тари.

8.3 Масу нетто одиниці споживчого пакування визначають зважуванням на вагах відповідного класу точності. Результати порівнюють із масою, зазначеною у маркуванні, з урахуванням допустимих відхилів згідно з ДСТУ OIML R 87 або Р 50-056.

8.4 Масову частку вологи та сухих речовин визначають згідно з ДСТУ 8552, ДСТУ EN ISO 5534 або іншими чинними нормативними документами на методи визначання вологи та сухих речовин у молоці й молочних продуктах.

8.5 Масову частку жиру визначають згідно з ДСТУ ISO 2446 або іншими

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

чинними нормативними документами на методи визначання жиру в молоці та молочних продуктах.

8.6 Масову частку білка визначають згідно з ДСТУ EN ISO 8968-4 або іншими чинними нормативними документами на методи визначання вмісту азоту та білка у молоці й молочних продуктах.

8.7 Масову частку вуглеводів визначають розрахунковим методом за рецептурою або за різницею між 100 г продукту та сумою масових часток білка, жиру, вологи, золи, харчових волокон та інших визначених компонентів.

Результат виражають у грамах на 100 г продукту або у відсотках.

8.8 Масову частку харчових волокон визначають згідно з чинними нормативними документами або атестованими методиками виконання вимірювань, дозволеними до застосування у харчовій промисловості.

8.9 Активну кислотність, pH, визначають потенціометричним методом із використанням pH-метра згідно з чинними нормативними документами або атестованою методикою підприємства.

Перед вимірюванням електрод pH-метра калібрують за буферними розчинами. Вимірювання проводять у підготовленій пробі продукту за температури, установлені методикою.

8.10 Титровану кислотність визначають титрометричним методом і виражають у градусах Тернера, °Т, згідно з чинними нормативними документами на методи контролювання кислотності молока та молочних продуктів.

8.11 Виділення сироватки визначають методом центрифугування або гравіметричним методом відповідно до методики, затвердженої на підприємстві.

Масову частку виділеної сироватки обчислюють у відсотках за формулою:

$$X = \frac{m_1}{m_0} \times 100,$$

де: X – кількість виділеної сироватки, %;

m₁ – маса виділеної сироватки, г;

m₀ – маса наважки продукту, г.

8.12 Температуру продукту під час випуску з підприємства, транспортування та

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

зберігання визначають термометром або електронним вимірювачем температури відповідного класу точності.

Вимірювання проводять у контрольній одиниці споживчого пакування або в товщі продукту, якщо це передбачено методикою контролювання.

8.13 Герметичність споживчого пакування перевіряють візуально та, за потреби, методом легкого натискання на пакування або іншим методом, установленим на підприємстві.

Пакування вважають герметичним, якщо відсутні витікання продукту, здуття, механічні пошкодження, розриви швів, деформації кришки або інші дефекти, що можуть спричинити вторинне забруднення продукту.

8.14 Мікробіологічні показники контролюють згідно з чинними нормативними документами та методиками мікробіологічного контролювання харчових продуктів, зокрема:

- КМАФАнМ – згідно з ДСТУ ISO 4833 або іншими чинними НД;
- бактерії групи кишкової палички – згідно з ДСТУ IDF 73A або іншими чинними НД;
- *Staphylococcus aureus* – згідно з ДСТУ EN ISO 6888-1 або іншими чинними НД;
- *Salmonella* spp. – згідно з ДСТУ EN ISO 6579-1 або іншими чинними НД;
- *Listeria monocytogenes* – згідно з ДСТУ EN ISO 11290-1 або іншими чинними НД;
- дріжджі та плісняві гриби – згідно з чинними нормативними документами або атестованими методиками виконання вимірювань.

8.15 Вміст токсичних елементів – свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті, міді, цинку – визначають згідно з чинними нормативними документами або атестованими методиками виконання вимірювань, що забезпечують необхідну точність і межу виявлення.

Допускається використання атомно-абсорбційного, інверсійно-вольтамперометричного, мас-спектрометричного або іншого валідованого методу контролювання.

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

8.16 Вміст мікотоксинів, зокрема афлатоксину М1, афлатоксину В1 і патуліну, визначають згідно з чинними нормативними документами або атестованими методиками виконання вимірювань.

Контроль афлатоксину М1 здійснюють з урахуванням використання молочної сировини. Контроль афлатоксину В1 і патуліну здійснюють з урахуванням використання порошку сублімованої групи.

8.17 Вміст радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 визначають згідно з чинними нормативними документами та методиками радіологічного контролю харчових продуктів.

8.18 Вміст залишкових кількостей пестицидів визначають згідно з чинними нормативними документами, атестованими методиками виконання вимірювань або методиками, дозволеними до застосування для контролю харчової сировини та готових харчових продуктів.

8.19 Вміст антибіотиків та інших інгібувальних речовин у молочній сировині та готовому продукті контролюють згідно з чинними нормативними документами, експрес-методами або атестованими методиками, затвердженими в установленому порядку.

8.20 Контроль якості сировини та матеріалів здійснюють під час вхідного контролю кожної партії за супровідними документами постачальника, результатами органолептичної оцінки, фізико-хімічних, мікробіологічних та інших випробувань згідно з програмою виробничого контролю підприємства.

8.21 Контроль маркування здійснюють візуально шляхом перевіряння наявності, повноти, чіткості та достовірності інформації, нанесеної на споживче та транспортне пакування, відповідно до вимог цих ТУ і чинного законодавства України щодо інформації для споживачів про харчові продукти.

8.22 Контроль стану транспортної тари здійснюють візуально. Тара повинна бути чистою, сухою, нешкодженою, без стороннього запаху та забезпечувати збереження продукту під час транспортування і зберігання.

8.23 Контроль умов зберігання здійснюють шляхом реєстрації температури у холодильних камерах або холодильному обладнанні. Температура зберігання

повинна становити від 2 °С до 6 °С.

8.24 Контроль строку придатності здійснюють за датою виробництва, номером партії, кінцевою датою споживання «Вжити до» та записами у виробничій документації.

8.25 У разі застосування інших методів контролювання вони повинні бути не нижчими за точністю, відтворюваністю та чутливістю, ніж методи, установлені чинними нормативними документами.

8.26 Результати контролювання оформлюють протоколами випробувань, журналами виробничого контролю або іншими документами, установленими на підприємстві. Дані контролювання зберігають відповідно до процедур системи управління безпечністю харчових продуктів.

9 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ

9.1 Пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю транспортують усіма видами транспорту відповідно до правил перевезення швидкопсувних харчових продуктів, що діють на відповідному виді транспорту, з дотриманням установленного температурного режиму.

9.2 Транспортування продукту здійснюють у чистих, сухих, справних транспортних засобах із холодильним або ізотермічним обладнанням, що забезпечує підтримання температури продукту від 2 °С до 6 °С протягом усього періоду перевезення.

9.3 Транспортні засоби, призначені для перевезення пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю, повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам, бути чистими, без стороннього запаху, без слідів забруднення, шкідників, плісняви, залишків попередніх вантажів та речовин, що можуть негативно вплинути на якість і безпеність продукту.

9.4 Не допускається транспортування пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю разом із токсичними речовинами, хімічними матеріалами, сировиною з різким запахом, нехарчовими товарами, продукцією з ознаками псування або іншими вантажами, які можуть спричинити забруднення, зміну запаху, смаку чи

погіршення якості продукту.

9.5 Під час навантаження, транспортування та розвантаження необхідно забезпечувати цілісність споживчого та транспортного пакування, запобігати механічному пошкодженню тари, деформації пакування, порушенню герметичності, забрудненню продукції та дії прямих сонячних променів.

9.6 Транспортну тару з продуктом розміщують у транспортному засобі так, щоб забезпечити вільну циркуляцію охолодженого повітря, стійкість вантажу під час руху, недопущення зміщення, падіння, стискання або пошкодження пакування.

9.7 Не допускається заморожування пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю під час транспортування та зберігання.

9.8 Пасту сиркову з підвищеною біологічною цінністю зберігають у холодильних камерах, холодильних шафах або іншому холодильному обладнанні за температури від 2°C до 6°C та відносної вологості повітря не більше ніж 85 %.

9.9 Холодильні камери та обладнання для зберігання продукту повинні бути чистими, справними, без стороннього запаху, обладнаними засобами контролювання температури та забезпечувати стабільне підтримання встановленого температурного режиму.

9.10 Під час зберігання продукту необхідно дотримуватися товарного сусідства. Не допускається зберігання пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю разом із продуктами або матеріалами, що мають різкий специфічний запах, можуть бути джерелом мікробіологічного, хімічного чи фізичного забруднення або негативно впливати на якість продукту.

9.11 Продукт у транспортній тарі зберігають на піддонах, стелажах або полицях. Не допускається зберігання транспортної тари безпосередньо на підлозі, біля стін, опалювальних приладів, джерел тепла, у місцях дії прямих сонячних променів або в умовах, що можуть спричинити порушення температурного режиму.

9.12 Під час зберігання повинна забезпечуватися ідентифікація кожної партії продукту за номером партії, датою виготовлення, строком придатності та умовами зберігання.

9.13 Строк придатності пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

становить не більше **60 діб** з дати виготовлення за температури зберігання від **2 °С** до **6 °С** у герметично закритому споживчому пакуванні.

9.14 Після відкриття споживчого пакування продукт необхідно зберігати за температури від **2 °С** до **6 °С** і спожити протягом **24 годин**, якщо інше не встановлено виробником.

9.15 Не допускається реалізація продукту:

- після закінчення строку придатності;
- у пошкодженій або негерметичній тарі;
- з ознаками здуття пакування;
- з ознаками пліснявіння, газоутворення, бродіння або витікання продукту;
- у разі порушення встановленого температурного режиму транспортування чи зберігання;
- за відсутності або нечіткості маркування.

9.16 У разі виявлення порушення умов транспортування або зберігання партію продукту ідентифікують, ізолюють та приймають рішення щодо її подальшого використання, реалізації, перероблення, утилізації або знищення відповідно до процедур підприємства та чинного законодавства України.

9.17 Контроль температурного режиму під час транспортування та зберігання здійснюють за допомогою термометрів, термореєстраторів або інших засобів вимірювальної техніки, дозволених до застосування. Результати контролювання температури реєструють у відповідних журналах або електронних системах обліку.

9.18 У разі постачання продукції на експорт умови транспортування, зберігання, температурний режим, строки придатності та вимоги до пакування встановлюють у договорі або контракті, якщо вони не суперечать чинному законодавству України та вимогам цих ТУ.

10 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА

10.1 Виробник гарантує відповідність пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю вимогам цих ТУ за умови дотримання споживачем, торговельними організаціями та підприємствами громадського харчування

встановлених умов транспортування, зберігання та реалізації.

10.2 Паста сиркова з підвищеною біологічною цінністю повинна відповідати вимогам цих ТУ за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними показниками та показниками безпеки протягом усього строку придатності.

10.3 Строк придатності пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю становить не більше **60 діб** з дати виготовлення за температури зберігання від **2 °С** до **6 °С** у герметично закритому споживчому пакуванні.

10.4 Після відкриття споживчого пакування продукт необхідно зберігати за температури від **2 °С** до **6 °С** та спожити протягом **24 годин**, якщо інше не встановлено виробником і не зазначено у маркуванні.

10.5 Гарантійний строк зберігання відповідає строку придатності продукту, зазначеному у маркуванні, за умови дотримання встановлених температурних режимів транспортування та зберігання.

10.6 Виробник не несе відповідальності за якість і безпечність продукту у разі:

- порушення цілісності або герметичності споживчого пакування після випуску продукції з підприємства;
- недотримання температурного режиму транспортування або зберігання;
- зберігання продукту разом із речовинами або харчовими продуктами, що мають різкий специфічний запах або можуть спричинити забруднення;
- заморожування продукту;
- механічного пошкодження тари;
- реалізації або споживання продукту після закінчення строку придатності;
- недотримання умов зберігання після відкриття споживчого пакування.

10.7 Кожна партія пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю, що випускається з підприємства, повинна супроводжуватися документом про якість і безпечність установленої форми.

10.8 У разі виявлення невідповідності продукту вимогам цих ТУ у межах строку придатності та за умови дотримання встановлених правил транспортування і зберігання виробник зобов'язаний розглянути претензію споживача або замовника у встановленому порядку.

ТУ У 10.6-04718013-006:2023

10.9 Порядок пред'явлення, розгляду та задоволення претензій щодо якості та безпечності пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю встановлюють відповідно до чинного законодавства України, умов договору постачання та внутрішніх процедур підприємства-виробника.

10.10 Продукт, що не відповідає вимогам цих ТУ, має ознаки псування, порушення герметичності пакування, закінчений строк придатності або невстановлене походження, до реалізації та споживання не допускається.

ДОДАТОК А
(ДОВІДКОВИЙ)

**МЕТОД РОЗРАХУНКУ ПОЖИВНОЇ (ХАРЧОВОЇ) ЦІННОСТІ
ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ (КАЛОРІЙНОСТІ) У 100 г ПРОДУКТУ**

Для розрахунку енергетичної цінності сухих сніданків застосовують наступну формулу:

$$E = k_{б,в} \times (M_б + M_в) + k_{ж} \times M_{ж}, \quad (A.1)$$

де E – енергетична цінність, ккал;

$M_б$ – масова частка білка, г/100 г продукту;

$M_в$ – масова частка вуглеводів, г/100 г продукту;

$M_{ж}$ – масова частка жиру, г/100 г продукту;

$k_{б,в} = 4$ – коефіцієнт енергетичної цінності 1 г білка чи 1 г вуглеводів у продукті, ккал/г;

$k_{ж} = 9$ – коефіцієнт енергетичної цінності 1 г жиру в продукті, ккал/г.

Якщо потрібно подати енергетичну цінність (калорійність) у вигляді поживної (харчової) цінності, у кілоджоулях, використовують наступний перерахунок:

$$1 \text{ ккал} = 4,184 \text{ кДж}$$

ДОДАТОК Б
(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 ГОСТ 14192 Маркировка грузов (Маркування вантажів)
- 2 ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути (Сировина та продукти харчові. Методи визначення ртуті)
- 3 ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (Сировина та харчові продукти. Метод визначення миш'яку)
- 4 МУ 4082-86 Методичні вказівки з виявлення, ідентифікації та визначання афлотоксинів у продовольчій сировині та харчових продуктах за допомогою високоефективної рідинної хроматографії
- 5 МУ 5178-90 Методичні вказівки щодо виявлення та визначення вмісту загальної ртуті у харчових продуктах методом безполум'яної атомної абсорбції
- 6 ТІ 10.51-04718013-001:2026 Технологічна інструкція на виробництво пасти сиркової з підвищеною біологічною цінністю

ДОДАТОК Е

Акт впровадження результатів науково-дослідної роботи у виробничих умовах

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи у виробничих умовах

Замовник: ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» ТМ «Злагода», м. Дніпро
Керівник організації: Рошин Сергій Володимирович

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано згідно з планом науково-дослідної роботи Сумського національного аграрного університету за темою дисертаційного дослідження:

«Удосконалення технології сиркових паст з використанням молочної сироватки і компонентів рослинного походження»

Керівник роботи: к.т.н., доцент Назаренко Юлія Валентинівна

Здобувач: Пуригін Іван Олександрович

у межах науково-дослідної теми кафедри технологій та безпечності харчових продуктів Сумського національного аграрного університету:

«Розробка технологій виробництва харчових продуктів з доданою вартістю на принципах сталого розвитку» № держреєстрації 0124U002836

впроваджені у виробничих умовах ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» ТМ «Злагода», м. Дніпро.

1. Вид впроваджених результатів:	виробництво харчового продукту – паст сиркової термізованої з використанням концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева. Розроблена технологія передбачає використання такої рецептурної композиції: УФ сир – 69,0 %; концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації – 20,0 %; порошок сублімованої груші – 10,0 %; камедь ріжкового дерева – 1,0 %.
2. Характеристика масштабу впровадження:	дослідно-промислова партія.
3. Форма впровадження:	виробничий випуск дослідно-промислової партії сиркової паст термізованої.
4. Новизна результатів науково-дослідної роботи:	принципово нові для підприємства технологічні рішення, що полягають у поєднанні ультрафільтраційної сирної основи, концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, порошку сублімованої груші та натурального стабілізатора структури – камеді ріжкового дерева.
5. Дослідно-промислова перевірка:	дослідно-промислову перевірку проведено у виробничих умовах ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» ТМ «Злагода» у цеху виробництва кисломолочних продуктів. Акт виробничої апробації № NDA.
6. Впроваджені: у промисловому виробництві:	у технологічний процес виробництва пастоподібних молочних продуктів, зокрема сиркових паст термізованих з використанням концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, та компонентів рослинного походження.
у проєкті роботи:	під час розроблення рецептури, технологічної інструкції, проєкту технічних умов, виробничої технологічної схеми, норм витрат сировини та елементів системи HACCP для виробництва сиркової паст термізованої.

7. Річний економічний ефект:	очікуваний – 10681,32 тис. грн фактичний – 10681,32 тис. грн
8. Питома економічна ефективність впровадження результатів:	Питома економічна ефективність впровадження результатів полягає в одержанні прибутку 42,73 грн на 1 кг готового продукту. Розрахункова рентабельність продукції становить 19,82 %.
9. Обсяг впровадження:	дослідно-промислова партія пасти сиркової термізованої – 1000 кг готового продукту. Для виробництва 1000 кг готового продукту з урахуванням виробничих втрат 1,5 % використовується 1015,23 кг рецептурної суміші, у тому числі: УФ сир – 700,51 кг; концентрована молочна сироватка, отримана після нанофільтрації – 203,05 кг; порошок сублімованої груші – 101,52 кг; камедь ріжкового дерева – 10,15 кг.
10. Соціальний ефект:	розширення асортименту пастоподібних молочних продуктів функціонального спрямування, раціональне використання вторинної молочної сировини, підвищення харчової та біологічної цінності готового продукту, збагачення його харчовими волокнами, природними вуглеводами та біологічно цінними компонентами.
11. Науково-технічний ефект:	можливість впровадження у виробництво удосконаленої технології сиркової пасти термізованої на основі УФ сиру, з використанням концентрованої молочної сироватки, отриманої після нанофільтрації, порошку сублімованої груші та камеді ріжкового дерева. Розроблена технологія забезпечує формування однорідної пастоподібної структури, зменшення виділення сироватки під час зберігання, підвищення вологосв'язувальної здатності, поліпшення харчової та біологічної цінності продукту, а також можливість зберігання готової сиркової пасти за температури $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ упродовж 60 діб.

ВІД ЗАКЛАДУ ОСВІТИ

Керівник роботи

Юлія НАЗАРЕНКО
«02» 06 2026 р.

Здобувач

Іван ПУРИГІН
«02» 06 2026 р.**ВІД ПІДПРИЄМСТВА**

Голова правління

ПрАТ «Комбінат «Придніпровський»
ТМ «Злагода»Сергій РОЩИН
«02» 06 2026 р.