

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КОРОЛЬЧУК ІРИНА МИКОЛАЇВНА

УДК 637.138

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИРІВ М'ЯКИХ З КОЗИНОГО
МОЛОКА З ПРЯНОЩАМИ**

Спеціальність 181 – Харчові технології

Галузь знань 18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктор філософії

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

_____ І.М. Корольчук

Науковий керівник: Ющенко Наталія Михайлівна,
канд. техн. наук, доцент

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Корольчук І. М. Удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока з прянощами – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології». – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню технології сирів м'яких на основі козиного молока шляхом застосування комбінації прянощів, що дозволяє покращити технологічні властивості козиного молока, сприяє скороченню тривалості технологічного процесу, зменшенню втрат цінних складових молока та стабілізації показників якості вироблених продуктів при зберіганні.

Аналіз економічних та технологічних особливостей виробництва м'яких сирів, перспектив розвитку козівництва в Україні та тенденцій до збільшення частки продуктів оздоровчого харчування показав, що удосконалення технології білкових продуктів з козиного молока є актуальним напрямом розвитку вітчизняної науки та технології.

Перспективним є удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока за рахунок використання нових функціонально-технологічних компонентів рослинного походження, до яких належать прянощі.

Прянощі є перспективним функціонально-технологічним інгредієнтом, потенціал якого до сьогодні використаний у недостатній мірі. Введення до складу рецептур прянощів дозволяє цілеспрямовано формувати оригінальні органолептичні властивості готового продукту, а також збагатити продукти комплексом біологічно активних речовин, що виявляють фізіологічну активність, антиокислювальні, бактерицидні та бактеріостатичні властивості.

Здійснено підбір та визначено раціональну кількість використання ферментного та заквасочного препаратів у технології сирів м'яких з козиного

молока, оскільки здебільшого рекомендації щодо їх використання стосуються технологій продуктів на основі коров'ячого молока.

Обґрунтовано використання у технології сирів м'яких з козиного молока ферментного препарату СНУ-МАХ® М 1000 (Chr. Hansen, Данія) в кількості 50 ІМСУ/л молока та уточнено технологічні параметри коагуляції білків – тривалість зсідання 60 ± 1 хв за температури 35 ± 2 °С.

Застосування більш активних ферментних препаратів у цій технології не рекомендовано для запобігання занадто інтенсивного протеолізу з утворенням гірких пептидів, що спричиняє появу гіркої присмаку вироблених сирів.

Обґрунтовано застосування кислотного-сичужного способу зсідання білків молока та ароматотворювальної заквасочної мікрофлори, що є додатковим фактором нівелювання характерного присмаку козиного молока.

Встановлено доцільність використання заквашувального препарату прямого внесення RSF-736 (Chr. Hansen, Данія) у кількості 50 од. акт на 1 т молока, що забезпечує досягнення ізоелектричної точки (ІЕТ) білка кислотного-сичужним способом (рН 5,1...5,2) протягом 5,5 год.

Доведено доцільність введення кухонної солі у молоко на етапі нормалізації у кількості 0,55% від його маси, що забезпечує вміст солі у готовому продукті на рівні $2,3 \pm 0,1$ %. Встановлено, що додавання солі на етапі складання нормалізованої суміші сприяє утворенню більш щільного згустку та більш повному вилученню цінних складових молочної сировини.

Визначено, що введення прянощів знижує показник активної кислотності козиного молока у середньому на 0,2 од. рН та покращує структурно-механічні властивості згустків. Цей ефект, вочевидь, пов'язаний із адсорбцією на поверхні міцел казеїну компонентів прянощів та їх подальшою агрегацією.

Уточнено технологічні параметри підготовки прянощів, які передбачено вносити у нормалізовану суміш в сухому меленому (до 0,2 мм) вигляді з подальшою пастеризацією суміші за температури 76 ± 2 °С з витримкою 20-25с та фільтруванням із використанням вакуум-фільтрувальної установки.

Встановлено, що внесення імбиру та куркуми під час приготування нормалізованої суміші дещо сповільнює наростання показника активної кислотності на 0,25-0,28 од.рН та 0,4 од.рН відповідно, в той час, як введення гуньби сінної істотно не впливає на динаміку активної кислотності.

Обґрунтовано використання комбінації прянощів: гуньби сінної – 0,8% та куркуми – 0,2% з метою покращення технологічних властивостей козиного молока та підвищення споживчих властивостей готового продукту.

Удосконалено технологічну схему та визначено технологічні параметри виробництва сирів м'яких з козиного молока з прянощами та уточнено технологічні параметри виробництва сиру м'якого з козиного молока з прянощами: тривалість зсідання – 300 ± 10 хв за температури $32 \pm 2^\circ\text{C}$; розрізування згустку та постановка зерна – протягом 44 ± 2 хв,

Доведено можливість подовження терміну зберігання сиру м'якого з козиного молока з прянощами до 10 діб за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$ завдяки підвищенню санітарно-гігієнічних умов виробництва (внесення солі на етапі приготування нормалізованої суміші та виключення операції соління та обсушки сиру) та антимікробним властивостям прянощів.

Удосконалена технологія успішно апробована в умовах ТОВ «ЗБС. Здоров'я – Безпека – Сучасність».

Запровадження у виробництво нових видів м'яких сирів за удосконаленою технологією дозволить підвищити рентабельність продукції у середньому на 3,68%. Чистий прибуток підприємства при річному обсязі виробництва 10т готової продукції збільшиться на 41,74%.

Виробництво м'яких сирів з козиного молока з прянощами позитивно відобразиться на фінансово-економічному стані підприємства, а збільшення прибутку від впровадження технології можливе при збільшенні обсягів виробництва.

Впровадження у виробництво нових видів м'яких сирів дозволить розширити асортимент цієї групи продуктів вітчизняного виробництва, покращити структуру харчування населення за рахунок вживання білкових

продуктів, а внесення до їх складу прянощів забезпечить покращання споживчих властивостей продукції та підвищення стабільності показників якості впродовж зберігання.

Наукова новизна отриманих результатів

Вперше у виробництві сирів м'яких запропоновано додавання солі харчової на етапі нормалізації в кількості 0,55% від маси молока, що дозволяє підвищити вологоутримуючу здатність сирної маси у середньому на 3,5% за рахунок підвищення гідратаційних властивостей казеїну, збільшити вихід продукту на 5% та стабілізувати мікробіологічні показники готового продукту.

Вперше обґрунтовано доцільність введення прянощів – куркуми у кількості 0,2% та гуньби сінної у кількості 0,8% під час нормалізації молока у подрібненому до розміру частинок не більше 0,2 мм вигляді із витримуванням протягом 15...20 хв для покращення технологічних властивостей козиного молока, що забезпечує утворення більш щільного згустку, скорочення тривалості оброблення згустку у середньому на 5 ± 2 хв, зменшення втрат білка у молочну сироватку у середньому на 0,3%.

Встановлено, що використання у технології м'яких сирів з козиного молока гуньби сінної та куркуми стабілізує показники якості продуктів та подовжує термін їх зберігання до 10 діб за температури $4\pm 2^\circ\text{C}$ за рахунок антимікробних властивостей прянощів.

Встановлено можливість підвищення біологічної цінності сиру м'якого з козиного молока з прянощами за рахунок більш повного вилучення білків молока. Лімітуючою амінокислотою залишається валін, але його амінокислотний СКОР підвищується у середньому на 0,4%, а показник біологічної цінності білка збільшується у середньому на 0,6%.

Практична цінність отриманих результатів

Обґрунтовано використання у технології сирів м'яких з козиного молока ферментного препарату CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Данія) в кількості 50 ІМСУ/л молока, що забезпечує отримання щільного згустку з підвищеною

здатністю до синерезису – 46-48% та зменшує втрати молочного білку в сироватку.

Доведено доцільність використання у виробництві м'яких сирів з козиного молока заквашувального препарату прямого внесення RSF-736 (Chr. Hansen, Данія) у кількості 50 од.акт на 1 т молока з метою покращення синеретичних властивостей молочно-білкових згустків та нівелювання специфічного присмаку та аромату козиного молока за рахунок утворення ароматичних сполук, зокрема діацетилу та ацетоїну.

Обґрунтовано використання кислотного-сичужного способу коагуляції білків козиного молока та визначено раціональні технологічні параметри процесу – витримання протягом 5 годин за температури $(32\pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Удосконалено технологічну операцію соління сиру шляхом внесення кухонної солі в нормалізоване молоко в кількості 0,55%, що дозволить скоротити потребу у виробничих площах, покращити органолептичні та мікробіологічні показники готового продукту та подовжити термін зберігання готового продукту.

Розроблено комбінацію прянощів та визначено раціональну кількість введення прянощів: гуньба сінна – 0,8% та куркума – 0,2%.

Уточнено технологічні параметри виробництва сирів м'яких з козиного молока: прянощі передбачено вносити у сухому меленому (розмір часточок до 0,2 мм) вигляді в нормалізоване молоко, перед пастеризацією молока за температури 76°C з витримкою 20-25с, з подальшим фільтруванням за допомогою вакуум-фільтрувальної установки.

Запровадження у виробництво нових видів м'яких сирів за удосконаленою технологією дозволить підвищити рентабельність продукції у середньому на 3,68%. Чистий прибуток підприємства при річному обсязі виробництва 10т готової продукції збільшиться на 41,74%.

Впровадження у виробництво нових видів м'яких сирів з козиного молока дозволить розширити асортимент існуючих сирів, покращити структуру харчування населення за рахунок вживання білкових продуктів та

внесення до їх складу прянощів, покращить органолептичні та антиоксидантні властивості продукту.

Ключові слова: сир м'який, козине молоко, молочний білок, гуньба сінна, куркума, імбир.

Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Kochubei-Lytvynenko, O., **Korolchuk, I.**, Yushchenko, N., Kuzmyk, U., Frolova, N., Pasichny, V., & Mykoliv, I. (2019), Perspective the use of goat milk in the production of soft milk cheeses. *Ukrainian Journal of Food Science*, 250-263. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus, EBSCO host, Google Scholar* та ін)

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, теоретичне обґрунтування можливості включення прянощів до складу м'яких сирів підготовка матеріалів до друку.

3. **Корольчук, І. М.**, Ющенко, Н. М., Кочубей-Литвиненко, О. В., & Кузьмик, У. Г. (2021) Вивчення впливу прянощів на ступінь використання білка в технології м'яких сирів з козиного молока, *Наукові праці НУХТ 2021*, 27 (2), 187-196.

*Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus, EBSCO host, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar*.*

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, обґрунтування доцільності використання прянощів в технології м'яких сирів на основі козиного молока, визначено біологічну цінність та амінокислотний склад нових видів м'яких сирів, підготовка матеріалів до друку.

Стаття у закордонному науковому фаховому виданні (Словакія)

3. Frolova, N., Yushchenko, N., **Korolchuk, I.**, & Korablova, O. (2019), Prospects of using spices in technology soft-ripened goat cheese, *Agr.bio.div. Impr. Nut., Health Life Qual.*, 212–223. (Закордонне фахове видання)

Особистий внесок: підготовка дослідних зразків, визначено технологічні параметри підготовки внесення прянощів, дослідження впливу доданих прянощів на фізико-хімічні властивості молока та сироватки, визначення вологоутримуючої здатності видів м'яких сирів, підготовка матеріалів до друку.

Патент України на корисну модель

Корольчук, І.М. & Ющенко, Н.М. (2019). Патент України 141359. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

Особистий внесок: проведення літературного і патентного пошуку, порівняння та аналіз існуючих технологій, складання опису, формули винаходу та оформлення заявки на патент.

Список публікацій здобувача, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. **Корольчук, І.**, & Ющенко, Н. (2018). *Перспективність використання козячого молока для промислового виробництва м'яких сирів*. Матеріали 84 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”. Київ:НУХТ.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, дослідження сегменту українського ринку сирів, виявлення попиту українських споживачів, обґрунтування використання козиного молока в технології сирів м'яких, підготовка матеріалів до друку.

6. **Корольчук, І.**, Ющенко, Н., & Кузьмик, У., (2019). *Перспективність використання прянощів у технології м'яких сирів з козячого молока.*

Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій. Київ: НУХТ.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, щодо перспектив використання прянощів у технології сирів м'яких з козиного молока, літературне дослідження хімічного складу прянощів, підготовка матеріалів до друку.

7. Корольчук, І., Кочубей-Литвиненко, О.В., Ющенко, Н.М., Фролова, Н.П., & Кузьмик, У.Г. (2019) *Удосконалення технології сирів м'яких козячих з куркумою та гуньбою сінною.* Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції». Київ: НУХТ.

Особистий внесок: дослідження впливу доданих прянощів на смако-ароматичні, технологічні та фізико-хімічні властивості нових видів сирів м'яких, підготовка матеріалів до друку.

8. Корольчук, І., Ющенко, Н., & Кузьмик, У. (2020). *Особливості вибору заквашувальних та ферментних препаратів при виробництві м'яких сирів з козиного молока.* Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті". Київ: НУХТ.

Особистий внесок: підбір ферментних препаратів та заквашувальних культур для використання в технології м'яких сирів на основі козиного молока, підготовка матеріалів до друку.

9. Корольчук, І., Ющенко, Н., Кузьмик, У. (2021). *Обоснование выбора заквасочного препарата для производства мягких сыров на основе козьего молока.* Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Т38 XII Международной науч. конф. студентов и аспирантов. Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». Могилев: МГУП.

Особистий внесок: підбір заквашувальних культур для використання в технології м'яких сирів на основі козиного молока, підготовка матеріалів до друку.

SUMMARY

Korolchuk I. Improvement of technology of soft cheeses from goat milk with spices - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of the educational and scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty 181 "Food technologies". - National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to improving the technology of soft cheeses based on goat milk by using a combination of spices, which improves the technological properties of goat milk, reduces the duration of the process stabilization of quality indicators of manufactured products during storage.

The analysis of economic and technological features of soft cheese production, prospects of goat breeding in Ukraine and tendencies to increase the share of health food products showed that improving the technology of protein products from goat's milk is an important area of domestic science and technology.

It is promising to improve the technology of soft cheeses from goat's milk through the use of new functional and technological components of plant origin, which include spices.

Spices are a promising functional and technological ingredient, the potential of which is still insufficiently used. The introduction of spice formulations allows to purposefully form the original organoleptic properties of the finished product, as well as to enrich the products with a complex of biologically active substances that exhibit physiological activity, antioxidant, bactericidal and bacteriostatic properties.

The selection and determination of the rational amount of the use of enzyme and yeast preparations in the technology of soft cheeses from goat's milk was carried

out, as most of the recommendations for their use relate to the technology of products based on cow's milk.

The use of the enzyme preparation CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Denmark) in the amount of 50 IMCU / l of milk in the technology of soft goat milk cheeses is substantiated and the technological parameters of protein coagulation are specified - coagulation duration 60 ± 1 min at $35 \pm 2^\circ\text{C}$.

The use of more active enzyme preparations in this technology is not recommended to prevent too intense proteolysis with the formation of bitter peptides, which causes a bitter taste of the cheese produced.

The use of acid-rennet method of coagulation of milk proteins and aroma-forming starter microflora is substantiated, which is an additional factor in leveling the characteristic taste of goat's milk.

The expediency of using the fermentation preparation of direct application of RSF-736 (Chr. Hansen, Denmark) in the amount of 50 units per 1 ton of milk, which ensures the achievement of the isoelectric point (IET) of the protein by acid-rennet method (pH 5.1... 5.2) for 5.5 hours

The expediency of introducing table salt into milk at the stage of normalization in the amount of 0.55% by weight is proved, which ensures the salt content in the finished product at the level of $2.3 \pm 0.1\%$. It is established that the addition of salt at the stage of preparation of the normalized mixture promotes the formation of a denser clot and a more complete extraction of valuable components of raw milk.

It is determined that the introduction of spices reduces the active acidity of goat's milk by an average of 0.2 units. pH and improves the structural and mechanical properties of clots. This effect is apparently related to the adsorption on the surface of casein micelles of spice components and their subsequent aggregation.

The technological parameters of spice preparation are specified, which are planned to be added to the normalized mixture in dry ground (up to 0.2 mm) form, followed by pasteurization of the mixture at a temperature of $76 \pm 2^\circ\text{C}$ with a holding time of 20-25 s and filtration using a vacuum filter unit.

It was established that the introduction of ginger and turmeric when cooking the mixture normalized somewhat slows the growth rate of active at pH 0,25-0,28 od.rN od.rN and 0.4 respectively, while the introduction of fenugreek not significantly affect dynamics of active acidity.

The use of a combination of spices is justified: fenugreek - 0.8% and turmeric - 0.2% in order to improve the technological properties of goat's milk and increase the consumer properties of the finished product.

The technological scheme was improved and the technological parameters of production of soft cheeses from goat's milk with spices were determined and the technological parameters of production of soft cheese from goat's milk with spices were specified: clotting time - 300 ± 10 min at $32 \pm 2^\circ\text{C}$; bunch cutting and setting grain - for 44 ± 2 min.

The possibility of extension of the storage soft cheese from goat milk with spices to 10 days at $4 \pm 2^\circ\text{C}$ due to the increase of sanitary and hygienic conditions of production (introduction of salt at the stage of preparation of the normalized mixture and exclusion of the operation of pickling and drying of cheese) and antimicrobial properties of spices.

The advanced technology has been successfully tested in the conditions of TOV "ZBS. Zdorovya-Bezpeka-Suchasnist".

The introduction of new types of soft cheeses using advanced technology will increase the profitability of products by an average of 3.68%. The company's net profit with an annual production of 10 tons of finished products will increase by 41.74%.

The production of soft cheeses from goat's milk with spices will have a positive effect on the financial and economic condition of the enterprise, and an increase in profits from the introduction of technology is possible with increasing production.

The introduction of new types of soft cheeses will expand the range of this group of domestic products, improve the nutrition of the population through the use

of protein products, and the introduction of spices will improve the consumer properties of products and increase the stability of quality during storage.

Scientific novelty of the obtained results

For the first time in the production of soft cheeses it is proposed to add salt at the stage of normalization in the amount of 0.55% by weight of milk, which allows to increase the moisture holding capacity of cheese by an average of 3.5% by increasing product yield by 5% and stabilize the microbiological parameters of the finished product.

For the first time, the expediency of introducing spices - turmeric in the amount of 0.2% and fenugreek in the amount of 0.8% during the normalization of milk in crushed to a particle size of not more than 0.2 mm with aging for 15... 20 min to improve the technological properties of goat milk, which provides the formation of a denser clot, reducing the duration of processing of the clot by an average of 5 ± 2 min, reducing the loss of protein in whey by an average of 0.3%.

It is established that the use in the technology of soft cheeses from goat's milk fenugreek and turmeric stabilizes the quality of products and extends their shelf life to 10 days at a temperature of $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ due to the antimicrobial properties of spices.

The possibility of increasing the biological value of soft goat's milk cheese with spices due to a more complete extraction of milk proteins has been established. Valine remains the limiting amino acid, but its amino acid score increases by an average of 0.4%, and the biological value of the protein increases by an average of 0.6%.

The practical value of the obtained results

The use of the enzyme preparation CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Denmark) in the amount of 50 IMCU / l of milk in the technology of goat milk soft cheeses is substantiated, which provides a dense clot with increased syneresis capacity - 46 -48% and reduces the loss of milk protein in whey.

The expediency of using in the production of soft cheeses from goat's milk fermentation preparation DVS RSF-736 (Chr. Hansen, Denmark) in the amount of 50 units per 1 ton of milk to improve the synergetic properties of milk-protein clots and level the specific taste and aroma of goat's milk due to the formation of aromatic compounds, in particular diacetyl and acetoin.

The use of acid-rennet method of coagulation of goat's milk proteins is substantiated and rational technological parameters of the process - aging are determined for 5 hours at a temperature of $(32 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Improved technological operation of cheese pickling by adding table salt to normalized milk in the amount of 0.55%, which will reduce the need for production areas, improve organoleptic and microbiological parameters of the finished product and extend the life storage of the finished product.

A combination of spices was developed and a rational amount of spices was determined: fenugreek - 0.8% and turmeric - 0.2%.

The technological parameters of production of soft cheeses from goat's milk are specified: spices are added in dry ground (particle size up to 0.2 mm) form in normalized milk, before pasteurization of milk at a temperature of 76°C with a holding time of 20-25s, followed by filtration. by means of the vacuum filtering installation.

The introduction of new types of soft cheeses using advanced technology will increase the profitability of products by an average of 3.68%. The company's net profit with an annual production of 10 tons of finished products will increase by 41.74%.

The introduction of new types of soft cheeses from goat's milk will expand the range of existing cheeses, improve the structure of the population through the use of protein products and spices, improve the organoleptic and antioxidant properties of the product.

Key words: soft cheese, goat's milk, milk protein, fenugreek, turmeric, ginger.

List of applicant's publications in which the main scientific results of the dissertation are published

Articles in scientific professional publications of Ukraine

1. Kochubei-Lytvynenko, O., **Korolchuk, I.**, Yushchenko, N., Kuzmyk, U., Frolova, N., Pasichny, V. , & Mykoliv, I. (2019), Perspective the use of goat milk in the production of soft milk cheeses. *Ukrainian Journal of Food Science*, 250-263. *Sciencemagazine included in the approved list of professional publications MES Ukraine of TechnicalSciencesInternational Indexing: Index Copernicus, EBSCO host, Google ,etc.*

Personal contribution: conducting a literary search, theoretical substantiation of the possibility of including spices in the composition of soft cheeses, preparation of materials for printing.

2. **Korolchuk, I.M.**, Yushchenko, N.M., Kochubey-Litvinenko, O.V., & Kuzmyk, U.G. (2021) Study of the influence of spices on the degree of protein use in the technology of soft goat cheeses milk, *Scientific works of NUHT 2021*, 27 (2), 187-196.*The scientific journal is included in the List of professional editions of Ukraine on technical sciences approved by the Ministry of Education and Science; international indexing: Index Copernicus, EBSCO host, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar.*

Personal contribution: conducting a literary search, substantiation of the expediency of using spices in the technology of soft cheeses based on goat's milk, determined the biological value and amino acid composition of new types of soft cheeses, preparation of materials for printing.

Article in a foreign scientific professional publication (Slovakia)

3. Frolova, N., Yushchenko, N., **Korolchuk, I.**, & Korablova, O. (2019), Prospects of using spices in technology soft-ripened goat cheese, *Agr.bio .div. Impr. Nut., Health Life Qual.*, 212–223. *(Foreign professional publication)*

Personal contribution: preparation of prototypes, determined technological parameters of preparation of spices, research of influence of added spices on physical and chemical properties of milk and whey, determination of moisture holding capacity of soft cheeses, preparation of materials for printing.

Patent of Ukraine for utility model

Korolchuk, I.M. & Yushchenko, N.M. (2019). Patent of Ukraine 141359. Kyiv: Ukrainian Institute of Intellectual Property.

Personal contribution: conducting a literary and patent search, comparing and analyzing existing technologies, compiling a description, claims and filing a patent application.

Publications in scientific conferences:

5. **Korolchuk, I., & Yushchenko, N.** (2018). *Prospects for the use of goat's milk for the industrial production of soft cheeses*. Proceedings of the 84th International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduate Students and Students "Scientific Achievements of Youth - Solving the Problems of Human Nutrition in the XXI Century". Kyiv: NUHT.

Personal contribution: conducting a literary search, research of the segment of the Ukrainian cheese market, identification of the demand of Ukrainian consumers, substantiation of the use of goat's milk in the technology of soft cheeses, preparation of materials for printing.

6. **Korolchuk, I., Yushchenko, N., & Kuzmik, U.,** (2019). *Prospects for the use of spices in the technology of soft cheeses from goat's milk*. Proceedings of the 85th Jubilee International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduate Students and Students "Scientific Achievements of Youth - Solving the Problems of Human Nutrition in the XXI Century", dedicated to the 135th anniversary of the National University of Food Technologies. Kyiv: NUHT.

Personal contribution: conducting a literary search on the prospects for the use of spices in the technology of soft cheeses from goat's milk, literary search for the chemical composition of spices, preparation of materials for printing.

7. **Korolchuk, I.**, Kochubey-Litvinenko, OV, Yushchenko, NM, Frolova, NP, & Kuzmik, UG (2019) *Improving the technology of soft goat cheeses with turmeric and fenugreek*. Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference "Scientific Problems of Food Technology and Industrial Biotechnology in the Context of European Integration". Kyiv: NUHT.

Personal contribution: research of influence of the added spices on taste-aromatic, technological and physical-chemical properties of new types of soft cheeses, preparation of materials for the press.

8. **Korolchuk, I.**, Yushchenko, N., & Kuzmik, U. (2020). *Features of the choice of fermenting and enzyme preparations in the production of soft cheeses from goat's milk*. Proceedings of the 86th International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduate Students and Students "Scientific Achievements of Youth - Solving the Problems of Human Nutrition in the XXI Century". Kyiv: NUHT.

Personal contribution: selection of enzyme preparations and fermentation cultures for use in the technology of soft cheeses based on goat's milk, preparation of materials for printing.

9. **Korolchuk, I.**, Yushchenko, N., Kuzmik, U. (2021). *Rationale for the choice of sourdough for the production of soft cheeses based on goat's milk*. Technique and technology of food production: abstracts of reports T38 XII International scientific. conf. students and graduate students. Educational institution "Mogilev State University of Food". Mogilev: MGUP.

Personal contribution: selection of fermentation crops for use in the technology of soft cheeses based on goat's milk, preparation of materials for printing.

ЗМІСТ

ВСТУП	22
РОЗДІЛ 1 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯКИХ СИРІВ	28
1.1 Аналіз сучасного стану технології м'яких сирів.....	28
1.2 Обґрунтування доцільності та пошук шляхів удосконалення технології м'яких сирів.....	31
1.3 Біотехнологічні та фізико-хімічні основи виробництва м'яких сирів з козиного молока	37
1.4 Перспективи використання натуральних прянощів у технології м'яких сирів.....	52
Висновки до розділу 1	57
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	59
2.1 Організація проведення досліджень.....	59
2.2. Об'єкт та предмет досліджень.....	59
2.3 Обладнання і методи досліджень.....	65
2.3.1 Стендове обладнання для проведення досліджень.....	65
2.3.2. Стандартні методи дослідження.....	67
2.3.3 Спеціальні методи досліджень.....	69
2.4 Опис технології сирів м'яких кислотно-сичужним способом	77
2.5 Математичні та статистичні методи оброблення результатів експериментальних досліджень.....	78
Висновки до розділу 2	81
РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ОБґРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ПРЯНОЩІВ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯКИХ СИРІВ	82
3.1 Обґрунтування вибору виду та визначення раціональної кількості молокозсідального препарату	82
3.2 Обґрунтування вибору заквашувального препарату для виробництва сирів м'яких з козиного молока.....	90

3.3	Обґрунтування доцільності та раціональної кількості введення кухонної солі у нормалізовану суміш до теплового оброблення	93
3.4	Вплив виду та способу підготовки прянощів на показник активної кислотності козиного молока	95
3.5	Вплив виду та кількості прянощів на фізико-хімічні властивості кислотно-сичужних згустків.....	96
3.6	Наукове обґрунтування раціонального співвідношення гуньби сінної та куркуми для подальшого використання у технології сиру м'якого з козиного молока з прянощами.....	107
3.7	Дослідження впливу прянощів на ζ -потенціал ВМС, електропровідність та дисперсний склад козиного молока з прянощами.....	113
3.8	Вплив тривалості витримки після розрізання на синергетичні властивості сирного згустку.....	118
3.9	Обґрунтування тривалості вимішування сирного згустку.....	120
3.10	Визначення тривалості самопресування нових видів сирів м'яких з козиного молока.....	121
3.11	Визначення впливу доданих прянощів на вологоутримуючу здатність, вихід та вміст сухих речовин сирів м'яких	122
	Висновки до розділу 3.....	123
	РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ, ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА ОБґРУНТУВАННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ СИРІВ М'ЯКИХ З КОЗИНОГО МОЛОКА З ПРЯНОЩАМИ ЗА УДОСКОНАЛЕНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ.....	126
4.1	Розробка технологічної схеми виробництва сирів м'яких та уточнення технологічних параметрів виробництва.....	126
4.2	Визначення показників якості та харчової цінності сирів м'яких.....	131
4.3	Обґрунтування терміну зберігання нових видів м'яких сирів.....	133
4.4	Економічна ефективність впровадження технології нових видів м'яких сирів.....	145

4.5 Соціальна значущість впровадження технології нових видів м'яких сирів.....	147
Висновки до розділу 4.....	147
ВИСНОВКИ.....	150
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	152
ДОДАТКИ.....	168
Додаток А Акт промислової апробації технології сирів м'яких з козиного молока з прянощами.....	168
Додаток Б Протокол дегустації сирів м'яких з козиного молока з прянощами в виробничих умовах ТОВ “ЗБС. Здоров'я - Безпека - Сучасність”.....	172
Додаток В Протокол мікробіологічних досліджень сирів м'яких з козиного молока з прянощами.....	174
Додаток Г Список опублікованих праць за темою дисертації.....	176

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СЗМЗ – сухий знежирений молочний залишок;

ВУЗ – вологоутримуюча здатність;

КУО – колонієутворюючі одиниця (показник кількості життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму);

IMCU – умовні одиниці активності (International Milk Clotting Unit);

VLOG – стандарт сертифікації «БЕЗ ГМО»;

БЦ – біологічна цінність;

ВМС – високомолекулярна сполука;

ІЕТ – ізоелектрична точка;

СР – сухі речовини;

МС – м'який сир;

М.ч.В. – масова частка вологи;

М.ч.Б – масова частка білка;

A_w – активність води;

РЧР - розподіл числа частинок;

ММР - молекулярно-масовий розподіл.

ВСТУП

Проблема харчування є однією з найважливіших соціальних проблем. Життя людини, її здоров'я і праця неможливі без повноцінної їжі.

Обґрунтування вибору теми дослідження. Відповідно до змін у структурі харчування населення країни й дефіциту білка все більша увага приділяється питанню збільшення використання білкових ресурсів на харчові цілі, у тому числі створенню нових продуктів.

В організації правильного харчування першорядна роль відводиться молочним продуктам. Це повною мірою відноситься і до сиру, поживна цінність якого обумовлена високою концентрацією в ньому молочного білка і жиру, наявністю незамінних амінокислот, солей кальцію і фосфору, необхідних для нормального розвитку організму людини.

Аналіз економічних і технологічних особливостей виробництва м'яких сирів, перспектив розвитку козівництва в Україні та тенденцій до збільшення частки продуктів оздоровчого харчування показав, що удосконалення технології білкових продуктів з козиного молока є актуальним напрямом розвитку вітчизняної науки та технології.

Перспективним є удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока за рахунок використання нових функціонально-технологічних компонентів рослинного походження, до яких належать прянощі.

Прянощі є перспективним функціонально-технологічним інгредієнтом, потенціал якого до сьогодні використаний у недостатній мірі. Введення до складу рецептур прянощів дозволяє цілеспрямовано формувати оригінальні органолептичні властивості готового продукту, а також збагатити його комплексом біологічно активних речовин, що виявляють фізіологічну активність, антиокислювальні, бактерицидні та бактеріостатичні властивості.

Удосконаленню технології сирів м'яких, у тому числі із використанням козиного молока, присвячені праці таких відомих вчених, як В. В. Власенко,

2015, С. В. Іванов, 2014, В.Khill, 2007, О.Аттаіе, М.Вrien, 2009, R.R.Bhattarai, 2012, Т.М.Рижкова, 2017.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано в Національному університеті харчових технологій (НУХТ) в межах держбюджетної науково-дослідної роботи «Наукові засади розроблення ресурсоощадних технологій білоквмісних поліфункціональних концентратів для харчових продуктів цільового призначення» (номер держреєстрації 0117U001243). Результати дисертаційної роботи впроваджено у наукову роботу кафедри технології молока і молочних продуктів Національного університету харчових технологій (м. Київ).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока шляхом застосування сучасних ферментних та заквашувальних препаратів та використання прянощів як функціонально-технологічних інгредієнтів.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані наступні **задачі**:

- визначити перспективні напрями удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока;
- обґрунтувати спосіб виробництва та здійснити підбір ферментного препарату для виробництва сирів м'яких з козиного молока;
- здійснити вибір заквашувального препарату для виробництва сирів м'яких з козиного молока;
- визначити спосіб та технологічні параметри соління у виробництві сирів м'яких з козиного молока;
- обґрунтувати вибір прянощів та визначити раціональну кількість та технологічні параметри введення;
- обґрунтувати технологічну необхідність застосування прянощів у технології м'яких сирів з козиного молока;
- розробити технологічну схему та визначити технологічні параметри виробництва м'яких сирів з прянощами;

– визначити органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості нових видів м'яких сирів з прянощами, здійснити оцінку харчової та енергетичної цінності;

– обґрунтувати гарантійний термін зберігання сиру м'якого за удосконаленою технологією;

– здійснити промислову апробацію удосконаленої технології та оцінку її економічної ефективності.

Методи дослідження. Сучасні загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, органолептичні, а також математичні (статистична обробка результатів експериментальних досліджень).

Наукова новизна отриманих результатів

Вперше у виробництві сирів м'яких запропоновано додавання солі харчової на етапі нормалізації в кількості 0,55% від маси молока, що дозволяє підвищити вологоутримуючу здатність сирної маси у середньому на 3,5% за рахунок підвищення гідратаційних властивостей казеїну, збільшити вихід продукту на 5% та сприяє стабілізації мікробіологічних показників готового продукту.

Вперше обґрунтовано доцільність введення прянощів – куркуми у кількості 0,2% та гуньби сінної у кількості 0,8% під час нормалізації молока у подрібненому до розміру частинок не більше 0,2 мм вигляді із витримуванням протягом 15...20 хвилин для покращення технологічних властивостей козиного молока, що забезпечує утворення більш щільного згустку, скорочення тривалості оброблення згустку у середньому на 5 ± 2 хв та зменшення втрат білка у молочну сироватку у середньому на 0,3%.

Встановлено, використання у технології м'яких сирів з козиного молока гуньби сінної та куркуми дозволяє стабілізувати показники якості продуктів та обґрунтувати можливість продовження терміну їх зберігання до 10 діб за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, що можна пояснити антимікробними властивостями прянощів.

Визначено підвищення біологічної цінності сиру м'якого з козиного молока з прянощами за рахунок більш повного вилучення білків молока. Лімітуючою амінокислотою залишається валін, але його амінокислотний СКОР підвищується у середньому на 0,4%; показник біологічної цінності білка збільшується у середньому на 0,6%.

Практична цінність отриманих результатів

Обґрунтовано використання у технології сирів м'яких з козиного молока ферментного препарату СНУ-МАХ® М 1000 (Chr. Hansen, Данія) в кількості 50 ІМСУ/л молока, що забезпечує отримання щільного згустку з підвищеною здатністю до синерезису 46-48% та зменшує втрати молочного білку в сироватку.

Доведено доцільність використання у виробництві м'яких сирів з козиного молока заквашувального препарату прямого внесення RSF-736 (Chr. Hansen, Данія) у кількості 50 од.акт на 1 т молока з метою покращення синеретичних властивостей молочно-білкових згустків та нівелювання специфічного присмаку та аромату козиного молока за рахунок утворення ароматичних сполук, зокрема діацетилу та ацетоїну.

Обґрунтовано використання кислотного-сичужного способу коагуляції білків козиного молока та визначено раціональні технологічні параметри процесу – витримування протягом 5 годин за температури $(32\pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Удосконалено технологічну операцію соління сиру шляхом внесення кухонної солі в нормалізоване молоко в кількості 0,55%, що дозволить скоротити виробничі площі, покращити органолептичні та мікробіологічні показники готового продукту та подовжити термін зберігання.

Розроблено комбінацію прянощів та визначено раціональну кількість введення прянощів: гуньба сінна – 0,8% та куркума – 0,2%.

Уточнено технологічні параметри виробництва сирів м'яких з козиного молока: прянощі передбачено вносити у сухому меленому (до 0,2 мм) вигляді в нормалізоване молоко, перед пастеризацією молока за температури 76°C , з

витримкою 20-25с, з подальшим фільтруванням за допомогою вакуум-фільтрувальної установки.

Запровадження у виробництво нових видів м'яких сирів за удосконаленою технологією дозволить підвищити рентабельність продукції у середньому на 3,68%. Чистий прибуток підприємства при річному обсязі виробництва 10т готової продукції збільшиться на 41,74%.

Впровадження у виробництво нових видів м'яких сирів з козиного молока дозволить розширити асортимент існуючих сирів, покращити структуру харчування населення за рахунок вживання білкових продуктів, внесення до їх складу прянощів, покращить органолептичні та антиоксидантні властивості продукту.

Особистий внесок здобувача. Підбір та аналіз літературних даних, планування і проведення експериментів, статистичне оброблення отриманих результатів, їх аналіз, опис та інтерпретація, підготовка матеріалів до опублікування, оформлення патентів, розроблення проекту нормативної документації, участь у промисловій апробації розробок здійснено дисертантом особисто за методичної та наукової допомоги кандидата технічних наук, доцента Н.М. Ющенко.

Дослідження поверхневого заряду макрочастинок козиного молока з функціонально-технологічними інгредієнтами, дисперсного складу та електропровідності сумішей – спільно з кандидатом технічних наук, старшим науковим співробітником, завідувачем Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ А.І. Мариніним. Математичне моделювання виконано спільно з кандидатом технічних наук, асистентом кафедри інформатики НУХТ Н.М. Бреус.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на: 84-86 Наукових конференціях молодих вчених, аспірантів та студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, НУХТ, 2018-2020 рр.); VIII міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми

харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції» (Київ, НУХТ, 2019 р.) та XII Международной науч. конф. студентов и аспирантов (Республика Беларусь, Могильовський державний університет продовольства, 2021 р.).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 9 наукових праць, у тому числі: 2 статті – у наукових фахових виданнях України, 1 стаття – у закордонному фаховому виданні (Словачія); 5 тез доповідей у збірниках матеріалів міжнародних наукових і науково-технічних конференцій. Одержано 1 деклараційний патент України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, що нараховують 150 найменувань, 4 додатки. Робота містить 132 сторінку основного тексту, 37 рисунків та 35 таблиці.

РОЗДІЛ 1. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯКИХ СИРІВ

1.1 Аналіз сучасного стану технології м'яких сирів

Виробництво сирів є одним з основних сегментів українського харчового ринку, який динамічно розвивається. Сьогодні в країні виробництвом сирів займаються більше ніж 150 підприємств, 2/3 із яких виробляють тверді сичужні сири, решта – м'які та перероблені (плавлені) (2014).

В Україні ринок представлений переважно твердими сирами («Російський», «Голландський», «Сметанковий» та ін.) і тільки невеликою кількістю м'яких сирів. Тоді як в європейських країнах (Німеччина, Франція, Італія та ін.) переважає виробництво м'яких сирів. Крім розширення асортименту м'яких сирів, також значну увагу приділяють підвищенню їх харчової цінності, насамперед отриманню сиру з максимальною концентрацією всіх складових частин молока (Kitchenko, 2017; Bilyk, Dronyk, Slyvka, & Gutyj, 2017). З аналізу досліджень видно, що французи споживають більше м'яких сичужних сирів, аніж твердих, і це добре впливає на їхнє здоров'я (Turchyn, & Maksimova, 2018).

За даними Euromonitor International, частка м'яких сирів на ринку 26 країн, які виробляють 80 % від світового виробництва сирів, складає 38 % (Мироненко, & Усатюк, 2015). На споживчому ринку нашої країни цей сегмент, в основному, представлений сирами, які експортують з країн Західної Європи.

М'який сир – високоякісний білковий харчовий продукт, який отримують шляхом ферментативного, кислотного або кислотно-сичужного зсідання спеціально підготовленого молока, з обробленням згустку, формуванням сирної маси і подальшим визріванням або без нього.

За способом утворення згустку розрізняють три способи виробництва м'якого сиру: кислотний, кислотно-сичужний та термокальцієвий (Мироненко, & Усатюк, 2015; Дидух, 2008).

Сир є одним з найдавніших харчових продуктів із високою біологічною та енергетичною цінністю, містить незамінні і більш прості сполуки білкового і небілкового азоту, які легко і швидко засвоюються. Крім того, сири містять і комплекс жиру, масова частка якого коливається від (5-10) % до 60 % в сухій речовині, і водорозчинні вітаміни, а також багато мікроелементів. Смак сиру в достатній мірі залежить від вмісту жиру і його стану. Сир є динамічною системою, яка докорінно змінюється під час дозрівання. Сучасна промислова технологія сировиробництва базується на численних працях вітчизняних вчених (Семко, 2016).

Корисні властивості м'яким сирам надають вітаміни та мінеральні речовини, які він містить. Сири багаті на аскорбінову кислоту, яка зміцнює імунітет і підвищує захисні функції організму. Завдяки наявності вітамінів групи В нормалізується діяльність нервової системи, що своєю чергою, допоможе позбутися безсоння, стресу і втоми. До складу м'яких сирів входить сірка, яка відповідає за водно-електролітний баланс. Враховуючи взаємний вплив фосфору і кальцію, відбувається процес зміцнення і відновлення кісткової тканини. Калій, який теж є в м'якому сирі, сприятливо позначається на діяльності серцево-судинної системи, магній – потрібний для серця, натрій – знижує ризик виникнення зневоднення організму. При регулярному споживанні м'яких сирів поліпшується стан шкіри і зору, а також нормалізуються обмінні процеси в організмі (Samilyk, 2017).

Перевагами виробництва м'яких сирів серед інших є: ефективне використання сировини; можливість реалізації сиру без визрівання або з коротким терміном визрівання (не більше 14 діб); високі органолептичні показники; високі харчова та біологічна цінність; швидка оборотність капіталовкладень (Скрипніченко, & Ткаченко, 2016).

Асортимент сиру нараховує кілька сотень найменувань. Особливу категорію складають м'які кислотно-сичужні сири, які поділяють на кілька груп, що мають принципові відмінності в способах зсідання молока, мікробіологічних та фізико-хімічних основ виробництва.

М'які кислотно-сичужні сири – це продукти, одержувані шляхом комбінованого зсідання молока з подальшою обробкою сирного згустку і сирної маси, з дозріванням або без нього. Зсідання досягається шляхом додавання до молока закваски молочнокислих бактерій і ферментного препарату. Сири цієї групи відрізняються ніжною консистенцією і підвищеним вмістом вологи.

Відмінність м'яких сирів від твердих полягає в ефективному використанні сировини за рахунок більш повного переходу складових частин молока в продукт, в можливості реалізації багатьох з них в свіжому вигляді, виключаючи процес дозрівання, в ймовірності отримання продуктів різного складу з широкою гамою смакових характеристик (Колбасюк, 2005; Трумен, 2004).

Суть технології сирів полягає в концентруванні молочного білка, жиру та кальцію. Джерелом цих нутрієнтів в легкозасвоюваній формі є козине молоко. Важлива перевага козиного молока – гіпоалергенність білкового складу, обумовлена невисоким вмістом α_1 -казеїну і переважаючим вмістом β -казеїну, що полегшує його засвоєння. Крім того, козине молоко багате кальцієм. Подібні властивості роблять особливо доцільним для отримання з нього білкових продуктів, а зокрема сирів (Короткова, & Мосолова, 2013).

Сир є одним з основних та найкращих продуктів переробки козиного молока. Ці сири достатньо жирні, але містять менше жиру, ніж сири з овечого молока. Козині сири посідають друге місце за вмістом мікроелементів, мають характерний присмак козиного молока та можуть бути різної щільності – від м'якої до твердої. Відмінною рисою таких сирів є м'яка зморщена кірка. Сири з козиного молока є делікатесними. Причому європейськими країнами-лідерами з виробництва козиного сиру є Франція (середній показник

виробництва 82954,14 т), Греція (середній показник виробництва 45142,86 т), Іспанія (середній показник виробництва 39478,64 т). Тому найчастіше з козиного молока виготовляють м'які сири з високим вмістом сироватки.

Відповідно літературних джерел (Михельсон, 2011), козині сири поділяють на:

✓ м'які сири – Шавру (Франція), Сель-сюр-шер (Франція), Пелардон (Франція), Робіола (Італія), Ніоло (Франція), Кьор де шевр (Франція);

✓ м'які сири з плісінню – Шевротен (Франція), Валансе (Франція), Гамонедо (Іспанія), Гарроча (Іспанія), Кротен де шавіньоль (Франція), Рокамадур (Франція), Шароль (Франція);

✓ розсільні сичужні сири – фета, сулугуні, бринза;

✓ тверді сичужні сири – Мажорейро (Іспанія), Романо (Італія), Сартене (Корсика, Франція).

З точки зору біологічної цінності та засвоюваності найкориснішими є м'які сири, оскільки технологія їх виготовлення дозволяє збагатити їх цінними білками сироватки, які відсутні у твердих та напівтвердих сирах. Відносно великий вміст вологи у м'яких сирах зумовлює нижчу енергетичну цінність у порівнянні з твердими і переробленими сирами. (Леонова, Гетманцева, Карагодина, & Колосов, 2015)

Аналіз економічних та технологічних особливостей виробництва сирів свідчить про актуальність та перспективність виробництва м'яких сирів в Україні.

1.2 Обґрунтування доцільності та пошук шляхів удосконалення технології м'яких сирів

Асортимент сирів є найбільш різноманітним серед молочних продуктів, що дозволяє задовольнити потреби найбільш вибагливих споживачів. Разом з тим, останнім часом проводяться дослідження щодо створення нових видів сирів, до складу яких, крім молочної, буде входити і рослинна сировина. Такі

молочні продукти називають комбінованими. При включенні до раціону харчування вони забезпечують енергетичний баланс організму споживача.

В даний час при виробництві м'яких сирів актуальним є введення в рецептури різних компонентів, а саме: фруктів, ягід, овочів, злакових, харчових волокон, рослинних олій та інших складових. Не менш популярними є застосування різних смако-ароматичних наповнювачів, наприклад, какао, цукатів, горіхів, родзинок, ваніліну, цукру, меду та інших інгредієнтів (Храмова, Лисицын, Горлов, 2010; Смагулова, Махатова, Сарскулова, & Акімова, 2018; Рудакова, 2014; Kiiru, Mahungu, & Omwamba, (2018))

Сири, виготовлені з козиного молока, споживаються у всьому світі і в останні роки асоціюються із збільшенням виробництва і попиту козиного молока в багатьох країнах (Santos, Bomfim, Vieira, Benevides, Saad, Buriti, & Egito, 2012; Queiroga, Santos, Gomes, Monteiro, Teixeira, Souza, & Pintado, 2013). Однак відсутність технологій та досліджень характеристик молочних продуктів, виготовлених з козиного молока, обмежує їх поширення на ринку. Крім того, органолептичні властивості таких продуктів, є більш вираженими (Dubeuf, 2005).

В Україні ведуться наукові дослідження в області раціональної переробки козиного молока з урахуванням його особливостей та підвищення якості отриманої продукції. Вченими Громовою Т.Я., Крохальновою А.А., Туринським В.М. розроблені технологічні та технічні рішення з комплексної переробки козиного молока з використанням інноваційних технологій виробництва багатофункціональних продуктів (Громова, Крохальова, & Туринський, 2011).

Автором (Вобликова, 2015) розроблений спосіб виробництва м'якого сиру, який передбачає пастеризацію козиного молока, часткове видалення сироватки до 60 % від її загального об'єму перед формуванням, а також внесення в суміш сирного зерна і сироватки, що залишилася, харчових бурякових волокон у кількості 0,3-0,8 % від початкової кількості молочної суміші для збільшення виходу м'якого сиру на 5-7 %. Формування поєднують

з охолодженням лускатим льодом, що складається з підсирної сироватки, заквашеної чистими культурами *S.thermophilusma*, *L.bulgaricum*. Використання чистих культур болгарської палички і термофільного стрептокока забезпечує пробіотичні властивості сиру. Сир, виготовлений за даною технологією має легкий специфічний аромат, ніжну, в міру щільну консистенцію. В цілому дана технологія забезпечує підвищення біологічної цінності та виходу сиру, поліпшення якісних характеристик та збільшення терміну зберігання кінцевого продукту.

Основними принципами створення нових сирів з комбінованим складом є: зниження калорійності, підвищення вмісту азотистих і біологічно активних речовин, збалансованість по жирнокислотному, амінокислотному і вуглеводному складі. Ці продукти повинні мати високі смакові властивості, що наближаються до традиційних, і мати функціональне призначення.

Новий сирний продукт «БіоКозочка» (ТУ 9225-215-10514645-15) – це дієтичний, гіпоалергенний повноцінний білковий продукт, який поєднує в собі функціональні властивості компонентів козиного молока, білків нуту нової селекції, харчових волокон топінамбура, біодоступних йоду і селену та пробіотичної мікрофлори закваски. Тонкий присмак, притаманний козиному молоку і горіхові нотки в поєднанні з вираженим кисломолочним, в міру солоним смаком створюють неповторний пікантний смаковий «букет» нового сирного продукту (Гарьянова, Храмова, Короткова, Горлов, & Мосолова, 2015).

Застосування продуктів переробки амаранту в технології сирних продуктів доцільно для підвищення їх харчової та біологічної цінності, збагачення мікро- і макроелементами, економії сировинних ресурсів і зниження собівартості готових виробів (Сысоева, Глотова, Аристова, Пронина, Поленов, & Смольская, 2017).

Введення до складу лікарських рослин (ромашка аптечна, деревій, шипшина або материнка, чебрець, звіробій, календула) і розчинних харчових волокон при виробництві сиру дозволяє отримати продукт з функціональними

властивостями, в якому підвищується вміст деяких вітамінів і мінеральних речовин. Харчові волокна, що вносяться у кількості 0,3-0,5 % дозволяють збільшити вихід готового продукту на 5-7 %, сприяють продовженню терміну придатності, збереженню свіжості і поліпшення органолептичних показників сиру. Введені до складу продукту фітокомпоненти лікарських трав сприяють підвищенню ефективності обміну речовин в організмі, профілактиці цукрового діабету, ожиріння і захворювань шлунково-кишкового тракту (Буеракова, 2013).

Досліджено можливість використання продуктів переробки сої при виробництві м'яких комбінованих сирів без дозрівання. Доведено доцільність заміни 1/3 молочних компонентів на сировину рослинну при виробництві сирів даного виду. Крім того, доведено можливість використання при отриманні комбінованих м'яких кислотно-сичужних сирів плодово-ягідного, овочевого та дикорослої сировини, а також продуктів морського походження, бджільництва та ін. (Бобылин, 2000).

Відома технологія сиру з кукурудзою, яка сприяє термокислотному осадженню білків молока з використанням суміші з обробленою гідротермічною кукурудзяною крупкою (Доронин, & Шендеров, 2002).

В даний час дуже різноманітна і популярна асортиментна лінійка сирів із зеленню. За основу при виробництві цих сирів використовують сирну масу різної масової частки жиру, отриману при сичужному або кислотному згортанні, а в якості наповнювача використовують різні пряні трави (петрушку, базилік, кінзу, кріп) та інші наповнювачі (Харитонов, 2000).

Досліджено вплив сухого порошку топінамбура та стерилізованого пюре моркви на тривалість сичужного осадження ультрафільтраційного концентрату та на органолептичні властивості сичужних згустків. Запропоновано оптимальні дози даних рослинних наповнювачів та закваски для виробництва м'яких сирів (Яковченко, & Силантьева, 2010).

Розроблено рецептуру та вдосконалену технологію Адигейського сиру з пряно-смаковими добавками – солодким перцем та кунжутом, петрушкою, базиліком, кропом (Колеснік, & Кайнаш, 2018).

Відомий спосіб виготовлення м'якого козиного сиру з додаванням сироваткового парапродукту харчування. Результати оцінки якості сиру показують, що в партіях сиру, вироблених з біопрепаратом сироваткового парапродукту харчування, значно зменшився присмак і запах, властивий молочним продуктам, вироблених з козиного молока, та збільшився вихід продукту на 1–1,5 %, в порівнянні з аналогічним продуктом без його використання. Також використання вищевказаного біопрепарату забезпечує скорочення термінів його дозрівання продукту на 12–15 діб раніше, ніж при виготовленні аналогічної партії сиру без додавання сироваткового парапродукту харчування. Масова частка білка та незамінних амінокислот виявилася більшою на 2,21 та на 1,55 % (Бурлуцька, Белих, & Огурцов, 2017).

Запропоновані шляхи формування функціональних властивостей м'яких сирів, обґрунтовано доцільність використання кориці як функціонального інгредієнту у їх складі, зокрема у моцарелі. Узагальнено технологічні особливості виготовлення м'яких сирів. Доповнено та систематизовано теоретичну базу, яка необхідна для впровадження кориці у процес виробництва моцарели. Розроблено рекомендації щодо вживання кориці як лікувального компоненту у складі моцарели (Іваніщева, 2017).

Розроблено рецептуру, удосконалено технологію, проведено дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників функціонального м'якого сиру без дозрівання з додаванням екстракту ламінарії виробництва ТОВ «НВК Віларус». Показано, що при додаванні у рецептуру 3 % екстракту ламінарії, вихід продукту зменшився на 2 г, у порівнянні з контрольним зразком. Ламінарія надає продукту пікантний присмак та жовтуватий відтінок тіста. Проведені дослідження свідчать, що використання екстракту ламінарії у кількості 3%, дозволяє отримати продукт

функціонального призначення, збагачений йодом (Болгова, Байдак, & Приходько, 2018).

Розроблені нові види сиру м'якого з базиліком та руколою з оригінальними органолептичними показниками. М'який сир з пряно-ароматичними інгредієнтами є корисним, біологічно повноцінним харчовим продуктом і буде користуватися підвищеним попитом у споживачів усіх вікових груп (Кушіль, & Поліщук, 2019).

Отримані результати органолептичних та фізико-хімічних досліджень м'якого сиру з козиного молока з рослинними добавками (насіння льону, клітковина з насіння льону), які містять повноцінні білки, легкозасвоювані вуглеводи, ліпіди, вітаміни, мінеральні речовини, а також козиного молока як сировини для виготовлення м'яких сирів. Встановлено, що козине молоко за всіма показниками відповідає вимогам сиропридатності для виробництва сиру м'якого. Використання насіння і клітковини льону у виробництві м'якого сиру із козиного молока підвищує харчову цінність продукту шляхом збагачення незамінними амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами (омега-3, омега-6), вітамінами, мінералами і харчовими волокнами. Використання насіння льону і клітковини з нього у виробництві м'якого сиру із козиного молока, покращує споживчі властивості одержуваного продукту, розширює асортимент м'яких сирів, надає необхідні функціональні, дієтичні та профілактичні властивості продукту (Овсієнко, 2019).

У роботі (Бондар, & Болгова, 2018) представлено детальну характеристику сировини та її технологічні властивості, обґрунтовано співвідношення інгредієнтів, отримані експериментальні дані щодо впливу рослинного інгредієнта на біологічну цінність та хімічний склад продукту. Доведено, що кмін – актуальна функціональна добавка для молочних продуктів, зокрема м'яких сирів.

Відомий спосіб виробництва сиру м'якого, що включає нормалізацію, пастеризацію, внесення коагулянта, витримування сирного згустку при температурі коагуляції, видалення сироватки, формування сиру,

самопресування, охолодження, фасування. Під час нормалізації вносять рисовий білок у кількості 1-1,5 % до маси нормалізованого молока, який попередньо розчиняють у частині нормалізованого молока у співвідношенні 1:5-1:6 і піддають набуханню протягом 10-15 хв. при температурі 40-45°C (Грек, Михалевич, Тимчук, & Онопрійчук, 2019).

Встановлено стадію внесення житніх висівок при виготовленні м'якого сиру, а саме: в нормалізовану суміш перед заквашуванням. Оптимальна кількість житніх висівок у м'якому сирі становить 2 % в нормалізованій суміші. Залежність активної кислотності сирних згустків є прямопропорційною кількості внесених житніх висівок. За органолептичними показниками сир м'який з дозою висівок 2 % є найбільш наближеним до вихідного сиру «Фета» (Наговська, Гачак, Михайлицька, Сливка, & Білик, 2016).

Науково обґрунтовано раціональні співвідношення козиного молока та функціонально активних добавок рослинного походження (пшеничного борошна, екстрактів з пряно-ароматичних трав і буряка на дезодорованій соняшниковій олії), що дозволило поліпшити реологічні й органолептичні характеристики сирної пасти (смаку, запаху і кольору), біологічну і харчову цінність продукту. (Рижкова, 2017)

Таким чином, підбір функціонально-технологічних інгредієнтів у виробництві сирів м'яких з козиного молока дозволить покращити споживчі властивості продуктів, підвищити економічні показники виробництва, а отже є актуальним напрямом удосконалення технології зазначеної групи продуктів.

1.3 Біотехнологічні та фізико-хімічні основи виробництва м'яких сирів з козиного молока

Козине молоко – біологічно цінний продукт. З нього виготовляють кисломолочні продукти, тверді та м'які сири, вершкове масло та молочні напої.

Виробництво козиного молока українськими сільгоспприємствами у 2020 році скоротилося на 0,4%, в порівнянні з 2019 роком, і сягнуло 1,7 тис. тонн. (Бублик, 2021).

За амінокислотним складом – близьке до жіночого. Жирові кульки козиного молока порівняно з коров'ячим дрібніші, тому жир його краще всмоктується в кишківнику людини. До того ж, у козиному молоці є багато середньоланцюгових ліпідів, які всмоктуються в кров без активної участі жовчі в процесі розщеплення. А це означає, що засвоюються вони дуже швидко і майже не відкладаються в підшкірно-жировій клітковині.

З білків молока під впливом шлункового соку утворюються ніжні пластівці, що також легко засвоюються шлунком. Перетравність козиного молока та молочних продуктів дуже висока – 94-98 % (Таран, 2011).

Аромат і смак продуктів з козиного молока, особливо сирів, обумовлений наявністю деяких жирних кислот – 4-метилкапрілової та 4-етилкапрілової. Кози мають здатність практично на 100 % перетворювати каротин кормів у вітамін А, тому козине молоко має більш бліде забарвлення, ніж коров'яче (Morgan, & Gaborit, 2001).

Свіжовидоїне козине молоко, як і молоко інших тварин, має бактерицидні властивості, містить біологічно активні речовини, які відсутні в коров'ячому молоці. Завдяки наявності цих сполук козине молоко здатне довше зберегти свіжість, воно не скисає протягом трьох днів при кімнатній температурі, а при низькій температурі може зберігатися більше тижня. За хімічним складом козине молоко близько до коров'ячого, але відрізняється від нього більш високим вмістом білка, жиру і кальцію.

Козине молоко значно перевершує коров'яче за кількістю вітаміну А, що впливає на стан очей і шкіри, містить більше вітаміну РР, від якого залежить перебіг окислювальних процесів в організмі. У порівнянні з коров'ячим в козиному молоці в 6 разів більше кобальту, який входить до складу вітаміну В₁₂, який відповідає за кровотворення і контролює обмінні процеси. Кількість вітамінів групи В залежить від метаболізму кишкової флори в рубці як кіз, так

і корів, і майже не залежить від кормів. Приблизно однакові частки в молоці обох видів тварин вітамінів С і D (Меркушева, Петриченко, & Кожухова, 2005).

Порівняльна характеристика харчової цінності козиного та коров'ячого молока представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика харчової цінності козиного та коров'ячого молока (Меркушева, Петриченко, & Кожухова, 2005)

Хімічний склад молока	Масова частка компонентів, %	
	Козине молоко	Коров'яче молоко
1	2	3
Білок	3,6	3,3
Лактоза	4,5	4,7
Мінеральні речовини, в тому числі	0,85	0,7
кальцій	143	122
калій	145	148
натрій	47	50
фосфор	89	92
ферум	0,1	0,067
купрум	0,02	0,012
марганець	0,017	0,06
Вода	86,6	87,5
Сухі речовини	13,4	12,6
Жир	4,3	3,9

Козине молоко в 1,5 рази багатше калієм, ніж коров'яче. Вміст заліза в козиному молоці невисокий, однак в 1,5 рази більше, ніж у коров'ячому. Ферум необхідний не тільки для синтезу гемоглобіну крові, а й для

забезпечення нормальної роботи імунної системи і адекватності поведінкових характеристик.

Ферум козиного молока засвоюється набагато краще (30 %), ніж ферум коров'ячого молока (10 %), але не досягає рівня засвоєння феруму жіночого молока (50 %) (Блинкова, Нартова, & Автандилян, 2017)

У козиному молоці високий вміст кальцію і фосфору. У порівнянні з коров'ячим, козине молоко містить в 6 разів більше кобальту, який входить до складу вітаміну В₁₂.

У козиному молоці вищий вміст міді (в 1,7 рази), марганцю (в 2,8 рази) і молібдену (в 1,4 рази) в порівнянні з коров'ячим молоком. Ці мікроелементи регулюють метаболічні процеси і відповідають за кровотворення.

У молоці кіз менше, ніж у коров'ячому, вміст таких ферментів, як рибонуклеаза, лужна фосфатаза, ліпаза і ксантинооксидаза, але вплив їх на засвоєння поживних речовин молока в організмі людини в даний час до кінця не вивчено.

Козине молоко відрізняється від коров'ячого і від молока інших видів тварин за своїми фізико-хімічними показниками (табл. 1.2), смаку і придатності для виробництва сирів (Таран, & Скорик, 2011).

Таблиця 1.2 – Фізико-хімічні властивості козиного та коров'ячого молока (Таран, & Скорик, 2011).

Фізико-хімічні показники	Козине молоко	Коров'яче молоко
Активна кислотність, од. рН	6,4-6,7	6,7
Титрована кислотність, °Т	17-19	16-18
Окислювально-відновний потенціал	0,27	0,2-0,3
Густина, кг/м ³	1031	1027
В'язкість, Па·с	0,0021	0,0018
Поверхневий натяг, Н/м	0,0044	0,0044
Осмотичний тиск, МПа	0,67	0,66
Температура замерзання, °С	-0,54	-0,54
Температура кипіння, °С	100,2	100,2

Одна з найбільш істотних відмінностей – кількість і хімічний склад молочного жиру. Середній розмір жирових кульок козиного молока – 2 мкм, коров'ячого – 2,5-3,1 мкм. Більш дрібні жирові глобули рівномірно розподілені по всьому об'єму молока (Рижкова, 2017).

Жирові кульки козиного молока виявляють тенденцію до збереження зваженого стану, тому при отриманні харчових продуктів не потрібно проведення гомогенізації. З цієї ж причини вихід вершків з козиного молока невеликий (Вобликова, & Суюнчев, 2007).

Молочний жир у молоці представлений у вигляді емульсії прямого типу. Жир молока перебуває в вигляді жирових кульок в рідкому стані, а після охолодження до температури 4-10 °С та витримки при цих умовах одна частина жиру (тугоплавкі та середньоплавкі гліцериди) переходить до кристалічного стану, а інша частина (легкоплавкі гліцериди) залишається в рідкому стані (Sebo, Lopez, Henry, Beauvallet, Menard, Bevilacqua, ... Martin, P. (2012).

На думку багатьох дослідників, оболонка жирових кульок аналогічна за складом та будовою біологічних мембран. Вона складається з ліпідів та білків, які, розташовуючись у порядку, забезпечують агрегативну стійкість емульсії. (Chilliard, Rouel, Ferlay, Bernard, Gaborit, Raynal-Ljutovac, ... Leroux, (2006).

До складу оболонки жирової кульки входить до сорока білкових компонентів, головним чином малорозчинних глікопротеїдів, що містять вуглеводи (Rodríguez-Alcalá, Harte, & Fontecha, 2009).

Глікопротеїди, що належать до внутрішніх білків, як правило, пронизують оболонки жирової кульки: один їх кінець взаємодіє з шаром високоплавких триацилгліцеринів, що знаходяться на поверхні гліцеридного ядра, інший, що містить вуглеводний компонент, виступає з мембран та орієнтований до водної фази (Fontecha, Ríos, Lozada, Fraga, & Juárez, 2000)

Основну частину гідрофобних білків становить бутирофілін, який знаходиться в найбільшому контакті з жировою глобулою. До периферичних розчинних білків оболонки жирової кульки належить більше десяти

ферментів: ксантиноксидаза, лужна та кисла фосфатази, 5 – нуклеотидаза, плазмін тощо. Більшість їх ідентична ферментам клітинних мембран. У оболонки жирових кульок виявлені мінеральні елементи: Cu, Fe, Mo, Zn, Ca, Mg, Se, Na та K (Bobe, 2007; Cavaletto, Giuffrida, & Conti, 2008). З емульгованим станом жирових кульок пов'язані такі властивості молока, як колір, в'язкість, смак, запах (Wiley, & Sons, 2007).

Згідно з літературними джерелами, після виділення з молока жиру та осадження білків залишається молочна сироватка, що являється істинним розчином. У вигляді істинного, або іонно- та молекулярно-дисперсного розчину в молочній сироватці представлені солі кальцію, натрію, калію, магнію, молочний цукор (лактоза), а також водорозчинні вітаміни, небілкові азотисті сполуки, органічні кислоти, альдегіди та ін. По даним ряду авторів, розміри молекул та іонів солей становлять менше 1 нм, молекула лактози 1 – 1,5 нм (Трухачёв, 2009; Везирян, 2016).

Усі солі натрію та калію (хлориди, гідро-, дигідрофосфати та цитрати) практично повністю дисоційовані та містяться в молоці в іонному стані (Остроумов, Шахматов, & Курбанова, 2011). Дослідження багатьох вчених довели, що хлориди калію та натрію обумовлюють осмотичний тиск та електропровідність молока, фосфати входять до складу його буферної системи.

В іонно-молекулярному стані в молоці міститься частина фосфатів та цитратів кальцію та магнію. Фосфати кальцію мають малу розчинність і незначний ступінь дисоціації, лише невелика частина їх міститься в вигляді істинного розчину, а велика - як колоїдного розчину. Між ними встановлюється рівновага (Singh, Boland, & Thompson, 2014).

У розчині електролітів між іонами діють сили тяжіння та відштовхування. У концентрованих розчинах сильні міжіонні взаємодії призводять до взаємного зв'язування іонів, що впливає на величину осмотичного тиску, температури замерзання та електропровідності розчину.

Співвідношення всіх істинно розчинних речовин у молоці має певну закономірність, за якої молоко має відповідні осмотичний тиск, температуру замерзання та температуру кипіння, електропровідність та інші фізико-хімічні властивості. Зміни перерахованих фізико-хімічних властивостей молока пояснюються коливаннями концентрації істинно-розчинних складових елементів. Будь-яка зміна первісної сольової рівноваги впливає на розчинність окремих солей і може спричинити дестабілізацію колоїдної системи молока.

У своєму складі козине молоко містить велику кількість ненасичених жирних кислот (лінолевої та ліноленової) в молочному жирі, які підвищують стійкість організму до інфекційних захворювань і нормалізують холестериновий обмін. Разом з тим козине молоко містить менше, ніж коров'яче, орогової кислоти, що може грати важливу роль в запобіганні синдрому ожиріння печінки.

Повноцінність білків козиного молока вища, ніж білків будь-якого іншого виду молока. Причому їх якісний склад відмінний від складу білків коров'ячого молока. Основний білок коров'ячого молока – αS_1 -казеїн значно нижчий в молоці кіз, і характер формування казеїнового згустку в молоці цих тварин різний.

Казеїн є основними білковими компонентами козиного молока (Тепел, 2012). Козине молоко має шість основних білкових фракцій, зокрема: β -лактоглобулін (β -LG), α -лактальбумін (α -LA), κ -казеїн, β -казеїн, αS_1 -казеїн та αS_2 -казеїн, які практично не відрізняються від білкових міцел коров'ячого молока (Park, & Haenlein, 2013; Park, 2007)

Розміри міцел казеїну коров'ячого молока менші (60 - 80 нм), порівняно з міцелами козиного молока, які варіюються від 100 до 200 нм.

Ще однією істотною відмінністю є рівень вмісту αS_1 -казеїну, який у козиному молоці може бути до 7 г. Зміна пов'язана з поліморфізмом у межах генотипу αS_1 -казеїну, який у кіз є загальним (Clark, & Sherbon, 2000).

Відмінність обумовлена тим, що в козиному молоці значно нижче (або повністю відсутня) вміст αS_1 -казеїну та більш високий вміст αS_2 -казеїну, ніж

у коров'ячому молоці. Зміна співвідношення казеїну в козиному молоці, зокрема співвідношення $\alpha 1$ -казеїну до $\alpha 2$ - казеїну, може вплинути на структуру міцел і, можливо, на вміст кальцію (Даниярова, Гумарова, Абуова, & Суханбердина, 2015)

Фракція β -казеїну є основним компонентом казеїнової фракції козиного молока, в той час як $\alpha 1$ -казеїн є основною білковою фракцією в коров'ячому молоці. Lamothe S. і співавтори виявили, що екстракція β -казеїну в козиному молоці на 53% вище, ніж у коров'ячому молоці (Lamothe, Robitaille, St-Gelais, & Britten, 2007; Lindmark-Månsson, H., Fonden, R., & Pettersson, H.E. 2003). Відносна відсутність $\alpha 1$ -казеїну та високий вміст β -казеїну обумовлюють наближення козиного молока до жіночого. β -казеїн впливає на структурні та поживні відмінності між білком козиного та коров'ячого молока (Протасова, 2001).

Білки козиного молока мають високу засвоюваність, в порівнянні з коров'ячим молоком, що пов'язано з високим рівнем вмісту $\alpha 2$ -казеїну (Haenlein, 2004; Haenlein, & Park 2007; Park, Juarez, Ramos, & Haenlein, 2007).

Якість згустку оцінюють за двома критеріями: пружністю (міра твердості або м'якості) і розмірами сирного зерна (характер випадання зерен в осад). Показник пружності згустку для молока корів 15-200 г (в середньому 70 г), для молока кіз 10-70 г (в середньому 36 г). Менша величина пружності свідчить про кращу засвоюваність молока кіз. Помічено, що в козиному молоці згусток формується швидше, ніж у коров'ячому. Процес формування сирного зерна збігається з природною реакцією в шлунку ссавця і доводить більш легке і швидке перетравлювання козиного молока в порівнянні з коров'ячим (Меркушева, Петриченко, & Кожухова, 2005).

Концентрація $\alpha 1$ -казеїну в молоці кіз має значний вплив на коагуляційні властивості молока. Низька концентрація $\alpha 1$ -казеїну в молоці характеризувалися більш слабким станом сичужного згустку, в порівнянні з середньою і високою концентрацією даної фракції, і мали більш тривалий час згортання. Більш того, молоко з більш високим рівнем $\alpha 1$ -казеїну

характеризувалися більш низьким рН, ніж групи з середнім і низьким рівнем концентрації α_1 -казеїну.

Звичайно, фракційний склад молока відіграє значну роль в формування згустку, але при сичужному згортанні молока слід враховувати і безліч зовнішніх чинників. Де вплив температурних режимів грають не останню роль. При температурі нижче 6 °С якість молока призначеного для отримання згустку починає погіршуватися, а тривале ж таке зберігання призводить до утворення ліполітичних процесів, що роблять негативний вплив на отримання якісного продукту. При зберіганні молока понад 24,48,72 годин змінює його здатність до сичужний згортання від 7 до 32% (Воблікова, 2007; Tita, & Rosovici, 2017).

Співвідношення казеїну і сироваткових білків в козиному і коров'ячому молоці приблизно однакове (це «казеїнові» види молока), але їх фракційний склад значно відрізняється (табл. 1.3) (Желтова, Шувариков, & Пастух, 2011; Симоненко, Лесь, & Хованова, 2009).

Таблиця 1.3 – Фракційний склад білків козиного, коров'ячого молока (Желтова, Шувариков, & Пастух, 2011; Симоненко, Лесь, & Хованова, 2009).

Білкова фракція	Козине молоко, г/100 мл	Коров'яче молоко, г/100 мл
α_1 -казеїн	0,1-0,7	1,37
β -казеїн	1,26-2,28	0,62
γ -казеїн	–	0,12
а-лактальбумін	0,09-0,43	0,07
β -лактоглобулін	0,26-0,48	0,3-0,33
Сироватковий альбумін	0,14	0,03-0,17
Імуноглобуліни	–	0,06

Основна казеїнова фракція козиного молока – β -казеїн (70% від загальної кількості казеїну), а коров'ячого - α 1-казеїн (54% від загальної кількості казеїну). Основний сироватковий білок козиного молока – α -лактоальбумін, коров'ячого – β -лактоглобулін. Вміст α -лактальбуміна в козиному молоці складає в середньому 33% від загального вмісту сироваткових білків, а в коров'ячому молоці його 11%. Організмом дитини α -лактоальбумін легко перетравлюється і засвоюється. Він відрізняється високим вмістом деяких есенціальних амінокислот і покращує всмоктування кальцію і цинку (Желтова, Шувариков, & Пастух, 2011).

Білки козиного молока характеризуються високим вмістом незамінних амінокислот – треоніну, валіну, ізолейцину, а також деяких замінних амінокислот, таких як аланін, пролін (табл. 1.4). У козиному молоці нижче вміст есенціальної амінокислоти лізину, але вище рівень незамінної в ранньому дитячому віці амінокислоти гістидину, а також сірковмісної амінокислоти цистеїну (в порівнянні з коров'ячим молоком), здатної зв'язувати важкі метали і є одним з потужних антиоксидантів (Резникова, Бельшева, & Педченко, 2006).

Таблиця 1.4 – Порівняльний амінокислотний склад козиного та коров'ячого молока (Резникова, Бельшева, & Педченко, 2006).

Амінокислота	Козине молоко, %	Коров'яче молоко, %
Незамінні амінокислоти		
Треонін	7,0	4,6
Валін	7,8	5,1
Метіонін	2,3	3,0
Лейцин	5,9	14,9
Ізолейцин	9,7	5,1
Фенілаланін	6,3	5,4
Лізін	6,0	6,1
Замінні амінокислоти		
Аспарагінова	4,3	5,1
Глютамінова	15,4	20,6
Серин	5,9	4,9

закінчення таблиці 1.4

Замінні амінокислоти		
Гліцин	1,9	-
Аланін	7,3	2,4
Аргінін	1,9	3,9
Пролін	10,7	7,4
Цистеїн	1,1	0,8
Гістидин	4,5	1,9
Тирозин	2,3	5,2

Козине молоко містить більше небілкового азоту. Небілкові азотисті сполуки – це протеозопептони і низькомолекулярні азотовмісні речовини – пептиди, що представляють фрагменти білків молока, продукти метаболізму клітин молочної залози, вільні амінокислоти і понад 60 інших речовин, фізіологічна роль яких ще недостатньо вивчена. Вміст вільних амінокислот в козиному молоці в 3 рази вище, ніж у коров'ячому (Матальгіна, 2008; Симоненко, & Димитриєва, 2010).

Жирнокислотний склад – одна з найважливіших композицій технологічних та харчових якостей козиного молока. Жири беруть участь у виході сиру (на кілограм грам молока) і стійкості, а також у кольорі і ароматі козячих молочних продуктів. Окрім їх кількісного внеску, кількість дієтичної енергії, різної жирності кислоти (коротко- та середньоланцюгові, насичені, розгалужені, моно- та поліненасичені, цис та транс, спряжені) потенційно беруть участь як позитивні або негативні фактори, що схильні до здоров'я людини. Крім того, особливості ліполітичної системи та середньоланцюгової можуть суттєво відігравати головну роль у характері козиного смаку.

Співвідношення $\omega 6$ і $\omega 3$ жирних кислот в козиному молоці таке ж, як і в коров'ячому – 3:1. Жири козиного молока добре засвоюються новонародженими і дітьми з різними захворюваннями шлунково-кишкового тракту і гепатобіліарної системи.

Структура жирів козиного молока характеризується більш високим, ніж у коров'ячому молоці, вмістом есенціальних жирних кислот, перш за все лінолевої і арахідонової, а також вираженим (у 2 рази) перевищенням

концентрації середньланцюгових жирних кислот (C₆-C₁₄) (табл. 1.5). Ці жирні кислоти засвоюються без попереднього розщеплення жовчними кислотами і здатні проникати з кишечника безпосередньо в кровоносне русло, минаючи лімфатичну систему (Маталігіна, 2008).

Таблиця 1.5 – Співвідношення жирних кислот, %, в складі козиного та коров'ячого молока (Маталігіна, 2008).

Жирна кислота	Масова частка, %	
	козине молоко	коров'яче молоко
C 4-0 (масляна)	3	3
C 6-0 (капронова)	2	1
C 8-0 (каприлова)	3	1
C 10-0 (капринова)	10	3
C 12-0 (лауринова)	7	2
C 14-0 (мірїстинова)	13	10
Сума C4-C14	38	20
C 14-1 (мірїстінова)	1	1
C 16-0 (пальмітинова)	28	26
C 16-1 (пальмітолеїнова)	3	3
C 18-0 (стеаринова)	6	13
C 18-1 (олеїнова)	21	32
C 18-2 (лінолева)	4	3

Колоїдну фазу молока утворюють білки (казеїнові міцели, неміцелярний казеїн, сироваткові білки), цитрат і фосфат кальцію. Зміни у молоці найбільш помітні при порушенні колоїдного стану, оскільки при цьому відбувається коагуляція білків. Така нестійка поведінка колоїдно-дисперсних частинок залежить від їхніх розмірів та пов'язаної з цим загальною поверхнею. (Goulding, Fox, & O'Mahony, 2019; de Kruif, Huppertz, & Urban, 2012) Розміри колоїдних частинок козиного молока, згідно літературним даним (Park, 2009)

складають міцели казеїну – від 40 до 300 нм, β -лактоглобулін – від 25 до 50 нм, α -лактальбумін – від 15 до 20 нм, фосфат кальцію - від 10 до 20 нм. За дослідженнями (Anema, & De Kruif, 2013; Тёпел, 2012), окремі міцели можуть досягати 600-800 нм і відносяться до тонкодисперсних частинок (Трухачёв, 2009; De Kruif, & Huppertz, 2012).

Особливий інтерес представляє структура та величина частинок казеїну. Казеїн у молоці знаходиться у вигляді мономерів, так званий розчинний казеїн (близько 5%), та у формі полімерів субміцелярний та міцелярний казеїн (близько 95%) (Huppertz, Fox, & Kelly, 2018).

Міцели казеїну складаються з декількох сотень субміцел діаметром 10 - 15 нм. Субміцели - агрегати основних фракцій казеїну (α S-, β - і κ), з'єднаних між собою гідрофобними, електростатичними, водневими зв'язками та кальцієвими містками. Поліпептидні ланцюги фракцій казеїну згортаються в субміцелі таким чином, що більшість гідрофобних груп складають її ядро, а гідрофільні розташовуються на поверхні субміцел. У склад субміцел і міцел молочного білка не входить γ -казеїн - він знаходиться в вільному стані (Gomes, Duarte, Batista, Feitosa de Figueiredo, Piancó de Sousa, Leite de Souza, & de Cássia Ramos do Egyppto Queiroga, 2013).

Ефективний заряд, який утворений поверхневим зарядом самої частки та зарядів протиіонів, створює електрокінетичний заряд або ζ -потенціал. Експериментальні значення ζ -потенціалу мають значення від - 48 мВ до - 15 мВ, розрахункове значення - 46,6 мВ. (Zhao, 2021) Вченими доведено, що всі фактори, що викликають зниження поверхневого електрокінетичного потенціалу, а отже і ζ -потенціалу, зменшують товщину гідратної оболонки і зводять до мінімуму міжміцелярні сили відштовхування. Внаслідок чого може відбутися флокуляція та коагуляція казеїнових частинок, тобто перехід золю в гель. Таким чином, існують дві різні форми колоїдного стану - золь та гель (Meletharayil, Patel, Metzger, Marella, & Huppertz, 2018)

З літературних джерел відомо, що розподіл розмірів казеїнових міцел не постійний. Він залежить від змісту іонів Ca^{2+} , від рівноваги між іонами

кальцію та колоїдним фосфатом кальцію, а також від температури молока. Між казеїновими міцелами, субміцелами та неміцеляним казеїном зберігається динамічна рівновага, в якій бере участь також неорганічний колоїдний фосфат кальцію (Dalglish, 2017)

В молоці, згідно досліджень (Zhang, 2004; Dalglish, 2014) неорганічні колоїди представлені в основному гідрофосфатом кальцію, фосфатом кальцію, а також цитратом кальцію, які присутні у рівновазі з вільними іонами Ca^{2+} , HPO_4^{2-} і цитрат-іонами. При нагрівання рівновага зміщується у бік утворення колоїдних компонентів, при зниженні рівня рН – у бік збільшення кількості істинно розчинних іонів. Особливою формою колоїдного фосфату кальцію є фосфат-кальцієві кластери, які мають склад $(Ca_3(PO_4)_2)$. Вони виконують роль зв'язувальної ланки між казеїновими субміцелами та з'єднані із залишками фосфосерину. Органічні колоїдно-дисперсні частинки молока відносяться до молекулярних колоїдів та макромолекулярним асоціаціям (Тепел, 2012).

Основний вуглевод козиного молока – лактоза (молочний цукор). У тонкому кишечнику під впливом ферменту лактази молекула дисахариду розщеплюється на глюкозу і галактозу. Частина лактози не піддається гідролізу, надходить в товстий кишечник, де знижує рН і служить субстратом для *B. bifidus*. Під впливом мікроорганізмів відбувається зброджування лактози і утворення молочної кислоти. Лактоза також сприяє всмоктуванню кальцію в тонкому кишечнику дитини. Низький вміст лактози в козиному молоці (на 13% менше, ніж у коров'ячому молоці, і на 41% менше, ніж в жіночому молоці) дозволяє вживати цей продукт людям з неперетравлюваністю лактози.

Якісний вітамінний і мінеральний склад козиного і коров'ячого молока однаковий, проте вміст окремих мікронутрієнтів істотно відрізняється (табл. 1.6). Так, в козиному молоці в 2-3 рази більше вітаміну А і в 1,5-3 рази більше вітамінів D і РР, в порівнянні з коров'ячим (Симоненко, Лесь, & Хованова, 2009).

Вміст вітамінів Е і С, найбільш важливих харчових антиоксидантів, в молоці кіз приблизно таке ж, як і в коров'ячому. Концентрації вітамінів групи В (В₁, В₂, В₆) в козиному і коров'ячому молоці також схожі.

Отже, козине молоко можна з успіхом використовувати в якості основи для створення сучасних молочних продуктів, що істотно надасть їм функціонально-технологічних властивостей (Caroli, Chiatti, Chessa, Rignanese, Bolla, & Pagnacco, 2006; Chauveau-Duriot, Doreau, Nozière, & Graulet, 2010).

Таблиця 1.6 – Вітамінний склад козиного та коров'ячого молока (Симоненко, Лесь, & Хованова, 2009).

Нутрієнт, на 100 мл	Козине молоко	Коров'яче молоко
Водорозчинні вітаміни		
Вітамін В ₁ (тіамін), мг	0,04	0,04
Вітамін В ₂ (рибофлавін), мг	0,14-0,15	0,15-0,19
Вітамін РР (вітамін В ₅), мг	0,19-0,3	0,08-0,1
Вітамін В ₆ (піридоксин), мг	0,04-0,05	0,04-0,05
Фолієва кислота (вітамін В ₉), мкг	0,29-1,0	5,0-5,3
Вітамін В ₁₂ (кобаламін), мкг	0,04-0,1	0,35-0,4
Вітамін С (аскорбінова кислота), мг	1,29-2,0	1,1-1,5
Жиророзчинні вітаміни		
Вітамін А (ретинол), мг	0,06-0,25	0,03-0,08
Вітамін Е (токоферол), мг	0,06-0,09	0,09-0,1
Вітамін D ₃ (кальциферол), мкг	0,06	0,03-0,05
Вітаміноподібні сполуки		
Мезоінозитол (вітамін В ₈), мг	11,0	21,0
Холін (вітамін В ₄), мг	12,1	15,0

1.4 Перспективи використання натуральних прянощів у технології м'яких сирів

Поєднання молочної з рослинною сировиною забезпечує можливість взаємного збагачення інгредієнтів, що входять до складу цих продуктів, дає змогу створювати продукти збалансованого складу цільових призначення, підвищити харчову і біологічну цінність, а також розширити асортимент молочних продуктів (Овсієнко, 2019).

У світовій практиці застосовують різноманітні смако-ароматичні наповнювачі, які додають до сирів. Найчастіше використовують серед них:

- компоненти, які надають смак і запах сиру (трави чи спеції);
- компоненти, які є самостійними харчовими продуктами (наприклад, шинка овочі), які додаються в сирну основу;
- подрібнена свіжа чи сушена зелень, екстракти трав і навіть ціле насіння, які включають в склад сирної маси при формуванні чи до пресування сирів (Рябченко, 2008).

Підвищений інтерес до пряно-ароматичних рослин залишається і сьогодні. Їх використання в харчуванні розглядається тому що вони поліпшують смак, підвищують апетит і моторику травної системи, проявляють лікарську дію. Біологічно активні речовини в складі прянощів мають величезне значення для життєдіяльності людини, тому що беруть участь в регуляції обмінних процесів як на рівні травної системи, так і на рівні цілісного організму. Виділення і вивчення специфічних компонентів спецій, проведення клінічних досліджень з виявлення їх дії на патології органів і систем організму присвячено безліч сучасних досліджень (Наймушина, Зыкова, Кадочникова, & Чеснокова, 2014).

Імбир (*Zingiber officinale*) – рослина сімейства імбирних (*Zingiberaceae*). Культура відома як одна з найдавніших прянощів. Використовується у вигляді свіжого кореня або сухого порошку, одержуваного розтиранням висушеного кореня (Наймушина, Зыкова, Кадочникова, & Чеснокова, 2014). До складу пряності входить клітковина, крохмаль, моно- і дисахариди, білки, жири та ін.

У складі білків імбиру містяться незамінні амінокислоти (валін, треонін, лізин, лейцин, фенілаланін, тирозин). Жир імбиру складається з цінних ненасичених жирних кислот – олеїнова і ліноленова. Багата пряність на макро- і мікроелементи (K, Mg, Ca, Cu, Mn, Fe, P, I₂, Se), вітаміни (A, B₁, B₂, C, PP), а також містить ефірну олію (Самченко, Чижикова, Коршенко, & Таршина, 2009).

Імбир є чудовою пряністю для збудження апетиту і активізації процесів травлення. У традиційній китайській медицині коріння імбиру – *Zingiberis rhizoma* – використовують як антиревматичну і протизапальний засіб (Kim, Sa Park, Yang, Shin, Kim ... Kim, 2008).

Досліджено лікувальні властивості імбиру, які безпосередньо пов'язані з унікальним компонентним складом ефірної олії (Sivasothy, Chong, Hamid, Eldeen, Sulaiman, & Awang, 2011).

Відомо, що ефірна олія імбиру з успіхом застосовують для лікування різних психоемоційних розладів, опорно-рухового апарату. Медико-біологічні дослідження показали, що ефірна олія активно пригнічує розвиток бактерій (Kim, Sa Park, Yang, Shin, Kim ... Kim, 2008).

Однак компонентний склад і кількісне співвідношення ефірної олії *Zingiber officinale* може відрізнятись в залежності від кліматичних умов, регіону вирощування культури, ступеня її зрілості, способу підготовки сировини та інших факторів (Takahashi, Inouye, & Abe, 2011).

Куркума (*Curcuma longa L.*) – свіже або сухий порошок коріння і кореневища. У куркумі містяться рослинні білки (17,7%), в їх складі незамінні амінокислоти: валін, лейцин, лізин, треонін. До складу пряності входить харчові волокна, крохмаль, в невеликій кількості моно- і дисахариди. До складу жиру куркуми входять ненасичені лінолева і ліноленова жирні кислоти. Куркума містить вітамінами (B₁, B₂, B₆, B₉, C, E, K, PP), життєво важливими мікроелементами (J, Se, Mn, Cu, Zn) (Самченко, Чижикова, Коршенко, & Таршина, 2009).

Додавання куркуми до їжі підвищує апетит і покращує травлення, тому що сприяє виробленню жовчі і шлункового соку. Медичні дослідження показали успішність застосування куркуми при лікуванні діабету, артриту, хвороби Альцгеймера (Nagpal, & Sood, 2013).

Найбільший інтерес до культури *Curcuma longa L.* обумовлений наявністю в ній біологічно активних речовин, що містяться, перш за все, в ефірній олії прянощі (Uchegbu, Ngozi-Olehi, & Ogbunike, 2014).

Дослідження хімічного складу ефірних олій прянощів відкриває нові можливості для збагачення та створення функціональних продуктів харчування. Введення олій навіть в якості мінорних компонентів здатне не тільки змінити флейвор продукту, а й позиціонувати їх як продукти з заданим оздоровчим ефектом.

Гуньба сінна (*Trigonella foenum graecum L.*) має численні назви – фенугрек, пажитник, грибна трава, гуньба, грецький конюшина, грецьке сіно, шамбала (іранський) та ін. (Kim, Sa Park, Yang, Shin, Kim ... Kim, 2008).

Це трав'яниста, однорічна рослина, висотою від 20 до 70 см (в середньому 35-45 см), відноситься до сімейства бобових (*Fabaceae*). Стебло пряме, слабо розгалужене. Листочки слабо опушені, з ясно вираженим черешком. Квітки по 1-2 розташовані в пазухах листків, віночок блідо-жовтий, завдовжки до 15 мм. Плід – боб, злегка зігнутий, завдовжки 6-10 см, в одному бобі міститься від 10 до 20 насіння. Насіння жовтуваті або зеленуваті, великі, довгасті, до 5 мм завдовжки. Недостиглі насіння блискучі, зрілі – матові (Chan, Lim, Wong, Lim, Tan, Lianto, & Yong, 2009).

Насіння гуньби сінної містять комплекс біологічно активних речовин: стероїдні сапоніни, полісахариди, флавоноїди, ефірну олію, каротиноїди і алкалоїди. За літературними даними, в насінні даної культури міститься 45-60 % вуглеводів (в основному, галактоманнани), 6-10 % жирів, 20-30 % білків (багаті на метіонін, аргінін, аланином, гліцином), 5-6 % стероїдних сапонінів, 2-3% алкалоїдів, 4-гідроксіізолейцін, а також вітаміни А, С, В, Р, каротин, мінеральні речовини та ін. (Chan, Lim, Wong, Lim, Tan, Lianto, & Yong, 2009).

Сапоніни – історично сформована назва великої групи сполук глікозидної природи, що володіють здатністю при розчиненні у воді утворювати стійку піну. Сапоніни складаються з ліпофільного аглікона, що має стероїдну (ряду спіростана і фуростана) або, в більшості випадків, трітерпеноїдну структуру, приєднаного до гідрофільної молекули цукру.

Сапоніни, витягнуті з насіння пажитника, є похідними фуростанового ряду. Приблизно 57 % сапонінів у кишковому тракті гідролізуються до сапогенін (сапоніни, позбавлені молекули цукру).

Гуньба сінна – важливе джерело стероїдних сапогенінів, а зокрема, диосгеніна, який є попередником гормонів, таких як тестостерон, прогестерон, глюкокортикоїди (Liu, Zhang, Chojnacki, Du, Fu, Grand, & Zhang, 2013)

В останні роки виник інтерес до стероїдних сапонінів, вивчення яких ведеться в декількох напрямках. З одного боку, ці сполуки використовуються для синтезу гормональних препаратів у фармацевтичній промисловості. З іншого – зростає інтерес до стероїдних сапонінів, як речовин, що володіють широким спектром біологічної дії на живі організми. Завдяки здатності стероїдних сапонінів утворювати комплекси з стеринами, вони володіють гемолітичною, протипухлинною, фунгіцидною, антимікробною та іншими видами біологічної активності. Стероїдні сапоніни знайшли широке застосування в медицині для профілактики і лікування атеросклерозу і серцево-судинних захворювань (Rhode, Fogoros, Zick, Wahl, Griffith, Huang, & Liu, 2007).

На даний момент вітчизняна фармацевтична промисловість відчуває гострий дефіцит в лікарській рослинній сировині, що містить стероїдні сапоніни.

Галактоманнани – група гетерополісахаридів, молекули яких складаються із залишків галактози і манози в різних співвідношеннях, при цьому манноза утворює скелет з приєднаними бічними залишками галактози.

Галактоманнани гуньби сінної складаються з галактози і манози в співвідношенні 1:1, що обумовлює гідрофільність молекули внаслідок

великого вмісту гідроксильних груп, що утворюють водневі зв'язки (Самченко, Чижикова, Коршенко, & Таршина, 2009).

Таким чином, вода утримується всередині полісахаридного матриксу.

Галактоманнани широко застосовуються в харчовій промисловості як стабілізатори, загусники і желеутворюючі агенти (E400-E499) у виробництві майонезу, соусів, молочних продуктів, морозива, желе, м'ясних виробів, хлібопеченні, кондитерському виробництві (Anuradha, & Ravikumar, 2001).

Рослинні феноли володіють користю для здоров'я, головним чином завдяки їх антиоксидантним властивостям. Епідеміологічні дослідження підтверджують взаємозв'язок між споживанням харчових продуктів, багатих фенолами, та низькою частотою коронарних захворювань серцеві захворювання, атеросклероз, певні форми раку. Також повідомлялося, що вони виявляють фармакологічні властивості, такі як протипухлинна, противірусна, антимикробна, протизапальна та антиоксидантна активність.

Вони є рослинними вторинними метаболітами, в основному синтезованими за допомогою пентозофосфатного шляху, шикіматний та феніл-пропаноїдний шляхи. Окислювальний пентозофосфатний шлях забезпечує попередник еритрозу-4-фосфат для шляху шикімату. Шикіматний шлях перетворює ці фосфати цукру в ароматичні амінокислоти, такі як фенілаланін, який стає попередником шляху фенілпропаноїду (Anuradha, & Ravikumar, 2001).

В даний час в процесі проведених досліджень виявлено, що гуньба сінна відрізняється досить високим вмістом різних біологічно активних речовин. У листках, суцвіті, насінні містяться макроелементи: Ca, Mg, P, Fe, K, N; мікроелементи: Cu, S, Se, Mn, Zn, Cr і ін. Гуньба відрізняється підвищеним вмістом селену (Se), магнію (Mg) і хрому (Cr).

Селен уповільнює процеси старіння організму, сприяє очищенню кровоносних судин, регулює серцево-судинну діяльність. Разом з вітаміном E стимулює утворення антитіл, посилюючи імунний захист організму.

Магній бере активну участь в процесах водного, вуглеводного і фосфорного обміну, оберігає організм від захворювань ішемією, стенокардією і інфарктом, не допускаючи спазмів кровоносних судин (Плечищик, & Гончарова, 2014).

Хром регулює рівень цукру в крові, перешкоджає розвитку атеросклерозу і серцево-судинних захворювань (Плечищик, & Гончарова, 2014).

Таким чином, перспективним у технології м'яких сирів є використання компонентів природнього походження, що надають продуктам вираженого смаку та аромату, збагачують комплексом біологічно активних речовин та здатні зберігати свої властивості при їх зберіганні.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз економічних та технологічних особливостей виробництва м'яких сирів, перспектив розвитку козівництва в Україні та тенденцій до збільшення частки продуктів оздоровчого харчування показав, що удосконалення технології білкових продуктів з козиного молока є актуальним напрямом розвитку вітчизняної науки та технології.

2. Оскільки в Україні практично відсутні технології промислового перероблення козиного молока, а рекомендації щодо застосування сучасних ферментних та заквашувальних препаратів стосуються здебільшого коров'ячого молока, необхідним є наукове обґрунтування вибору та уточнення параметрів їх застосування у технологіях продуктів з козиного молока, зокрема сирів м'яких.

3. Перспективним є удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока за рахунок використання нових функціонально-технологічних компонентів рослинного походження, до яких належать прянощі, потенціал прянощів до сьогодні використаний у недостатній мірі.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація проведення досліджень

Експериментальні дослідження виконані у науково-дослідних лабораторіях Національного університету харчових технологій кафедр технології молока і молочних продуктів, технології м'яса і м'ясних продуктів, а також Проблемній науково-дослідній лабораторії. Окремий ряд експериментальних досліджень був виконаний на базі Інституту біохімії імені О.В. Палладіна НАН України.

Промислову апробацію розроблених технологій здійснювали у виробничих умовах на базі молочного підприємства ТОВ “ЗБС. Здоров'я-Безпека-Сучасність” (м. Київ).

Основні напрямки досліджень, послідовність та взаємозв'язок етапів удосконалення технології м'якого сиру на основі козиного молока з прянощами, відображені в структурній схемі, яка представлена на рис. 2.1. Схема (програма) проведення досліджень була складена на основі результатів аналізу літературних даних як за новими напрямками виробництва м'яких сирів, так і особливостями українського ринку м'яких сирів сирів, що враховує попит покупців на цей вид продукції.

2.2. Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт дослідження – технологія сирів м'яких з козиного молока з прянощами.

Предмет дослідження –козине молоко; модельні системи на основі козиного молока з доданням солі кухонної харчової та на основі козиного молока з доданням прянощів, їх фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні показники; фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники сиру м'якого з козиного молока з прянощами.

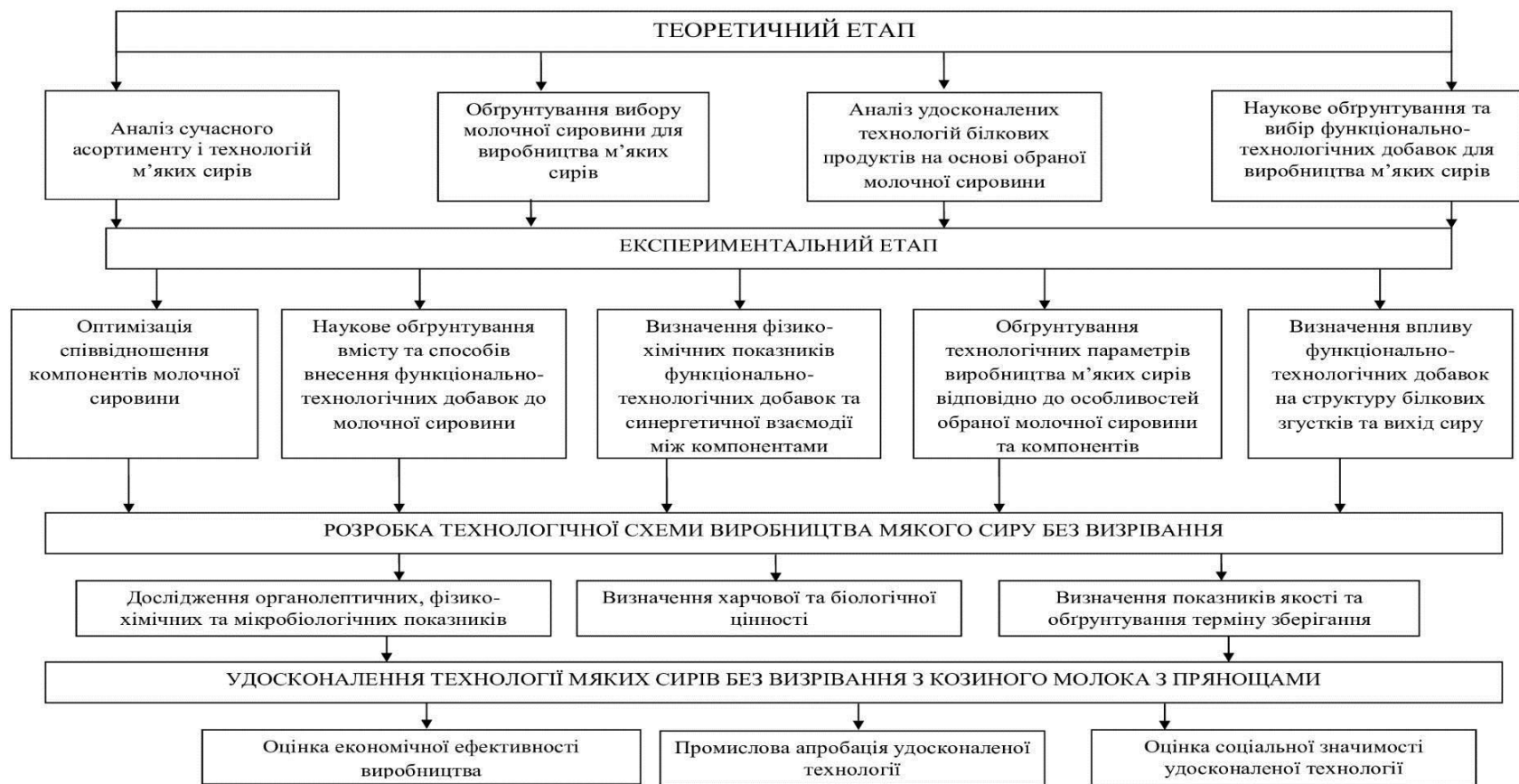


Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

2.2.1 Характеристика сировини, що використана при проведенні досліджень

Сировина, яка використана для проведення досліджень, відповідала вимогам чинних стандартів та нормативній документації на території України.

Для наукових досліджень було використано молоко козине, отримане від фермерського господарства “Тетяна 2011”, Згурівського району Київської області, молоко коров'яче незбиране, отримане від ТОВ “Острійківське”, Білоцерківського району, Київської області, за показниками якості відповідають вимогам ДСТУ. При закупівлі козиного молока визначали: кислотність, що знаходилась в межах 16-17 °Т, м.ч.ж., білка 3,6 %, сиропридатність не нижче I класу, коров'ячого: кислотність, що знаходилась в межах 16-18 °Т, м.ч.ж., білка 3,0%, сиропридатність не нижче I класу, Загальна характеристика сировини наведена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Загальна характеристика сировини

№ поз.	Назва сировини	Країна походження	Виробник, торгова марка	Термін зберігання	Нормативна документація
1	Молоко козине сировина	Україна	ФГ “Тетяна 2011”	не > 36 год	ДСТУ 7006:2009.
2	Молоко коров'яче незбиране	Україна	ТОВ “Острійківське”	не > 36 год	ДСТУ 3662:2018
3	Заквашувальна культура FLORA DANICA	Данія	ТОВ “Науково-виробнича організація “Лактол Інтернейшнл”, Chr. Hansen	24 місяці	ISO 22000:2005 4 PI EU UA 03-16-2018
4	Заквашувальна культура WhiteDaily 80	Данія	ТОВ “Науково-виробнича організація “Лактол Інтернейшнл”, Chr. Hansen	24 місяці	ISO 22000:2005 8 PI EU UA 11-11-2019
5	Заквашувальна культура RSF-736	Данія	ТОВ “Науково-виробнича організація “Лактол Інтернейшнл”, Chr. Hansen	24 місяці	ISO 22000:2005 7 PI EU UA 03-16-2018

Продовження табл. 2.1

№ поз.	Назва сировини	Країна походження	Виробник, торгова марка	Термін зберігання	Нормативна документація
6	Заквашувальна культура ST-BO1	Данія	ТОВ “Науково-виробнича організація “Лактол Інтернейшнл”, Chr. Hansen	24 місяці	ISO 22000:2005 4 PI EU UA 03-16-2018
7	Заквашувальна культура GL	Італія	ТОВ “Мілк сервіс” «DALTON biotechnologie»	12 місяців	ISO 22000:2005
8	Ферментний препарат CHY-MAX® M 1000	Данія	ТОВ “Науково-виробнича організація “Лактол Інтернейшнл”, Chr. Hansen	12 місяців	8 PI GLOB EN 05-04-2018
9	Ферментний препарат NATUREN® Stamix 1150 NB	Данія	ТОВ “Науково-виробнича організація “Лактол Інтернейшнл”, Chr. Hansen	24 місяці	9 PI GLOB EN 05-01-2018
10	Ферментний препарат RENIPLUS NG 150G	Італія	ТОВ “Мілк сервіс”, «Gruppo Proquiga»	24 місяці	ISO 22000:2005
12	Ферментний препарат Meito	Японія	ПП “Мейком”, Meito Sanguo Co	12 місяців	ISO 22000:2005
13	Хлорид кальцію харчовий (CaCl ₂) «Fudix»	Росія	ТОВ «ХІМАЛЬЯНС»	24 місяці	ISO 22000:2005
14	Сіль кухонна харчова “Екстра”	Україна	ТОВ “Сільпо ФУД”, “Премія”	12 місяців	ДСТУ 4307:2004

Кінець табл. 2.1

№ поз.	Назва сировини	Країна походження	Виробник, торгова марка	Термін зберігання	Нормативна документація
15	Імбир	Індія	ФОП “Тохтариць М.К.”, Natural food	12 місяців	ДСТУ 8005:2015
16	Куркума	Індія	ФОП “Тохтариць М.К.”, Natural food	12 місяців	ISO 5562-1983
17	Гуньба сінна	Індія	ФОП “Тохтариць М.К.”, Natural food	12 місяців	ДСТУ ISO 6575:2019

Характеристика та властивості молокозсідальних препаратів наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Характеристика молокозсідальних препаратів

Молокозсідальний фермент	Тип ферменту	Склад	Активність	Дієтичний статус
CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Данія)	Мікробіальний (продукт ферментованого хімосину)	Хімосин (рекомбінантний) 100 %	1000 ІМСУ/мл	Кошер (Всі дні крім свята Песах), Халяль, Вегетаріанський
NATUREN® Stamix 1150 NB (Chr. Hansen, Данія)	Тваринний	Хімосин 47-53% Пепсин 47-53%	1150 ІМСУ/г	VLOG
RENIPLUS NG 150G (Grupo Proquiga, Іспанія)	Мікробіальний	NaCl, фермент <i>Rhizomucor miehei</i> , sodium benzoate (E-211)	2250 ІМСУ/г	Вегетаріанський
Meito (Meito Sangyo, Японія)	Рослинний	Хімосин 100% (з висівок пшениці)	300000 ІМСУ/г	Вегетаріанський

Характеристика заквашувальних культур наведена в таблиці 2.3.

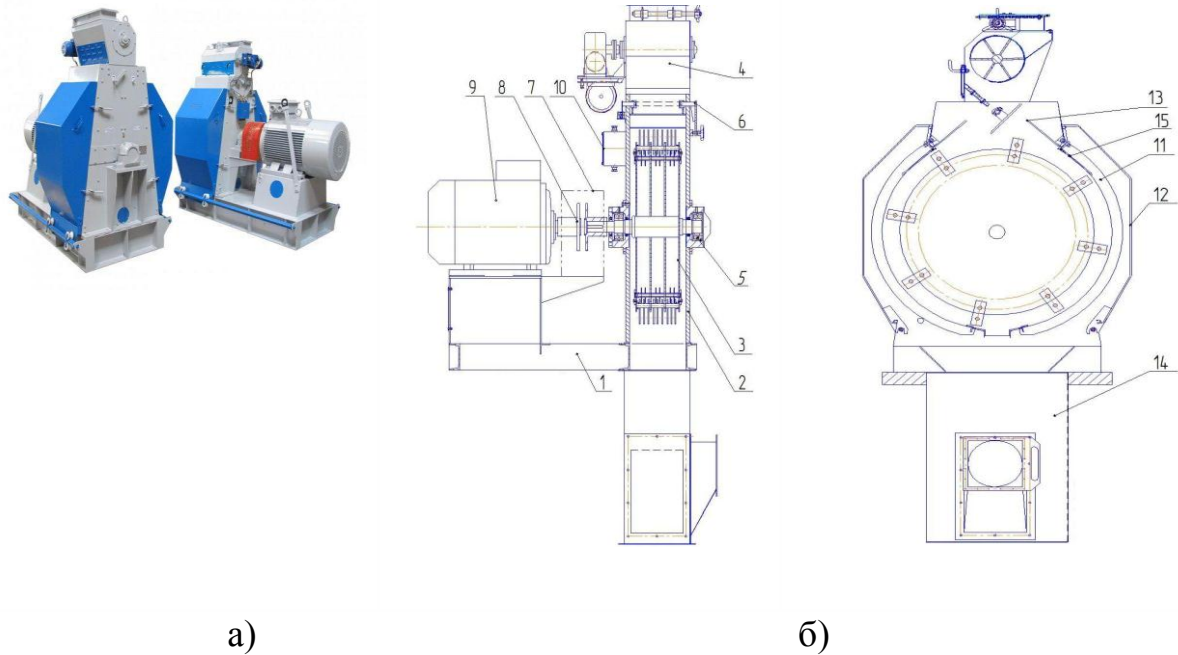
Таблиця 2.3 - Характеристика заквашувальних культур

Найменування	FLORA DANICA	WhiteDaily 80	RSF-736	ST-BO1	GL
Група мікроорганізмів	мезофільна ароматична культура	мезофільна гомоферментативна та термофільна	мезофільна та термофільна	термофільна культура	мезофільна культура
Властивості	Формує смак і аромат	Резистентність до фагів, продукування молочної кислоти	Резистентність до фагів, продукування молочної кислоти, виражений смак	Помірне формування молочної кислоти, низький рівень наростання рН після сквашування	Резистентність до фагів, протеолітична активність
Продукування CO_2	+	-	-	-	-
Дієтичний статус	Кошер, Халяль, VLOG	Кошер, Халяль, VLOG	Кошер, Халяль, Вегетаріанський	Кошер, Халяль, Вегетаріанський	-
Таксономія	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Leuconostoc</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> ; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ; <i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>

2.3 Обладнання і методи досліджень

2.3.1 Стендове обладнання для проведення досліджень

Для подрібнення прянощів використовували лабораторну молоткову дробарку А1-ДМ2Р (рис. 2.2).



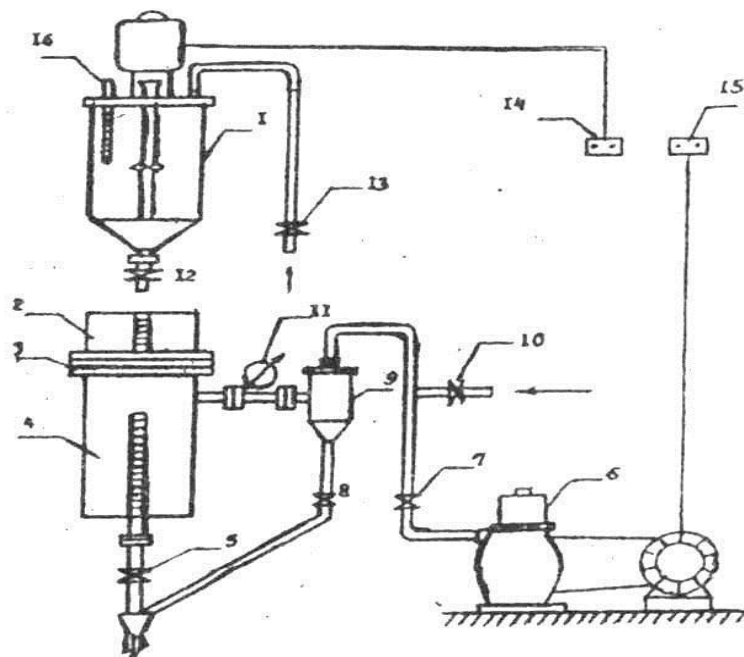
1 – станина; 2 – корпус; 3 – ротор з молотками; 4 – електродвигун; 5 – корпус підшинику; 6 – перекидний клапан; 7 – огорожа; 8 – муфта; 9 – електродвигун; 10 – клемний ящик; 11 – рамки ситова з ситом та деком; 12 – двері; 13 – дека; 14 – взриворозрядна камера; 15 – дека 2

Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд (а) та схематичне зображення (б) молоткової дробарки А1-ДМ2Р

У відповідності до технічних характеристик, дробарка А1-ДМ2Р має частоту обертів – 1500 об/хв, потужність – 200 кВт та сита четвертої (Ø-6,5), третьої (Ø5), і другої (Ø-3) груп.

Для фільтрування пастеризованого молока з прянощами пропонується використання вакуумних фільтрувальних установок. Схематичне зображення установки наведено на рисунку 2.3.

Фільтрувальна установка представляє собою модель вакуум-фільтра. Складається із бачка 1 для суспензії з мішалкою, фільтра 2 і резервуару для збору рідини після фільтрування - 4. Фільтрат, через бризгоуловлювач 9, з'єднаний з вакуум-насосом 6. Забір вакуума в ємності проводиться за допомогою вакуумметра 11, температура рідини вимірюється термометром 16.



1- бачок для суспензії; 2 - фільтр; 3 - фільтрувальна перегородка; 4 - ємність для фільтрату; 5,7,8, 10,13 - вентилі; 6 - вакуум-насос; 9 - бризгоуловлювач; 11 - вакуумметр; 12 - кран подачі молока; 14,15 - вимикачі

Рисунок 2.3 - Схематичне зображення вакуумної фільтрувальної установки

Для виробництва м'якого сиру в міні-цехах за удосконаленою технологією пропонується використання сировиготовлювача Attis-500 (рис. 2.4). Сировиготовлювач наповнюється молоком, нагрів відбувається через теплообмінну сорочку електроенергією або зовнішнім джерелом гарячої води. Охолодження - від зовнішнього джерела холодної води. Для зменшення втрат тепла корпус сировиготовлювача обладнаний теплоізоляцією.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд сировиготовлювача Attis-500

Під час сквашування підтримується задана температура, яка виводиться на екран та записується на флеш-пам'ять. Після утворення згустку проводиться його розрізання, за допомогою лір. Вимішування відбувається за допомогою мішалки, зі швидкістю 6-23 об/хв. Через нижній кран відбувається злив сироватки. Остаточний злив отриманого сирного зерна і сироватки, що залишилася, здійснюється через нижній кран.

2.3.2. Стандартні методи дослідження

Для проведення наукових досліджень було використано стандартні і спеціальні методи: фізико-хімічні, фізичні, інструментальні, органолептичні, мікробіологічні, математичні та математико-статистичні з використанням сучасних комп'ютерних технологій та приладів.

Перелік використаних стандартних методів:

- відбір проб і підготовку до здійснення аналізу проводили – згідно з ДСТУ ISO 707:2002;
- густину молока визначали згідно з ДСТУ 6082:2009;

- органолептичну оцінку готових продуктів здійснювали – згідно ISO 22935-3:2009 (IDF 99-3:2009);
- визначення активної кислотності згідно з ДСТУ 8550:2015;
- сенсорні дослідження – відповідно до ДСТУ ISO6564:2005 та ДСТУ ISO 6658:2005;
- відбір проб для здійснення мікробіологічних досліджень проводили – згідно з ДСТУ IDF 122С:2003;
- визначення кількості життєздатних молочнокислих бактерій – згідно з ДСТУ 8447:2015;
- визначення кількості пліснявих грибів та дріжджів – у відповідності до ДСТУ 8447:2015;
- наявність патогенних мікроорганізмів (МКО), у тому числі бактерій роду *Salmonella* – у відповідності до ДСТУ IDF 93А:2003;
- наявність та визначення кількості бактерій виду *Escherichia coli* – згідно з ДСТУ 7140:2009;
- наявність та визначення кількості бактерії *Listeria monocytogenes* – у відповідності до ISO 11290-1:2017;
- наявність та визначення кількості бактерії *Staphylococcus aureus* – у відповідності до ДСТУ ISO 5944:2005 (IDF 60:2001);
- визначення масової частки вологи сиру м'якого здійснювали у відповідності до ДСТУ 8552:2015;
- масову частку білка молочної сироватки – згідно з ДСТУ ISO 8968-1:2005.

2.3.3 Спеціальні методи досліджень

Основні фізико-хімічні показники молока – густину, жир, білок додану воду, точку замерзання, СЗМЗ визначали методом ультразвукової діагностики на аналізаторі якості молока “Екомілк” MILKANA КАМ 98-2А.

Вологоутримуючу здатність м'якого сиру (ВУЗ) визначали гравіметричним методом Грау-Хамма в модифікації А.А. Алексєєва, який

грунтується на визначенні кількості вологи, що виділяється з продукту при легкому пресуванні, яка вбирається фільтрувальним папером. При роботі використовували беззолні, повільно вбираючі фільтри \varnothing (9 -11) мм (з синьою смугою), які для встановлення постійної вологості витримують у ексикаторі з хлористим кальцієм. Фільтр поміщають на скляну пластину розміром 11x11x0,5 см. Наважку сиру 0,3 г поміщають на гурток з поліетиленової плівки діаметром 40мм, зважують на вагах з точністю до 0,5 мг і переносять на фільтр так, щоб навішування опинилася під гуртком поліетилену. Зверху плівки наважку покривають скляною пластиною такого ж розміру і на неї встановлюють вантаж масою 0,5 кг. Вміст пресують 7 хв. Після цього фільтр з навішуванням звільняють від навантаження і пластини. Зразок сиру разом з поліетиленовим гуртком знімають з фільтрувального паперу і негайно зважують. Різниця в масі продукту до і після пресування показує масу води (сироватки), що виділилася з зразка. Вологоутримуючу здатність визначають за формулою:

$$ВУЗ = 100 (а - б) / а, \quad (2.1)$$

де ВУЗ - вологоутримуюча здатність сиру,%;

а - кількість вологи в навішуванні сиру, мг;

б - кількість вологи, що виділилася з навішування сиру, мг.

$$а = 300 В_{ТВ} / 100, \quad (2.2)$$

де 300 - наважка сиру, мг;

$В_{ТВ}$ - масова частка вологи в сирі,% (Пасічний, 2020).

Визначення амінокислотного складу проводились за допомогою автоматичного аналізатора амінокислот Т 339, (Чехія). Принцип роботи аналізатора полягає в тому, що елюент із ємності за допомогою насосу, що дозує, проганяється через хроматографічну колонку. Площа піків на хроматограмі підраховується і порівнюється з площею піків амінокислот з відомою

концентрацією. З порівняння цих площ робиться обчислення абсолютної кількості амінокислоти в аналізованому зразку.

На хроматограмі розраховують площу піків кожної амінокислоти (або висоту піків). Кількість мікромолей кожної амінокислоти (X_1) у досліджуваному модульному зразку обчислюють за формулою (1):

$$X_1 = \frac{S_1}{S_0} X_1 = \frac{S_1}{S_0}, \quad (2.3)$$

де: S_1 - площа піку (або висота) амінокислоти в досліджуваному зразку;
 S_0 - площа піка (або висота) цієї ж амінокислоти в розчині стандартної суміші амінокислот, що відповідає 1 мікромолу кількості кожної амінокислоти.

Для виділення амінокислот застосовується метод гідролізу хлористоводневою (соляною) кислотою (Сорочан & Штеменко, 2005), (Симонян, Саламатов, Покровская & Аванесян, 2012).

Біологічна цінність білків модельних зразків м'якого сиру обумовлюється вмістом і складом незамінних амінокислот, яку визначають шляхом порівняння амінокислотного складу досліджуваного білка за довідковою шкалою амінокислот гіпотетичного «ідеального» білка. Цей методичний прийом має назву амінокислотного скору. Амінокислотний скор — показник біологічної цінності білка, що представляє собою відсоткове відношення частки певної незамінної амінокислоти загального вмісту амінокислот в досліджуваному білку до стандартного (рекомендованого) значення (Dubinina, S. Lehnert, O. & Khomenko, 2014).

Існує кілька способів розрахунку амінокислотного скору, найбільш простим є відношення кількості кожної незамінної амінокислоти в випробуваному білку до кількості цієї ж амінокислоти в гіпотетичному «ідеальному» білку, повністю збалансованим за амінокислотним складом. Організація ФАО/ВООЗ запропонувала стандартну амінокислотну шкалу, за якою порівнюють склад досліджуваного білка (Пасічний, 2008). Розрахунок

амінокислотного скору кожної незамінної амінокислоти було розраховано за формулою (2):

$$C_j = \frac{AK_i}{AK_{i \text{ етал}}} \times 100, \quad (2.4)$$

де C_j амінокислотний СКОР i -тої незамінної амінокислоти білка, %; AK_i - вміст незамінної амінокислоти білка модельних зразків м'якого сиру, мг/1 г білка; $AK_{i \text{ етал}}$ - вміст незамінної амінокислоти в еталонному білку, мг/1 г еталонного білка.

Коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) показує середню величину надлишку амінокислотного скору незамінних амінокислот в порівнянні з найменшим рівнем скору будь-якої незамінної амінокислоти (надлишкова кількість незамінних амінокислот, що не використовується на пластичні потреби) (Пасічний, 2003). КРАС розраховується за формулою:

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta \text{РАС}}{n}, \quad (2.5)$$

де n — кількість незамінних амінокислот, $\Delta \text{РАС}$ — розбіжність амінокислотного скору амінокислоти, яка розраховується за формулою:

$$\Delta \text{РАС} = C_i - C_{\min}, \quad (2.6)$$

де C_i — надлишок скору i -ої незамінної амінокислоти, %; C_{\min} — мінімальний із скорів незамінної амінокислоти досліджуваного білка по відношенню до еталону, %.

Величина біологічної цінності визначається за формулою (Маєвська, 2015):

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}, \quad (2.7)$$

Визначення ζ -потенціалу, електропровідності та розмірів частинок здійснювалось за допомогою аналізатор Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments Ltd, England), робота якого базується на лазерній кореляційній спектроскопії (ЛКС) (ЛКС, $\lambda=633$ нм, $\theta=90^\circ$, програма версії 1.3). Проведення вимірів і обробку одержаних результатів здійснювали з використанням програмного забезпечення “Zetasizer software 8.01.4906”. Зразки для досліджень готували шляхом УЗ диспергування досліджуваних оксидів (диспергатор Misonix, потужність 500 Вт, частота 22 кГц) в деіонізованій дистильованій воді. Значення рН дисперсій регулювали додаванням 0,1 М НСІ чи NaOH розчинів.

Суть методу ЛКС полягає в тому, що розсіяне світло від частинки, що знаходиться в об’ємі, вимірюється детектором, розміщеним під певним кутом до головного напрямку світлового променя і результати опрацьовуються програмним забезпеченням вимірювальної установки Використання автокореляційних функцій дозволяє дослідити електрофоретичну поведінку і розподіл частинок за розміром в дисперсіях. У відповідності до рівняння Гельмгольца-Смолуховського існує лінійне співвідношення між електрофоретичною рухомістю і ζ -потенціалом:

$$U_e = A\zeta, \quad (2.8)$$

де A – константа для подвійного електричного шару (ПЕШ) при $ka \gg 1$ (де a означає радіус частинки, а k – параметр екранування Дебая-Хюкеля). Для ПЕШ невеликої товщини ($ka < 1$), тобто при рН, що наближається до ізоелектричної точки (ІЕТ) рівняння з урахуванням корегуючого фактору Генрі можна представити:

$$U_e = \frac{2\varepsilon\zeta}{3\eta} \quad (2.9)$$

де ε – діелектрична проникність, та η – в'язкість. Співвідношення між ζ -потенціалом і рухомістю агрегатів первинних часток може бути уточнено з урахуванням об'ємної частки твердої фази (ϕ) і потенціалу площини зсуву

(ψ_α) на межі розподілу фаз тверда поверхня – рідина для пористих агрегатів:

$$U_e = \frac{\varepsilon}{3\eta} \left(1 + \frac{\phi}{2}\right) (2\zeta + \psi_\alpha F), \quad (2.10)$$

де F – фактор електроосмотичної течії;

$$\psi_\alpha = \frac{\zeta(1+k\alpha)}{B}, \quad (2.11)$$

$$B = \frac{(1-k^2\alpha b)\sinh(kb-ka) - (kb-ka)\cosh(kb-ka)}{\sinh(kb-ka) - kbc\cosh(kb-ka)}, \quad (2.12)$$

де b – зовнішній радіус елементарної комірки, в загальному випадку для агрегатів $\phi = \frac{\alpha^3}{b^3}$ (для агрегатів пірогенного кремнезему значення $\phi = 0,3-0,4$ було оцінене за об'ємом пор в агрегатах, що був визначений з даних по адсорбції азоту). Оцінка значення k відповідно до і середнього розміру первинних частинок за значеннями $S_{\text{пит}}$ чи розподілу частинок за розміром $f(a)$ (де a_{min} – мінімальний розмір та a_{max} – максимальний розмір агрегатів) дозволяють записати інтегральне рівняння (2.13) для електрофоретичної рухомості:

$$U_e = \frac{\varepsilon}{3\eta} \int_{a_{\text{min}}}^{a_{\text{max}}} \left(1 + \frac{\phi}{2}\right) (2\zeta + \psi_\alpha F) f(a) da, \quad (2.13)$$

Розподіл числа частинок за розмірами визначався за розподілом інтенсивності розсіювання $A(I)$ від об'єктів за дифузним уширенням. Однак інтерес являє не сам по собі розподіл інтенсивності, а пов'язаний з ним розподіл числа частинок за розмірами (РЧР) $N(A)$ або молекулярно-масовий

розподіл (ММР) $S(M)$. Перехід від $A(\Gamma)$ до цих звичних характеристик полідисперсної системи вимагає модельних уявлень про структуру розсіювачів. Хаотичний рух частинок в суспензії змінює інтенсивність розсіяного світла з часом і флуктуюючий сигнал обробляється за допомогою формування автокореляційної функції $G(t)$. Для монодисперсної суспензії, яка складається зі сферичних частинок, що знаходяться у броунівському русі, ця функція може бути записана таким чином.

$$G(t) = A + B \exp(-2\Gamma t), \quad (2.14)$$

де A, B – константи, Γ – дифузне уширення (швидкість затухання), t – час.

Ця функція може бути використана для визначення швидкості затухання, та взаємопов'язана з коефіцієнтом дифузії D частинок:

$$\Gamma = Dq^2 \quad (2.15)$$

де q – вектор розсіювання, який характеризує зміну частоти світла (так зване доплерівське зміщення) в результаті руху розсіюючої частинки. Величина q розраховується із значень кута розсіювання θ , довжини хвилі лазерного світла λ і коефіцієнта заломлення n дисперсійного середовища за рівнянням:

$$q = \frac{2\pi n}{\lambda} 2 \sin \frac{\theta}{2} \quad (2.16)$$

Розмір частинки d для простих форм, таких як сфера, еліпсоїд, циліндр чи згорнутий клубок, пов'язаний з величиною D рівнянням Стокса-Ейнштейна:

$$D = \frac{k_B T}{3 \pi \eta(t) d} \quad (2.17)$$

де k_B – константа Больцмана, T – температура, η – в'язкість дисперсійного середовища.

Метод ЛКС дає змогу визначити величину d із значення часу затухання $\tau = 1/\Gamma$:

$$d = k_B T \tau q^2 / (3\pi\eta), \quad (2.18)$$

Діаметр частинки чи агрегату, який визначається за допомогою метода ЛКС, є середнім гідродинамічним діаметром, який може перевищувати геометричні розміри частинок чи агрегатів приблизно на товщину подвійного електричного шару (до площини зсуву).

При вимірюванні електропровідності результат аналізу фіксували, коли покази залишалися сталими протягом 1 хв або змінювались за цей час не більше, ніж на 0,2 мСм/см. (Гончарук, 2021)

Вміст діацетилу та ацетоїну визначали за креатиноюю пробою. На білу порцелянову пластинку наносять у рівних об'ємах (по 1-3 краплі) фільтрат закваски, 40 %-вий розчин КОН і 0,04 %-вий розчин креатину та ретельно перемішують. Помічають час появи рожевого кольору. Якщо рожевий колір з'явився менш ніж за 7 хв, то закваска вважається якісним продуцентом діацетилу й ацетоїну. Якщо ж поява кольору спостерігається через 7-10 хв, це вказує на слабку ароматоутворюючу здатність мікроорганізмів. (Степаненко, 2014)

Реологічні властивості (структурну в'язкість, пластичність, тиксотропію білкових згустків і готового продукту) визначали за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест-2». Вимірювальний вузол цього приладу складається з ротора і стакана (циліндр в циліндрі). Принцип вимірювання полягає в наступному. В зазор між циліндрами поміщають продукт, що досліджують, в якому під дією обертання ротора відбувається зсув одного прошарку відносно іншого. За величиною обертання ротора (градієнт швидкості) та силою опору його обертанню визначають реологічні характеристики продукту.

Перед початком вимірювань обирають відповідний індекс вимірювального приладу. Необхідну кількість продукту загрузають у вимірювальний циліндр. Для того, щоб побудувати криві текучості (реограми), які визначають залежність напруження зсуву від швидкості деформації, виміри починають проводити при низьких показниках швидкості деформації. Швидкість деформації збільшують шляхом збільшення частоти обертання вимірювального циліндра. Потрібну частоту обертання ротора задають за допомогою перемикачів приводу.

Покази приладу переводять в напруження зсуву (Па) при даній швидкості деформації за формулою:

$$\tau = Z * \alpha, \quad (2.19)$$

де Z - це константа циліндра, Па/од. шкали приладу;

α - покази приладу.

За обрахованими значеннями напруження зсуву при певних швидкостях деформації будують первинну реограму $\tau = f(D_r)$ – криву текучості. Вона має вигляд ступеневої функції вигляду $y = ax^n$, де n – індекс текучості.

За графічними даними знаходять граничне напруження зсуву τ_0 (точка перетину з віссю ординат (при $D_r = 0$)) та класифікують зразки, як реологічні тіла, за показником текучості.

Ефективну в'язкість дослідних зразків визначають за формулою, Па:

$$\eta_{\text{еф}} = \tau / D_r, \quad (2.20)$$

За обрахованими даними будують графік залежності $\eta_{\text{еф}} = f(D_r)$. (Левіт, & Афенченко, 2014).

Для визначення масової частки хлористого натрію сиру м'якого застосовують метод з азотнокислим сріблом. Проби модельних зразків розтирають у ступці до отримання однорідної суміші. На годинниковому склі або бюксі відважують 1,8 - 2,2 г сиру м'якого, з похибкою не більше 0,001 г і

переносять в конічну колбу. У колбу піпеткою додають розчин азотнокислого срібла 0,1 моль/дм³: 25см³. За допомогою градуйованого циліндра наливають 25см³ азотної кислоти і суміш ретельно перемішують.

Суміш нагрівають у витяжній шафі до кипіння, додають 10 см³ розчину марганцевокислого калію і підтримують суміш, що реагує в слабокиплячому стані. Якщо реагуюча суміш змінює забарвлення від темно-коричневого до світло-жовтого або безколірного, то додають ще 5-10см³ розчину марганцевокислого калію. Наявність зайвої кількості марганцевокислого калію (коричневе забарвлення суміші) свідчить, що відбувся повний розклад органічної речовини.

Видаляють надмірну кількість марганцевокислого калію, додаючи розчин 10%-ної щавлевої кислоти або глюкозу до зникнення коричневого забарвлення. Потім у колбу з сумішшю приливають 100 см³ дистильованої води і 2 см³ розчину насиченого залізоамонійного галуни і ретельно перемішують.

Зайву кількість азотнокислого срібла титрують 0,1 моль/дм³ розчином роданістого калію (амонію) доти, доки не з'явиться забарвлення червоно-коричневого кольору, що не зникає протягом 30 с.

Паралельно проводять контрольний аналіз, використовуючи 2 см³ дистильованої води в обмін наважки сиру, і додаючи реактиви у тій же кількості та послідовності, що і при дослідженні сирів.

Масову частку хлористого натрію у сирах м'яких X, у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = 5,85 \times C \times (V_0 - V_1)/m \quad (2.21)$$

де 5,85 – коефіцієнт для вираження результатів у вигляді відсоткового вмісту хлористого натрію; C – молярна концентрація титрованого розчину роданістого калію (амонію), моль/дм³, V₀, V₁ - об'єм розчину роданістого калію

(амонію), використаного відповідно у контрольній пробі і при аналізі продукту, cm^3 ; m – маса наважки продукту, г.

Оцінювання органолептичних показників здійснювалось профільним методом із використанням 5-бальної шкали.

Для оцінки органолептичних властивостей молочно-білкових згустків обрано такі показники: смак і запах; характеристика згустку.

Бальна шкала та критерії оцінювання органолептичних показників молочно-білкових згустків за визначеними показниками наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Бальна шкала та критерії оцінювання молочно-білкових згустків

№	Найменування показника	Характеристика	Бальна оцінка
1	Смак і запах	чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів, не властивих козиному молоку (з нівельованим запахом і присмаком, що притаманний козиному молоку)	5
		чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів, не властивих козиному молоку (з не вираженим запахом, що притаманний козиному молоку)	4
		не виражений кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів, не властивих козиному молоку (з специфічним запахом, що притаманний козиному молоку)	3
		кислуватий, без сторонніх присмаків і запахів, не властивих козиному молоку (з специфічним запахом і присмаком, що притаманний козиному молоку)	2
		нечистий, з надто вираженим специфічним запахом що притаманний козиному молоку	1
2	Характеристика згустку	щільний,	5
		недостатньо щільний	4
		нещільний	3
		дряблий	2
		занадто дряблий	1

Для оцінки органолептичних показників сирів м'яких з козиного молока обрано такі показники: смак, запах, консистенція, колір, зовнішній вигляд.

Для визначення смаку запаху відрізають ножем невеликий шматок сиру м'якого, температура якого становить від 18°C до 20°C. Органолептично визначають смак та запах. Для визначення консистенції шматок ламають і розтирають між пальцями.

Бальна шкала та критерії оцінювання органолептичних показників сирів м'яких з козиного молока наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Бальна шкала та критерії оцінювання органолептичних показників модельних зразків сиру м'якого з козиного молока

№	Найменування показника	Оцінка, бал
1	2	3
	Смак	
1.1	Характерний кисломолочний, в міру солоний або солодкий, з приємним присмаком внесених прянощів	5
1.2	Характерний кисломолочний, недостатньо виражений, з приємним присмаком внесених прянощів	4
1.3	Характерний кисломолочний, для сирів з прянощами – з недостатньо вираженим присмаком прянощів	3
1.4	сторонній, нечистий;	2-1
1.5	несвіжий, затхлий гіркий присмак	0
	Запах	
2.1	Характерний кисломолочний, аромат прянощів практично не відчувається	5
2.2	Характерний кисломолочний, з приємним гармонійним ароматом внесених прянощів	4
2.3	Характерний кисломолочний, присутній специфічний запах, притаманний козиному молоку, для сирів з прянощами – з недостатньо вираженим ароматом прянощів	3
2.4	Невиражений, порожній, присутній специфічний запах, притаманний козиному молоку	2
2.5	Різкий, подразнюючий запах внесених прянощів	1

закінчення таблиці 2.5

1	2	3
2.6	Нехарактерний, неприродний аромат, з різким специфічним запахом, що притаманний козиному молоку	0
	Консистенція	
3.1	достатньо щільна, однорідна за всією масою	5
3.2	щільна, однорідна	4
3.3	не щільна	3
3.4	не щільна, відділена сироватка	2-1
3.5	мазка, відділена сироватка	0
	Колір	
4.1	Білий або білий із злегка кремовим відтінком або обумовлений кольором введених прянощів	5
4.2	Білий або білий із злегка нерівномірним темним відтінком	4
4.3	Нерівномірне забарвлення, наявність плям більш темного відтінку	3
4.4	Неприродне забарвлення	2-1
4.5	Неприродне нерівномірне забарвлення, наявність плям більш темного відтінку	0
	Зовнішній вигляд	
5.1	Поверхня чиста, без механічних пошкоджень, пружна, може містити відбиток перфорації, головка добре тримає форму	5
5.2	Поверхня чиста, без механічних пошкоджень, пружна, може містити відбиток перфорації, головка добре тримає форму, але розпливається з часом	4
5.3	Нерівномірні включення прянощів, сир не тримає форму головки	3-2

Загальна оцінка органолептичних властивостей молочно-білкових згустків та сиру м'якого з козиного молока з прянощами визначається за формулою 2.22 як сума бальних оцінок окремих показників із урахуванням коефіцієнтів їх вагомості.

$$ZO = \sum_{n=1}^{i=1} P_i \times K_i, \text{ бал} \dots\dots\dots(2.22)$$

де ZO – загальна оцінка органолептичних властивостей, бал;

P_i – оцінка за окремим показником, бал;

K_i – коефіцієнт вагомості органолептичного показника;

n – кількість показників, взятих до уваги при органолептичній оцінці.

Коефіцієнти вагомості встановлювались на підставі аналізу внеску окремих показників у загальну органолептичну оцінку продукту. При загальній оцінці органолептичних властивостей зразків сирів м'яких з козиного молока з прянощами встановлені такі коефіцієнти вагомості окремих показників: смак – 0,3; запах – 0,3; консистенція – 0,2; колір – зовнішній вигляд – 0,1. Сума показників вагомості дорівнює 1.

2.4 Опис технології сирів м'яких кислотно-сичужним способом

М'які сири виготовляли за класичною технологією (Поліщук & Колесникова, 2009) з використанням кислотно-сичужного зсідання молока, процес виробництва складався з таких технологічних операцій:

приймання молока (визначення його кількості, контроль якості та сортування молока);

очищення, термізація, охолодження сиропридатної сировини;

резервування сиропридатної сировини за температури від 2 °С до 6 °С протягом 12...24 год;

визрівання сиропридатної сировини за температури від 8 °С до 12 °С протягом 10...14 год з внесенням або без внесення закваски чи заквашувального препарату;

нормалізація сиропридатної сировини до заданого співвідношення білок/жир;

пастеризація за температури 72...76 °С протягом 15...20 с;

визрівання перед зсіданням, при кислотності зрілого молока 18...19 °Т , додають 2,0...2,5 % закваски чистих культур мезофільних молочнокислих стрептококів; при кислотності молока 19,5...20,5 °Т - 1,0...1,5 %. Після внесення закваски додають хлорид кальцію із розрахунку 15...40 г безводної солі на 100 кг молока. . Молоко ретельно перемішують і залишають на 40...60 хв для зростання титрованої кислотності до 21...22 °Т, підігрівують до температури 32...34 °С, вносять молокозсідальний фермент, кислотність молока повинна становити 22...23 °Т.

зсідання нормалізованої суміші за температури 32...34°С протягом 6 год;

розрізування сирного згустку на кубики розміром 30x30x30 мм,

становлення сирного зерна, після розрізання витримують 10...15 хв, спеціальною металевою пластиною перетягують в один бік 4...5 разів та 1...2 рази з інтервалом 15 хв перемішують 3 ванни відводять 30...40 % сироватки, ванну впритул підвозять до формувального столу, за допомогою пристрою перевертають. Оброблений згусток із залишком сироватки виливають по спеціальних жолобах і лійках у вічка форм, де з нього **самопресуванням формують сир**.

під час **самопресування** сир перевертають: перше перевертання проводять через 20...30 хв після формування сиру, друге – через 40...50 хв після першого, третє і наступні – через 1 год після попереднього. Всього потрібно перевертати сир 3...5 разів. Самопресування триває 7-8 год. Температура приміщення має становити 20...22 °С, а відносна вологість – 90...95 %.

2.5 Математичні та статистичні методи оброблення результатів

Після аналізу експериментальних даних було сформовано тенденції зміни кількісних характеристик об'єкта - визначення оптимального співвідношення композиційної суміші гуньби сінної та куркуми для використання у технології сирів м'яких з козиного молока у вигляді поліноміального тренда 3-го ступеня. Поліноміальна форма тренду 3-го ступеня виражається формулою:

$$Y = b_3 \cdot x^3 + b_2 \cdot x^2 + b_1 \cdot x + b_0, \quad (2.23)$$

де Y – рівні показника, звільнені від коливань; b_0 – стартовий рівень тренду в момент, який приймають за початок відліку x , b – середня зміна за одиницю даних експерименту, тобто швидкість змін.

Для оцінки невідомих параметрів b_0, b_1, b_2, b_3 застосовано метод найменших квадратів (МНК). Згідно з методом невідомі параметри функції вибираються таким чином, щоб сума квадратів відхилень експериментальних (емпіричних) значень Y_i від їх розрахункових (теоретичних) Y_{ip} значень була мінімальною, тобто:

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{ip})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \varphi(X_i, b_0, b_1, \dots, b_k))^2 \rightarrow \min, \quad (2.24)$$

Точність апроксимації визначається значенням величини R^2 та підтверджена графічно.

Моделювання раціонального співвідношення куркума+гуньба сінна було виконано за допомогою методології поверхні відгуку. Обрана методологія є сукупністю математичних і статистичних прийомів, спрямованих на моделювання процесів та знаходження комбінацій експериментальних рядів предикторів.

У загальному вигляді функція відгуку описується таким поліномом:

$$\hat{y}(x, b) = b_0 + \sum_{l=1}^n b_l x_l + \sum_{k=1}^n b_k x_k^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n b_{ij} x_i x_j, \quad (2.25)$$

де $x \in R^n$ – вектор змінних, b – вектор параметрів.

Отримані рівняння з розрахованими коефіцієнтами мають вигляд:

$$F1 = 28,5 + 91,625x - 175,209x^2 + 36,837y - 11,854y^2 - 0.00001xy, \quad (2.26)$$

$$F2 = 2,325 + 7,546x - 9,244x^2 + 4,854y - 2,419y^2 - 5,000xy, \quad (2.27)$$

$$F3 = 77,5 + 368,703x - 256,172x^2 + 182,763y - 48,757y^2 - 350xy, \quad (2.28)$$

Де:

F1 – вологоутримуюча властивість згустку, %;

F2 – органолептична оцінка, бал;

F3 – граничне напруження на зсув, Па;

x – вміст куркуми, %;

y – вміст гуньби сінної, %.

Для перевірки адекватності отриманих моделей було проведено обчислення середньоквадратичного відхилення як квадратного кореня з дисперсії за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}}, \quad (2.29)$$

де \hat{y}_i – значення, розраховані за допомогою регресійного рівняння, y_i – значення експериментальних даних.

Для вологоутримуюча властивість згустку середньоквадратичне відхилення становить – $\sigma_{F1} = 0.00001, \%$, для органолептична оцінка, бал – $\sigma_{F2} = 0.0001\%$, для граничного напруження на зсув – $\sigma_{F3} = 0.00002\%$, що свідчить про досить високий ступінь відтворюваності результатів дослідження за допомогою площини відгуку.

Отримані результати вимірювань та графічне представлення експериментальних даних здійснювали за допомогою стандартних програм

статистичного оброблення Microsoft Excel. Точність отриманих результатів забезпечували трьох-п'ятикратною повторюваністю дослідів.

Апаратурно-технологічну схему виконували в системі комп'ютерної програми для автоматизованого проектування «Компас-3D».

Розрахунок економічної ефективності проводили із використанням Microsoft Excel. Розрахунок собівартості здійснювався у відповідності до «Інструкції з планування, обліку та калькулювання собівартості одиниці продукції на підприємствах галузі всіх форм власності».

Висновки до розділу 2

1. Визначено об'єкт та предмет досліджень, розроблена схема проведення експериментів.
2. Описана характеристика основної та допоміжної сировини, що використана в дослідженнях
3. Підібрано обладнання для проведення досліджень
4. Обрано відповідні органолептичні фізико-хімічні, мікробіологічні та методи досліджень.

РОЗДІЛ 3. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ПРЯНОЩІВ У ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯКИХ СИРІВ

3.1 Обґрунтування вибору виду та визначення раціональної кількості молокозсідального препарату

Одним із важливих елементів технології натуральних сирів є отримання згустку під дією молокозсідальних ферментів.

На характер утворення згустку, постановки та формування сирного зерна, відділення сироватки, втрат білка та жиру з сироваткою, а також якість готового продукту великий вплив, разом з якістю молока, мають молокозсідальні препарати та способи їх використання.

Існуючі молокозсідальні препарати передбачені для використання в технології сирів з коров'ячого молока, тоді як, специфікації з експериментальними даними щодо козиного молока практично не зустрічаються.

Рижкова Т.М. (Рижкова, 2015) провела дослідження протеолітичної активності ферментних препаратів, які були використані для виготовлення сичужного сиру та сиру кисломолочного з козиного та коров'ячого молока. За результатами досліджень зроблений висновок, що суттєвих відмінностей білкової складової сироватки з-під виробництва сирів з козиного та коров'ячого молока не виявлено. Таким чином, ферментні препарати, рекомендовані для виробництва білкових продуктів з коров'ячого молока, можуть бути використані у виробництві сирів з козячого молока.

З метою визначення напряму удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока було здійснено серію попередніх досліджень щодо оцінки властивостей молока-сировини та встановлено, що козине молоко утворює менш щільний згусток з більшими, у порівнянні з коров'ячим молоком,

втратами складових частин молока в сироватку. Такий ефект можна пояснити фракційним складом білків і низькою титрованою кислотністю.

Тому наступним етапом продовження даних досліджень є уточнення існуючих рекомендацій виробників та експериментальне визначення кількості молокозсідального препарату, яка необхідна для утворення щільного згустку.

З метою підбору ферментних препаратів, були приготовлені модельні зразки з ферментними препаратами, які вносили у молоко в кількостях, відповідно до рекомендацій виробників.

В якості контролю обрано коров'яче молоко. Для досліджень було використано козине та коров'яче молоко не нижче першого ґатунку, сиропридатністю не нижче 1-го класу. Масова частка білку козиного молока $3,2 \pm 0,1$ %, коров'ячого молока $3,0 \pm 0,1$ %, титрована кислотність 18 ± 1 і 19 ± 1 °Т відповідно. Модельні зразки в кількості 1000 см^3 були піддані пастеризації при температурі 76 °С, з витримкою 20-25 с та охолоджені до температури зсідання, що відповідає рекомендаціям виробника.

Додавання хлориду кальцію, у вигляді 40% розчину в кількості 20 г/100 кг молока, підвищує активність коагулянтів через зменшення рН і також впливає на агрегацію казеїну.

В якості ферментних препаратів було використано CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Данія) мікробіального походження (продукт ферментованого хімозину) з активністю 1000 IMCU/мл; NATUREN® Stamix 1150 NB (Chr. Hansen, Данія) тваринного походження (хімозин 47-53 % пепсин 47-53 %) з активністю 1150 IMCU/г; RENIPLUS NG 150G (Grupo Proquiga, Іспанія) мікробіального походження (до складу входить NaCl , фермент *Rhizomucor miehei*, та натрій бензоат (E-211)) з активністю 2250 IMCU/г та рослинного походження Meito (Meito Sangyo, Японія), в складі якого 100 % хімозин (з висівок пшениці) з активністю 300000 IMCU/г.

Перед внесенням в молоко коагулянт був розведений в 10-ти частинах води (без хлору, рН 6,4). Після розведення доданий в молоко, ферментний препарат ретельно перемішували на протязі 3-5 хв до рівномірного розподілу

коагулянту у молоці. Після перемішування зразки залишались у спокої для ферментації.

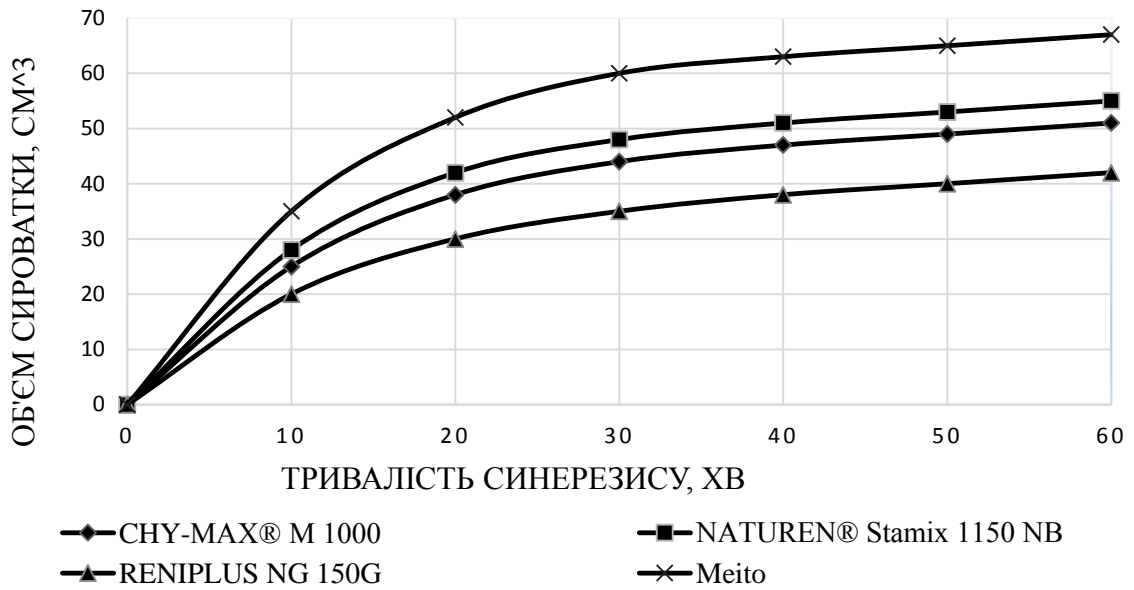
В модельних зразках визначено тривалість зсідання та синерезис згустку. Одержані дані наведені у табл. 3.1 та рис. 3.1 (а,б).

Таблиця 3.1 – Тривалість зсідання модельних зразків козиного та коров'ячого молока за використання різних ферментних препаратів

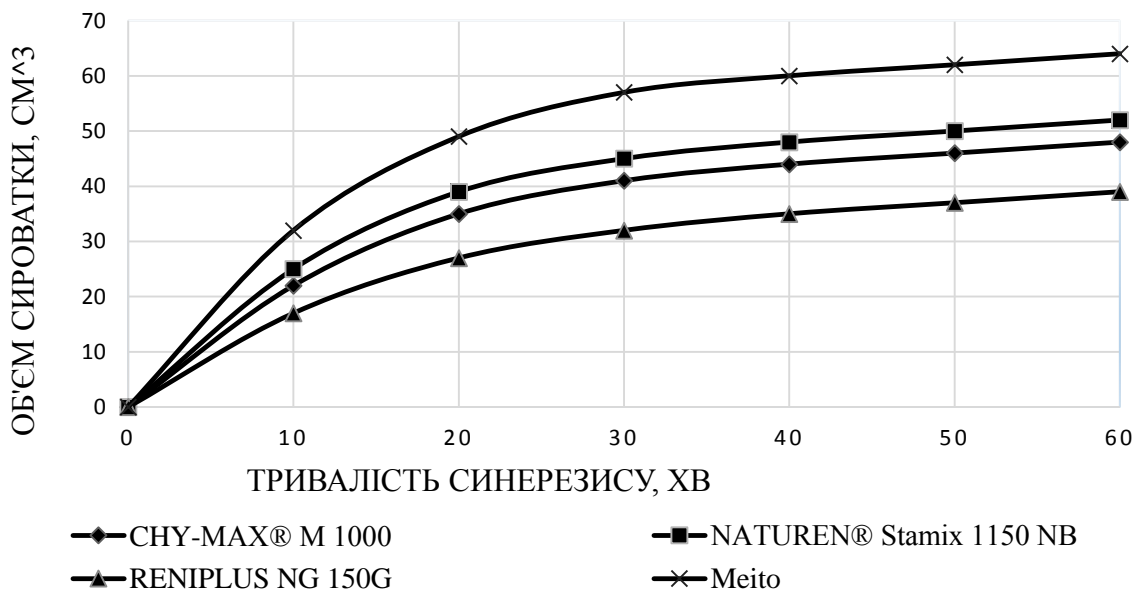
Показник	Назва ферментного препарату			
	СНУ-MAX® М 1000 (Данія)	NATUREN® Stamix 1150 NB (Данія)	RENIPLUS NG 150G (Іспанія)	Meito (Японія)
Козине молоко				
Тривалість зсідання молока, хв	60±1	62±1	53±1	48±1
Коров'яче молоко (контроль)				
Тривалість зсідання молока, хв	57±1	60±1	50±1	45±1

Для визначення синеретичних властивостей отримані молочно-білкові згустки об'ємом 100 см³ разом із сироваткою, яка відділилась на поверхні, розрізали і поміщали на паперовий фільтр, визначаючи об'єм виділеної сироватки через кожні 10 хв. протягом 60 хв.

Сиропридатність модельних зразків козиного та коров'ячого молока, а також синеретичні властивості молочно-білкового згустку за використання різних ферментних препаратів наведені на рис. 3.1 (а, б).



а) Синеретичні властивості молочно-білкових згустків з коров'ячого молока



б) Синеретичні властивості молочно-білкових згустків з козиного молока

Рисунок 3.1 – Синеретичні властивості молочно- білкових згустків з коров'ячого (а) та козиного (б) молока за використання різних ферментних препаратів

Встановлено, що найвищою активністю по відношенню як козиного, так і коров'ячого молока володів ферментний препарат Meito, що забезпечував утворення згустку за 48 ± 1 хв для козиного та 45 ± 1 хв для коров'ячого молока, але синеретичні властивості згустку були найнижчими. Ступінь відділення сироватки при використанні ферментного препарату Meito був на рівня 64 см^3 для козиного молока. У той же час, ферментні препарати NATUREN® Stamix 1150 NB та CHY-MAX® M 1000 забезпечували утворення згустку у середньому протягом 60 хв, але ступінь відділення сироватки становив 48 см^3 . Визначено, що молочно-білкові згустки на основі козиного молока характеризуються нижчим показником синерезису порівняно зі згустками з коров'ячого молока – у середньому на 2...3%. (Корольчук, Ющенко, & Кузьмик, 2020)

На наступному етапі досліджено реологічні властивості та проведена органолептична оцінка молочно-білкових згустків з козиного та коров'ячого молока за використання вищевказаних ферментних препаратів. Залежність дотичного напруження зсуву від швидкості деформації молочно-білкових згустків за використання різних ферментних препаратів наведено на рис. 3.2.

З рис. 3.2 видно, що ферментний препарат Meito (Японія) забезпечує утворення найбільш щільних згустків, у той же час при органолептичній оцінці спостерігається поява гіркуватого присмаку, що можна пояснити більш високою протеолітичною активністю мікробіального ферментного препарату, що зумовлює накопичення гірких поліпептидів.

При зсіданні молока під дією ферментного препарату RENIPLUS NG 150G показник дотичного напруження зсуву за змінної швидкості деформації був найнижчим, що підтверджується органолептичною оцінкою – згусток був нещільним, при розрізанні краї розпливались, ознак відділення сироватки не спостерігалось.

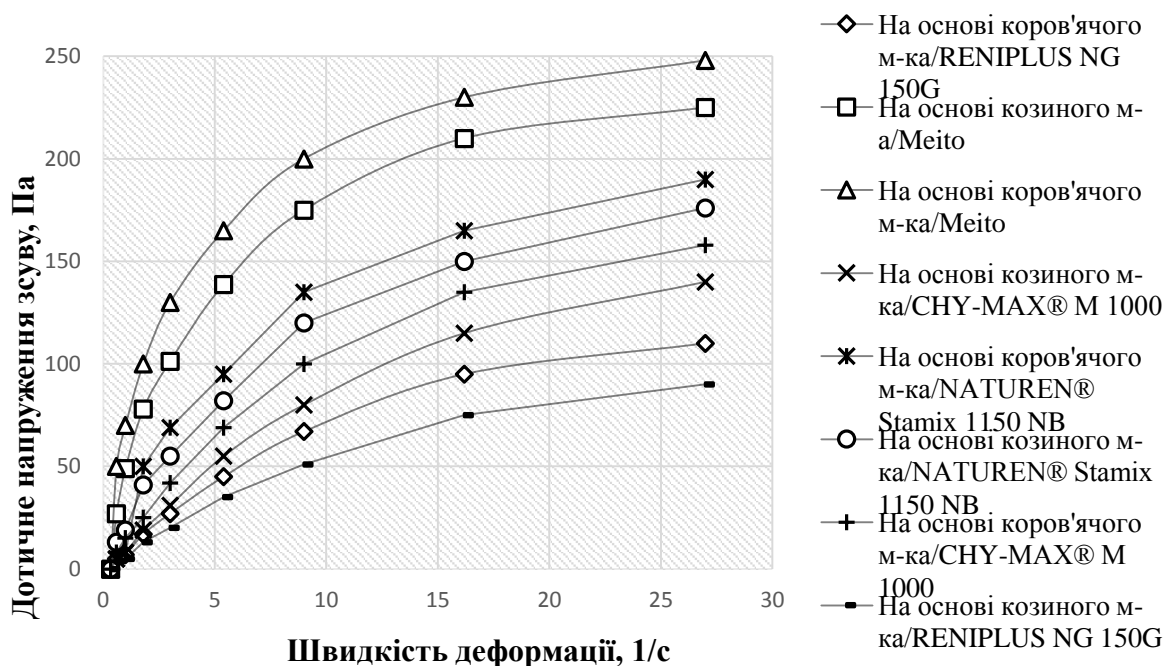


Рисунок 3.2 – Залежність дотичного напруження зсуву від швидкості деформації молочно-білкових згустків за використання різних ферментних препаратів

Модельний зразок молочно-білкового згустку за використання ферменту NATUREN® Stamix мав дещо кращі реологічні властивості у порівнянні з CHY-MAX® M A, але так як NATUREN® Stamix є ферментним препаратом тваринного походження, для подальшого використання у технології м'яких сирів було обрано ферментний препарат CHY-MAX® M, що є ферментним препаратом нового покоління. CHY-MAX® M має мікробіальне походження. Він виготовлений глибокою ферментацією рослинного субстрату, має менше дозування, забезпечує скорочення викидів CO₂ та достатній ступінь зсідання молока при низькій протеолітичній активності, забезпечує належні органолептичні властивості згустків. Крім того, препарат має сертифікат, що підтверджує дієтичний статус (Кошер (усі дні крім свята Песах), Халяль, Вегетаріанський), що дозволяє суттєво розширити коло його потенційних споживачів.

З рис. 3.2 можна зробити висновок, що під час зсідання коров'ячого молока, молокозсідальний препарат CHY-MAX® M 1000 забезпечує більшу

щільність молочно-білкового згустку, тому кількість молокозсідального препарату для використання у технології м'яких сирів на основі козиного молока потребує коригування.

Для оцінки показників якості згустку, отриманого внаслідок зсідання коров'ячого та козиного молока, визначали раціональну кількість внесення ферментного препарату. У модельних зразках, кількість введення ферментного препарату коливалась в межах 20...60 ІМСУ/л молока.

Тривалість зсідання встановлювалась на рівні 60 ± 2 хв за температури $34...36^\circ\text{C}$. Обробку згустку та формування сирного зерна здійснювали за традиційною технологічною схемою виробництва м'яких сирів (див. розділ 2.4).

Визначали втрати білка у молочну сироватку, залежно від кількості молокозсідального препарату (рис. 3.3).

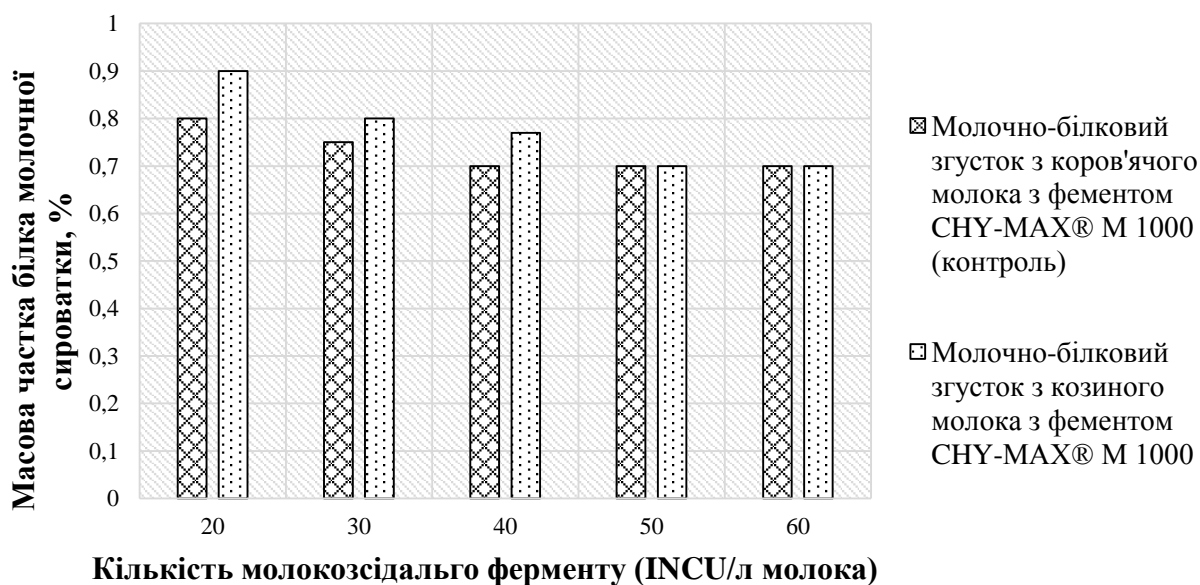


Рисунок 3.3 – Вплив кількості молокозсідального препарату та вміст білка сироватки при виробництві сиру м'якого з козиного молока

З рис. 3.3 видно, що модельний зразок молочно-білкового згустку з козиного молока має більші втрати білка в сироватку, порівняно з молочно-білковим згустком коров'ячого молока. Тому в подальших дослідженнях

потрібно передбачити додаткові технологічні прийоми для більш повного вилучення білків козиного молока в процесі виробництва м'яких сирів.

Внесення в коров'яче молоко молокозсідального препарату в кількості 40 ІМСУ/л молока забезпечує мінімальні втрати молочного білку в сироватку, в козине молоко - 50 ІМСУ/л молока. Зі збільшенням кількості молокозсідального препарату % втрат не зменшується, в той час як підвищена кількість препарату негативно впливає на згусток, підвищуючи його синеретичні властивості.

На наступному етапі досліджували вплив кількості молокозсідального препарату на реологічні властивості молочно-білкових згустків, (рис. 3.4).

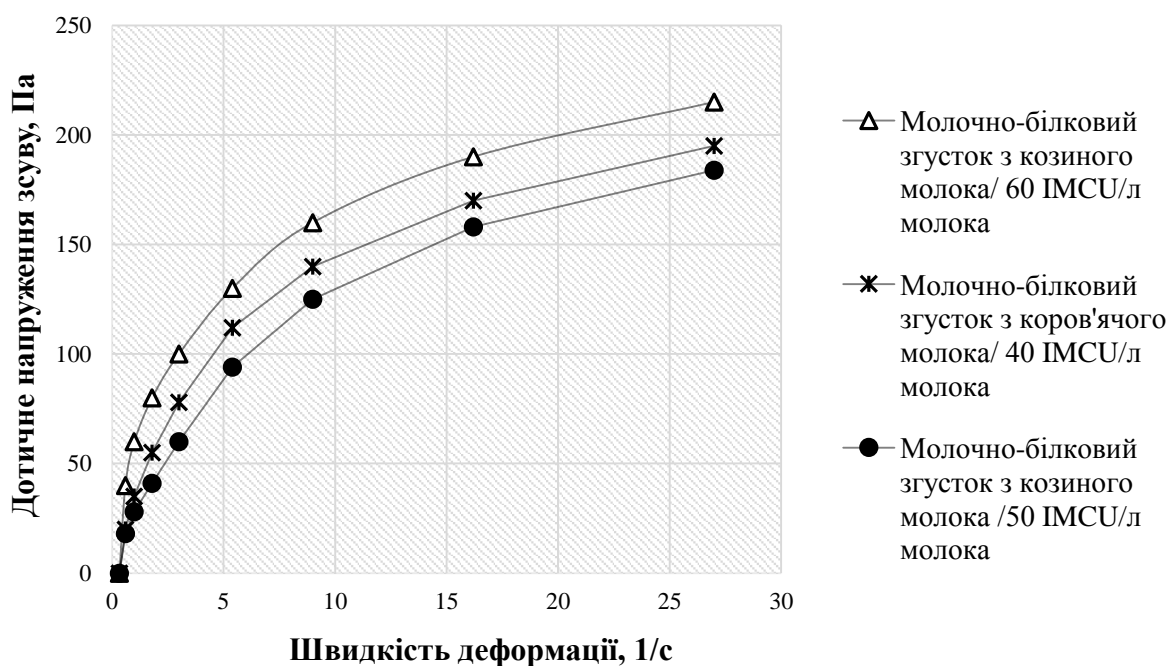


Рисунок 3.4 - Залежність дотичного напруження зсуву від швидкості деформації молочно-білкових згустків при різних кількостях ферментного препарату

На етапі визначення реологічних показників в якості контролю обрано молочно-білковий згусток, отриманий зсіданням коров'ячого молока, з кількістю ферментного препарату 40 ІМСУ/л молока, яка забезпечує

мінімальні втрати молочного білку в сироватку. При додаванні до молочної основи ферментного препарату в кількості 20-40 ІМСU/л молока, згусток був недостатньо щільним, дряблим. Модельний зразок молочно-білкового згустку внаслідок зсідання козиного молока з кількістю молокозсідального препарату 50 ІМСU/л молока за реологічними характеристиками був найбільш наближеним до молочно-білкового згустку коров'ячого молока з кількістю внесення 40 ІМСU/л молока та забезпечував достатньо щільний згусток, що дозволяє виготовити м'який сир з необхідними показниками якості.

Підвищення кількості молокозсідального препарату до 60 ІМСU/л молока не призводило до суттєвих змін реологічних властивостей згустку, тому підвищення кількості введення ферментного препарату до 60 ІМСU/л є недоцільним.

Аналіз параметрів дослідних зразків дозволяє рекомендувати для використання в технології м'яких сирів з козиного молока ферментний препарат СНУ-МАХ® М 1000 (Chr. Hansen, Данія) в кількості 50 ІМСU/л молока, що позитивно впливає на інтенсивність утворення молочно-білкового згустку, ступінь синерезису, реологічні характеристики та зменшує втрати молочного білку в сироватку.

Проведено органолептичну оцінку сиру м'якого на основі козиного молока. Сир мав чистий, кисломолочний смак, але відчутний характерний запах і присмак козиного молока, зумовлений природним вмістом таких жирних кислот, як капринова та лінолева.

Одним із технологічних рішень, що дозволить нівелювати зазначені особливості, є виробництво м'якого сиру із використанням кислотно-сичужного способу зсідання молока.

Тому завданням подальших досліджень був підбір заквашувальних препаратів для отримання згустку із помірним рівнем кислотності та утворення ароматичних сполук, зокрема діацетилу та ацетоїну.

3.2 Обґрунтування вибору заквашувального препарату для виробництва сирів м'яких з козиного молока

На органолептичні показники та вихід готового продукту у виробництві сирів м'яких методом кислотно-сичужного зсідання молока суттєвий вплив має склад нормалізованої суміші, склад та властивості заквашувальних культур, їх кислотоутворююча здатність.

При виборі заквашувальних культур та/або їх композиції необхідно враховувати вимоги до показників кінцевого продукту, режими виробництва та особливості фізико-хімічного складу козиного молока та його технологічні властивості.

На даному етапі досліджень визначали вплив заквашувальної мікрофлори на якісні характеристики сиру з козиного молока. Для зниження специфічних особливостей козиного молока (запаху, притаманного козиному молоку), які посилюються в готовому продукті, при підборі заквасок, звертали увагу на можливість усунення проявів даного недоліку.

Для дослідження були обрані культури прямого внесення відомих виробників Chr. Hansen (Данія) та DALTON biotechnologie (Італія).

Заквашувальний препарат вносився у кількостях відповідно до рекомендацій виробника. Температура та тривалість сквашування встановлювались у межах, наведених у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Вид, кількість заквашувального препарату та параметри сквашування модельних зразків козиного молока

Вид заквашувального препарату	Активність, КУО/г	Кількість введення, од .акт.	Температура, °С	Тривалість сквашування, год
1	2	3	4	5
GL (Dalton)	$2 \cdot 10^{10}$	10	32 ± 2	$7 \pm 0,5$
FLORA DANICA (Chr. Hansen)	$2 \cdot 10^{11}$	100	32 ± 2	$6,5 \pm 0,5$
ST-BO1 (Chr. Hansen)	$2 \cdot 10^{11}$	100	31 ± 2	$6,5 \pm 0,5$

закінчення таблиці 3.2

1	2	3	4	5
WhiteDaily 80 (Chr. Hansen)	$1 \cdot 10^{11}$	50	30 ± 2	$6 \pm 0,5$
RSF-736 (Chr. Hansen)	$2 \cdot 10^{11}$	50	34 ± 2	$5,5 \pm 0,5$

Під час ферментації здійснювали контроль наростання кислотності згустку за використання різних заквашувальних препаратів. Результати дослідження наведені на рис. 3.5.

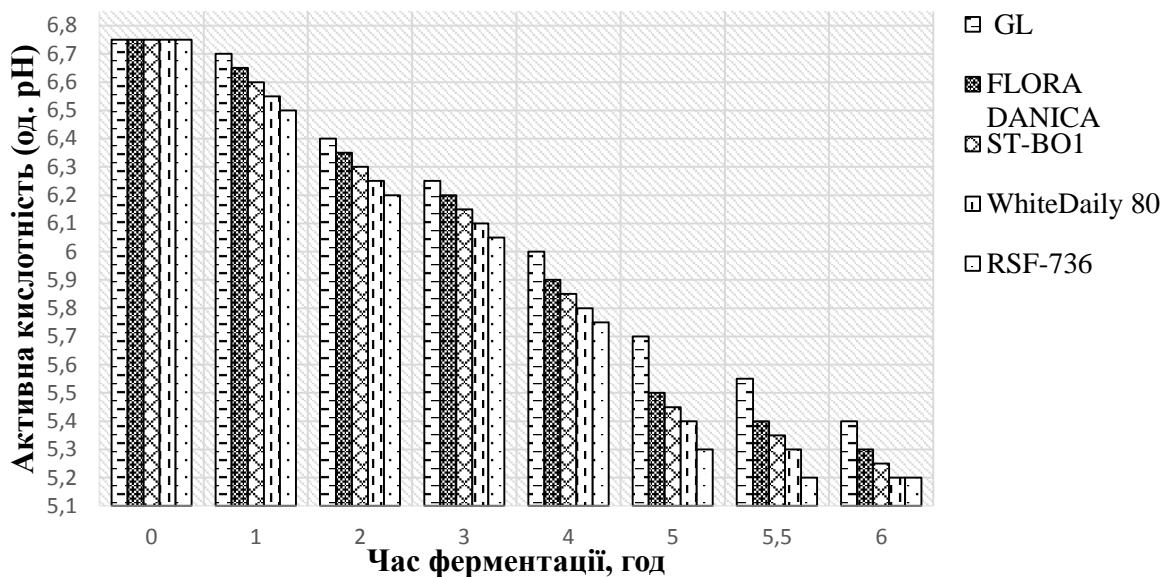


Рисунок 3.5 - Вплив заквашувальних препаратів на активну кислотність молочно-білкових згустків з козиного молока

З отриманих даних можна зробити висновок, що підібрані культури майже лінійно впливали на зниження активної кислотності. Зниження рН при використанні RSF-736 (Chr. Hansen) культури відбувається більш інтенсивно, а час сквашування знизився на 30 хв до заданого показника рН 5,2 од.

Синерезис згустку при використанні різних заквашувальних препаратів наведено на рис. 3.6.

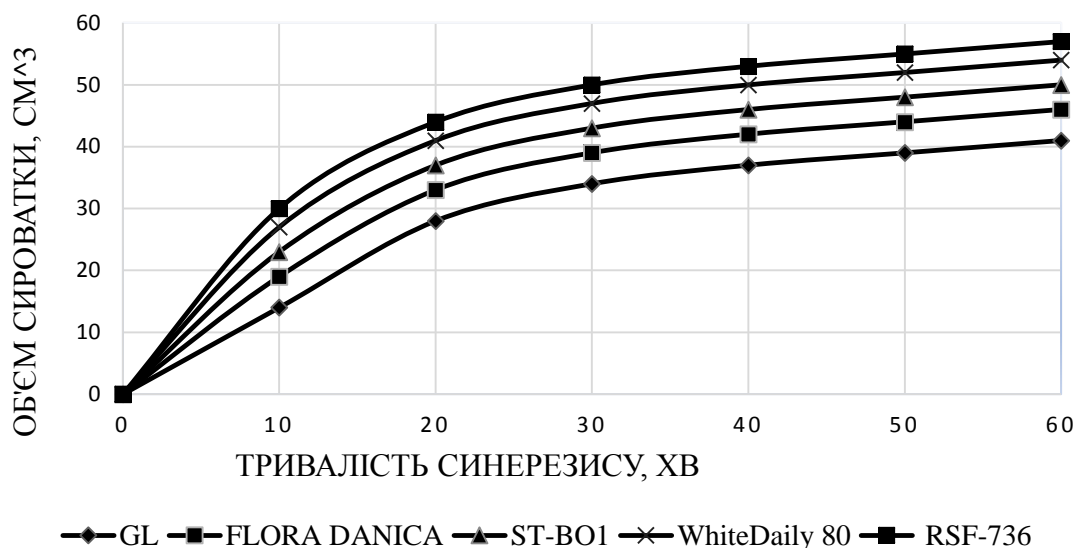


Рисунок 3.6 - Вплив заквашувальних препаратів на синерезис молочно-білкових згустків на основі козиного молока

Результати органолептичної оцінки згустку (розділ 2, табл. 2.4) та визначення вмісту ароматичних речовин наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Оцінка якості згустку за органолептичними показниками та кількістю ароматичних речовин

№	Найменування показника	Найменування заквашувального препарату				
		GL	FLORA DANICA	ST-BO1	WhiteDaily 80	RSF-736
1	2	3	4	5	6	7
1	Утворення діацетилу і ацетоїну	-	+	+	-	+
2	Утворення CO ₂	+	+	+	-	-
3	Смак і запах	2	4	3	4	5
4	Характеристика згустку, бали	2	3	4	5	5

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що при використанні культури мезофільних та термофільних штамів молочнокислих бактерій RSF-736 (Chr. Hansen) можна досягти належних органолептичних характеристик згустку, нівелювати специфічний присмак і запах, притаманний козиному молоку, забезпечити реологічні та синеретичні характеристики згустку для подальшого виробництва м'якого сиру. (Корольчук, Ющенко, & Кузьмик, 2020; Корольчук, Ющенко, Кузьмик, 2021).

3.3 Обґрунтування доцільності та раціональної кількості введення кухонної солі у нормалізовану суміш до теплового оброблення

Соління у виробництві м'яких сирів здійснюється 2-ма способами: у розсолі та натиранням головок сухою сіллю. Але при цьому процес соління є фактором ризику мікробіального забруднення, що обмежує термін придатності продуктів до зберігання. Тому на наступному етапі визначали доцільність введення солі на етапі приготування нормалізованої суміші. Подальше теплове оброблення суміші забезпечить знешкодження небажаної мікрофлори.

Виробляли сир м'який за традиційною технологічною схемою [розділ 2.4] та визначали у готовому продукті вміст солі, вологозв'язуючу здатність у готовому продукті та його вихід. Отримані результати наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Залежність вологозв'язуючої здатності та виходу від концентрації доданої солі

Показники	Вміст, %								
	0,3± 0,01	0,35± 0,01	0,4± 0,01	0,45± 0,01	0,5± 0,01	0,55± 0,01	0,6± 0,01	0,65± 0,01	0,7± 0,01
Кількість кухонної солі, %									
Масова частка кухонної солі у сирі м'якому	1,1± 0,01	1,25±0 ,01	1,45±0 ,01	1,65±0 ,01	1,8±0, 01	2,0± 0,01	2,15±0 ,01	2,35±0 ,01	2,55±0 ,01
ВУЗ сирної маси, %	52,9 ±0,5	53,3 ±0,5	53,8 ±0,5	54,2 ±0,5	54,8 ±0,5	55,12 ±0,5	55,35 ±0,5	56,00 ±0,5	56,25 ±0,5
Вихід сиру, г/кг	173,2 ±0,1	175,4 0,1	177,0 0,1	178,5 0,1	180,1 0,1	181,8 0,1	182,1 0,1	182,4 0,1	182,6 0,1

Встановлено, що додавання солі харчової “Екстра” у кількості 0,55% від маси молока на етапі його нормалізації, дозволяє покращити органолептичні показники, підвищити вологоутримуючу здатність та збільшити вихід готового продукту. Внесення солі до сквашування контролює мікробіологічну та ферментативну активність, дещо сповільнює наростання кислотності та нейтралізує кислий смак, впливає на гідратацію та агрегацію параказеїну, здатність утримувати воду казеїновою матрицею, впливає на інтенсивність відділення сироватки, реологічні та структурно-механічні властивості згустку (Guo & Tunick, 2011). Консервуюча дія солі пов'язана зі зниженням активності води (a_w), що пригнічує розвиток патогенної мікрофлори.

Крім того, введення кухонної солі на цьому етапі дозволяє стабілізувати мікробіологічні показники готового продукту та економити виробничі площі за рахунок солильного відділення.

3.4 Вплив виду та способу підготовки прянощів на показник активної кислотності козиного молока

Оскільки прянощі містять у своєму складі ряд речовин, що можуть як безпосередньо впливати на кислотність козиного молока, так і на її зміну при технологічному обробленні, завданням подальших досліджень було визначення впливу виду, способу підготовки та кількості прянощів на показник та динаміку активної кислотності козиного молока у процесі сквашування.

У якості об'єктів дослідження було обрано модельні зразки козиного молока з імбирем, гуньбою та куркумою за їх вмісту від 0,2 до 1,2 % з інтервалом у 0,2%. Модельні зразки козиного молока з прянощами готували об'ємом 100 см³. Обрані прянощі вносили до молочної основи в сухому подрібненому вигляді з розмірами частинок не більше 0,2 мм (Кузьмик, 2018). Подрібнення рекомендовано проводити безпосередньо перед виробництвом, використовуючи для цього прянощі в цілому вигляді, з метою максимального

збереження природного вмісту біологічно активних речовин. Подрібнення здійснювали за допомогою молоткової дробарки (2 розділ, п.2.3.1, рис. 2.2). Отримання фракцій з розміром частинок 0,2 мм дозволяє максимально вилучити цільові компоненти прянощів. З метою визначення раціонального способу підготовки обрані прянощі до молочної основи вносили в кількості від 0,2 до 1,2 % в сухому вигляді та після попередньої гідратації (змішування з молоком, співвідношення прянощі: гідратуюче середовище як 1: 2). Гідратацію здійснювали наступним чином: прянощі вносили до незбираного молока, модельні зразки підігрівали до температури 45–50 °С з подальшим витримуванням протягом 15 хв, суміш козиного молока та прянощів піддавали пастеризації при 76 °С упродовж 20–25 с, охолоджували до (35 ± 2) °С та фільтрували через вакуумну фільтрувальну установку (2 розділ, п.2.3.1, рис. 2.3).

Залежність показника активної кислотності модельних зразків від виду, способу підготовки та кількості прянощів наведено на рис. 3.7.

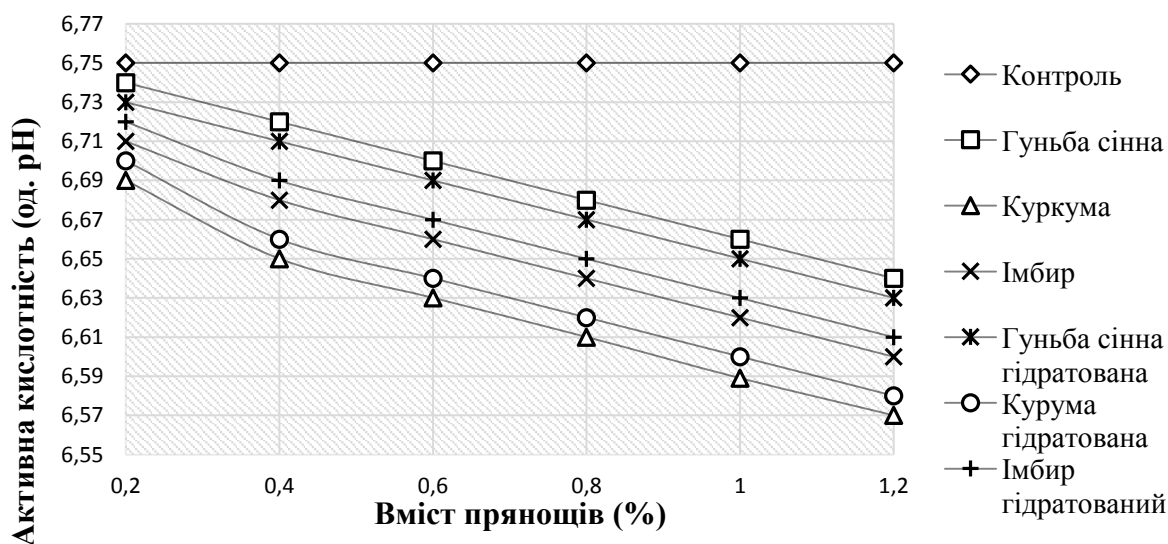


Рисунок 3.7 – Залежність активної кислотності козиного молока від виду та кількості внесених прянощів

Відмінність показника активної кислотності молока при внесенні прянощів у сухому та гідратованому вигляді є незначною – показник активної

кислотності суміші із попередньою гідратацією був у середньому на 0,02 од. рН вищим, що пояснюється буферними властивостями молока, здатними частково компенсувати іони H^+ .

Оскільки процес гідратації займає деякий час, подовжуючи тривалість технологічного процесу та призводячи до додаткових витрат енергоресурсів, у подальших дослідженнях було вирішено додавати прянощі у молоко під час нормалізації в сухому меленому вигляді без попередньої гідратації. (Frolova, Yushchenko, Korolchuk, & Korablova, 2019; Корольчук, Ющенко, & Кузьмик, 2019)

3.5 Вплив виду та кількості прянощів на фізико-хімічні властивості кислоотно-сичужних згустків

Прянощі (імбир, куркума та гуньба сінна) вводились у молоко під час нормалізації в сухому подрібненому до розміру частинок не більше 0,2 мм вигляді в кількості до 1,2% з інтервалом у 0,2%.

Динаміка активної кислотності молочно-білкового згустку при введенні імбиру наведена на рис. 3.8.

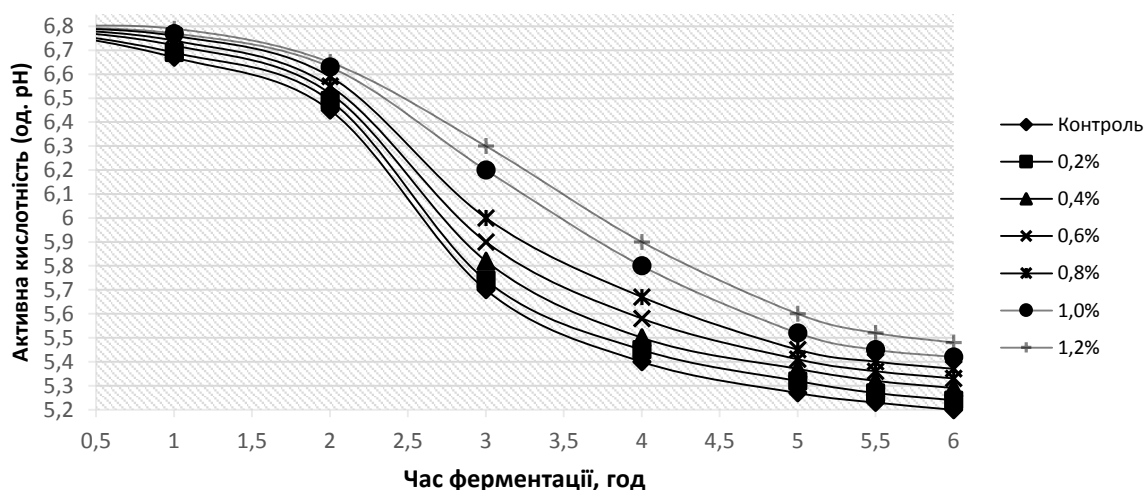


Рисунок 3.8 - Динаміка активної кислотності під час сквашування модельної суміші козиного молока за змінної кількості імбиру

Введення до молочної основи імбиру в сухому меленому вигляді дещо уповільнює зниження активної кислотності упродовж ферментації порівняно з контролем, що можна пояснити вмістом у імбирі сполук з антимікробними властивостями, зокрема завдяки наявності фітонцидів (Гойко, 2016).

Слід зазначити, що тенденція до уповільнення наростання кислотності спостерігається вже при додаванні мінімальної кількості імбиру (0,2%), але уповільнення є незначним (у середньому на 0,25-0,28 од.рН в порівнянні з контролем).

Динаміку активної кислотності молочно-білкового згустку за різного вмісту куркуми наведено на рис. 3.9.

Встановлено, що додавання куркуми також призводить до уповільнення динаміки наростання кислотності під час ферментації, але куркума виявляє більший вплив на рН порівняно з імбирем. Так, при внесенні 0,2% куркуми показник рН був на 0,07 од. вищим, ніж у контролі, а при додаванні 1,2% – вже на 0,4 од.

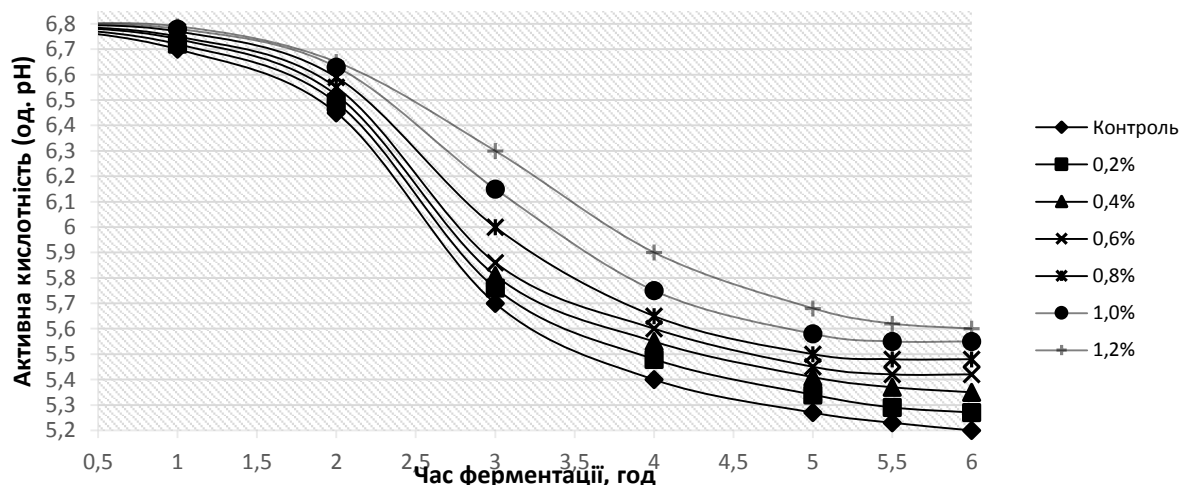


Рисунок 3.9 - Динаміка активної кислотності під час сквашування модельної суміші козиного молока за змінної кількості куркуми

Таким чином, використання куркуми має певне обмеження, оскільки може призвести до уповільнення розвитку заквасочної мікрофлори. Тому

рекомендовано вміст куркуми у нормалізованій суміші обмежити на рівні 0,4%.

Введення до нормалізованої молочної основи гуньби сінної в сухому меленому вигляді істотно не впливає на показник активної кислотності. Так, для зразків із різним вмістом прянощів різниця показника рН становила не більше 0,05 од. (Frolova, Yushchenko, Korolchuk, & Korablova, 2019; Корольчук, Ющенко, & Кузьмик, 2019)

На наступному етапі проводили оцінку властивостей модельних зразків молочно-білкових згустків в залежності від виду та кількості введених прянощів. Отримані дані наведені у табл. 3.5.

З табл. 3.5 видно, що додавання імбиру та куркуми у молоко під час нормалізації негативно впливає на характеристику молочно-білкового згустку та його вологоутримуюча здатність, що ймовірно можна пояснити вмістом активних сполук, що взаємодіють із функціональними групами на поверхні казеїнових міцел та порушують процес їх агрегування.

Таблиця 3.5 – Властивості молочно-білкових згустків за різної кількості введених прянощів

Вид пряності	Масова частка пряності, %	Вологоутримуюча здатність згустку, %	Характеристика згустку
1	2	3	4
Контроль	-	57,00±0,2	щільний
Імбир	0,2±0,01	17,55±0,4	недостатньо щільний
	0,4±0,01	15,25±0,3	недостатньо щільний
	0,6±0,01	16,50±0,2	нещільний
	0,8±0,01	18,00±0,5	дряблий
	1,0±0,01	17,00±0,1	дряблий
	1,2±0,01	15,25±0,4	занадто дрябний
Куркума	0,2±0,01	56,50±0,1	щільний
	0,4±0,01	55,30±0,2	щільний
	0,6±0,01	40,25±0,3	Недостатньо щільний
	0,8±0,01	32,10±0,5	нещільний
	1,0±0,01	20,10±0,4	дряблий
	1,2±0,01	17,30±0,2	дряблий

закінчення таблиці 3.5

1	2	3	4
Гуньба сінна	0,2±0,01	60,60±0,1	щільний
	0,4±0,01	62,50±0,3	щільний
	0,6±0,01	63,40±0,2	щільний
	0,8±0,01	64,00±0,3	щільний
	1,0±0,01	65,10±0,2	щільний
	1,2±0,01	67,25±0,1	щільний

Слід зазначити, що додавання навіть незначної кількості імбиру (0,2%) виявляє негативний вплив на процес структуроутворення, тоді як при використанні куркуми такий ефект спостерігається при кількості введення 0,4%. Таким чином, із подальших досліджень доцільним було виключення імбиру, тоді як введення куркуми повинно бути обмеженим – не більше 0,4%. Додавання гуньби сінної не виявляє негативного впливу на властивості згустку.

Для визначення рекомендованої кількості внесення прянощів здійснено органолептичну оцінку сирів м'яких з козиного молока, отриманих кислотнo-сичужним способом.

Органолептичні показники модельного зразків при введенні куркуми від 0,1 до 0,4 % наведені на рис. 3.10.

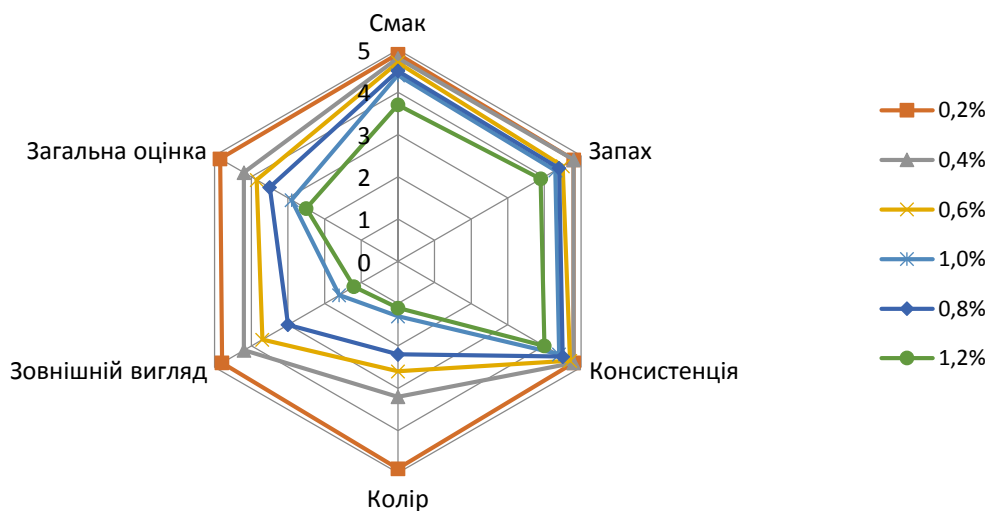


Рисунок 3.10 - Профілограма органолептичних властивостей м'якого сиру з козиного молока за різного вмісту куркуми

Куркума надає м'якому сиру приємного пряного присмаку та аромату та жовтуватого відтінку. При збільшенні концентрації інтенсивність кольору підвищується і при вмісті від 0,3% і вище обумовлює неприродне яскраво-жовте забарвлення. При цьому смак та аромат стають більш вираженими, але не маскують природній смак та запах сиру.

Таким чином, рекомендована кількість введення куркуми до складу нормалізованої суміші у виробництві сирів м'яких з козиного молока становить 0,15...0,2%.

Органолептичну оцінку сирів м'яких з додаванням гуньби сінної наведено на рис. 3.11.

Введення гуньби сінної забезпечує солодкувато-пряний смак та "горіховий" аромат та білий колір з сіро-жовтим відтінком. При внесенні більше 1,0-1,2 % смак та аромат стають більш вираженими, прямими.

Таким чином, рекомендована кількість введення гуньби сінної становить 0,8...1,0%.

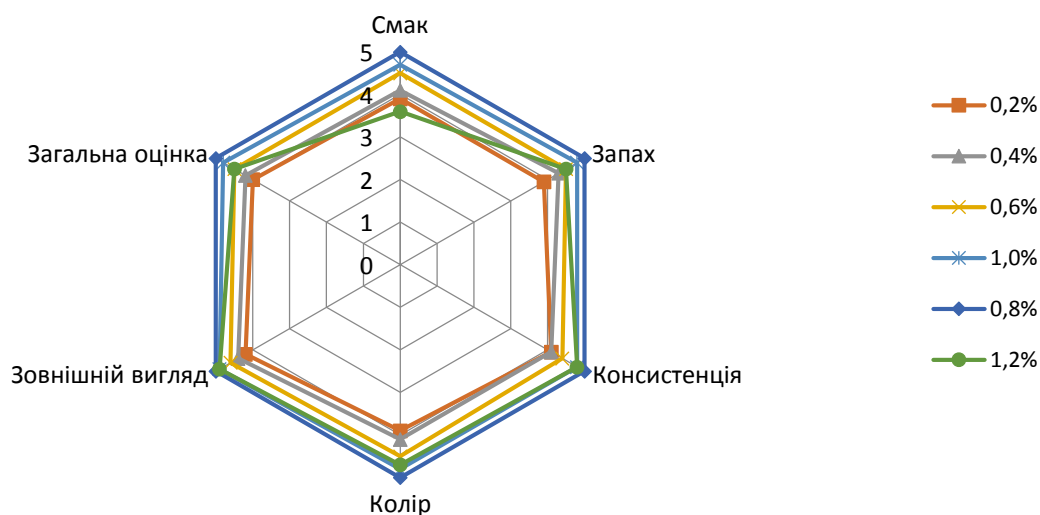


Рисунок 3.11 - Профілограма органолептичних властивостей м'якого сиру з козиного молока з різним вмістом гуньби сінної

Наступним етапом стало дослідження реологічних показників молочно-білкових згустків з додаванням прянощів. Реологічні характеристики модельних зразків при внесенні прянощів наведені на рис. 3.12.

На етапі визначення реологічних показників молочно-білкових згустків, в якості контролю взято згусток, отриманий зсіданням козиного молока. При додаванні до молочної основи куркуми в кількості 0,2% згусток був не достатньо щільним та дряблим.

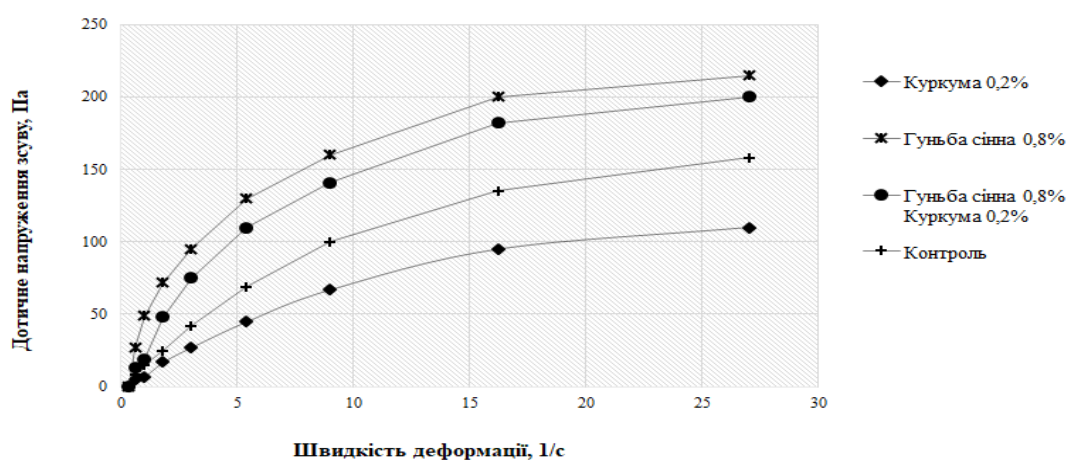


Рисунок 3.12 - Залежність дотичного напруження зсуву від швидкості деформації молочно-білкових згустків при додаванні прянощів

Модельний зразок молочно-білкового згустку внаслідок зсідання козиного молока з додаванням 0,8% гуньби сінної забезпечував достатньо щільний згусток, що пояснюється вмістом слизистих речовин (20-45%), білків та жирів, тому є доцільним використання гуньби сінної в якості вологоутримуючого компоненту.

Модельний зразок молочно-білкового згустку з додаванням до нормалізованого молока 0,8% гуньби сінної та 0,2% куркуми забезпечував достатньо щільний згусток, що дозволяє виготовити м'який сир, з необхідними

показниками якості та подовжити термін зберігання за рахунок антимікробних властивостей куркуми.

3.6 Наукове обґрунтування раціонального співвідношення гуньби сінної та куркуми для подальшого використання у технології сиру м'якого з козиного молока з прянощами

Для визначення раціонального співвідношення куркума:гуньба сінна для подальшого використання у технології сирів м'яких з козиного молока були виведені наступні рівняння:

$$1. \quad Y_1 = 69,097x^3 - 139,76x^2 + 35,331x + 56,445, R^2 = 0,9895 \dots \dots (3.1)$$

Де:

Y_1 – вологоутримуюча властивість згустку, %;

x – сир м'який з козиного молока з додаванням куркуми, %.

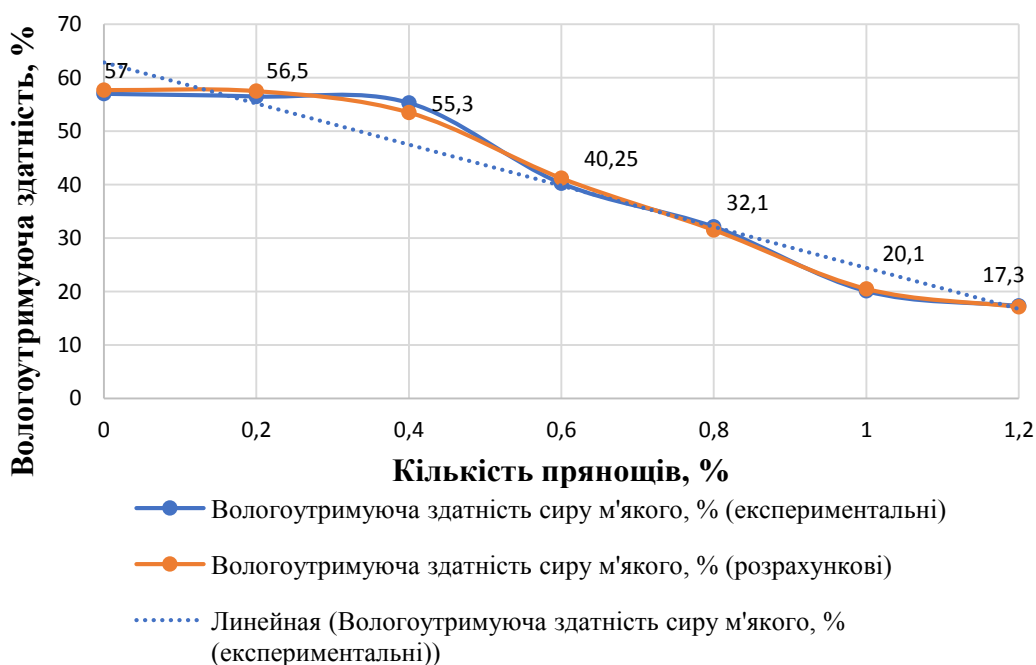


Рисунок 3.13 - Графік залежності вологоутримуючої здатності сиру м'якого з козиного молока від кількості введення куркуми

За збільшення % вмісту куркуми, показник вологоутримуючої здатності дещо знижується.

З метою обґрунтування раціональної кількості введення прянощів на наступному етапі побудовано графічну залежність органолептичної оцінки сирів м'яких з козиного молока з вмістом куркуми від 0,2% до 1,2%.

$$2. \quad Y_2 = 1,7014x^3 - 3,8899x^2 + 0,3825x + 4,7157, R^2 = 0,9816. \dots\dots(3.2)$$

Де:

Y_2 – органолептична оцінка, бал;

x – сир м'який з козиного молока з додаванням куркуми, %.

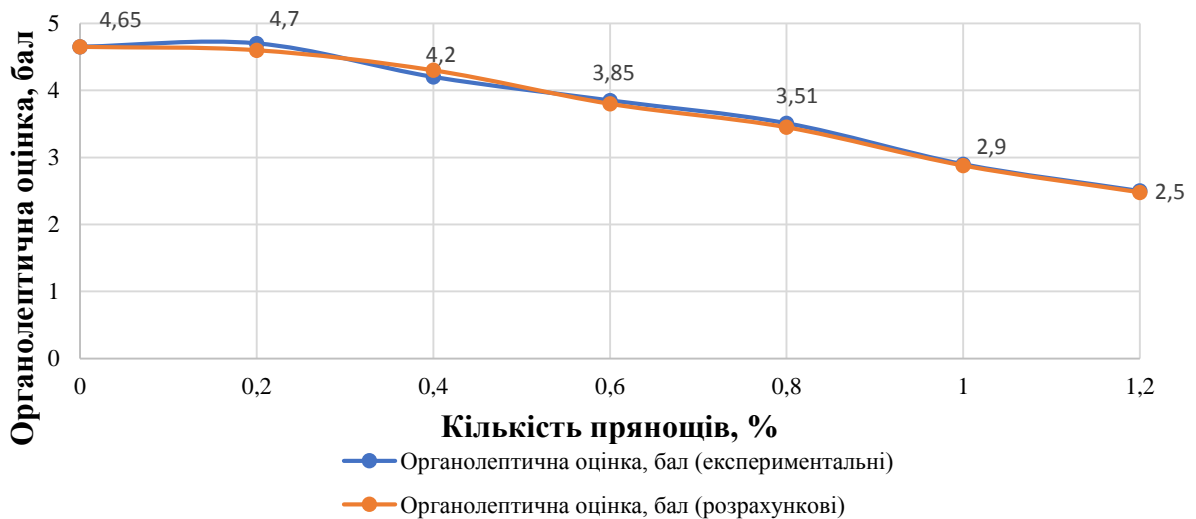


Рисунок 3.14 - Графік залежності органолептичної оцінки сиру м'якого з козиного молока від кількості введення куркуми

З рисунку 3.14 видно, що зі збільшенням вмісту куркуми органолептична оцінка погіршується.

$$3. \quad Y_3 = -125x^3 + 283,33x^2 - 254,29x + 152,38, R^2 = 0,9889. \dots\dots(3.3)$$

Де:

Y_3 – граничне напруження на зсув, Па;

x – сир м'який з козиного молока з додаванням куркуми, %.

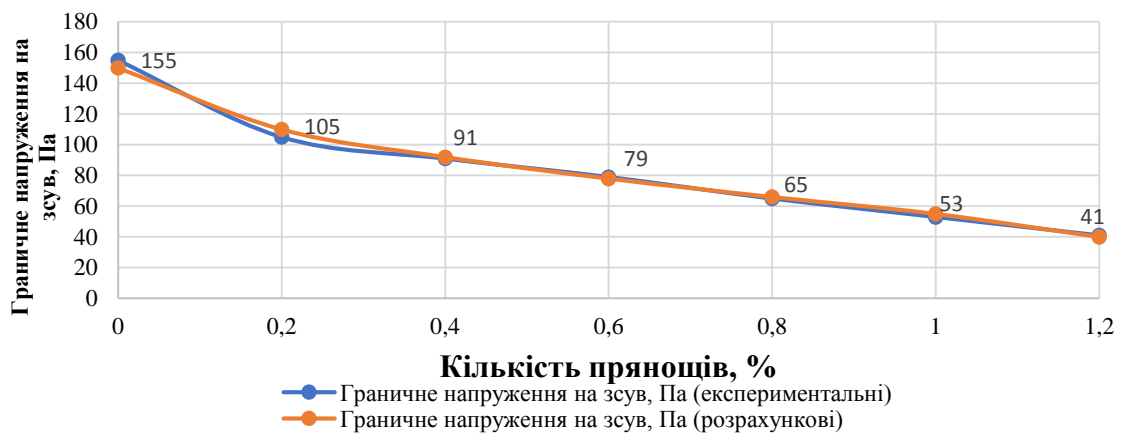


Рисунок 3.15 - Графік залежності граничного напруження на зсув сиру м'якого з козиного молока від кількості введення куркуми

При збільшенні кількості введення куркуми, щільність модельних зразків м'яких сирів погіршується, що підтверджується отриманими розрахунковими та експериментальними результатами досліджень.

$$4. \quad Y_4 = 14,757x^3 - 30,089x^2 + 23,404x + 57,002, R^2 = 1 \dots \dots \dots (3.4)$$

Де:

Y_4 – вологоутримуюча властивість згустку, %;

x – сир м'який з козиного молока з додаванням гуньби сінної, %.

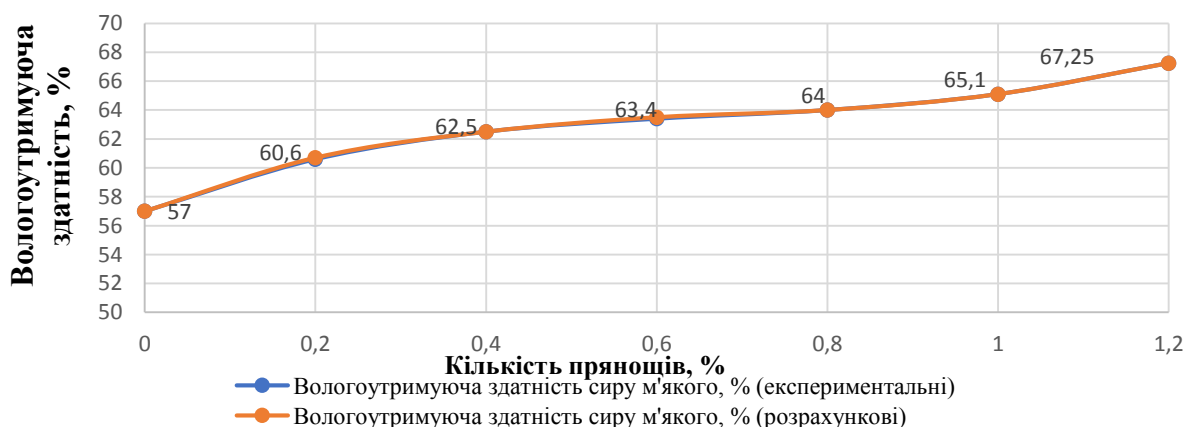


Рисунок 3.16 - Графік залежності вологоутримуючої здатності сиру м'якого з козиного молока від кількості введення гуньби сінної.

Отримані розрахункові дані підтверджують експериментальні, зі збільшенням введення гуньби сінної вологоутримуюча здатність сиру м'якого збільшується.

$$5. \quad Y_5 = -6,0764x^3 + 10,982x^2 - 4,5665x + 4,6131, R^2 = 0,9245 \dots (3.5)$$

Y_5 – органолептична оцінка, бал;

x – сир м'який з козиного молока з додаванням гуньби сінної, %.

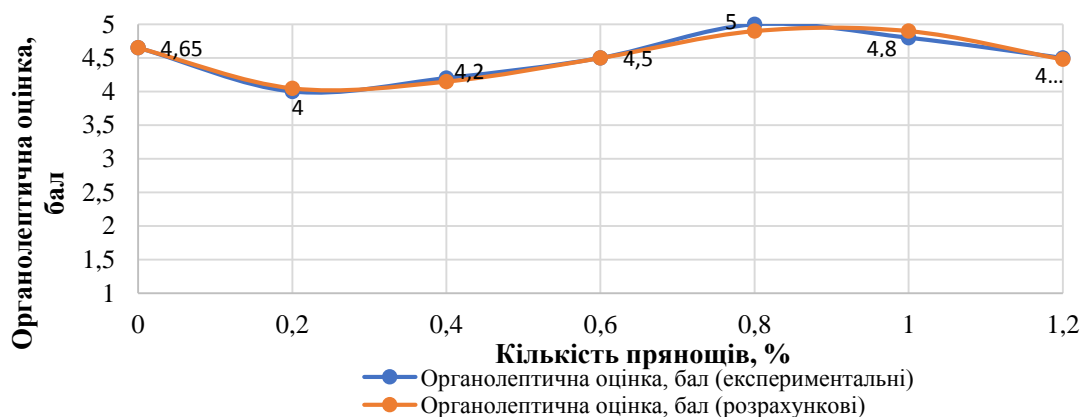


Рисунок 3.17 - Органолептична оцінка сиру м'якого з козиного молока за змінної кількості гуньби сінної

З рисунку 3.17 видно, що найкращі органолептичні властивості продукту досягаються при введенні гуньби сінної до складу м'якого сиру в кількості 0,8% - 1 %.

$$6. \quad Y_6 = 7E-12x^3 + 14,881x^2 + 57,143x + 155,26, R^2 = 0,9997 \dots (3.6)$$

Y_6 – граничне напруження на зсув, Па;

x – сир м'який з козиного молока з додаванням гуньби сінної, %.

Отримані розрахункові результати підтверджують, що збільшення вмісту гуньби сінної в складі м'якого сиру впливає на його реологічні характеристики.

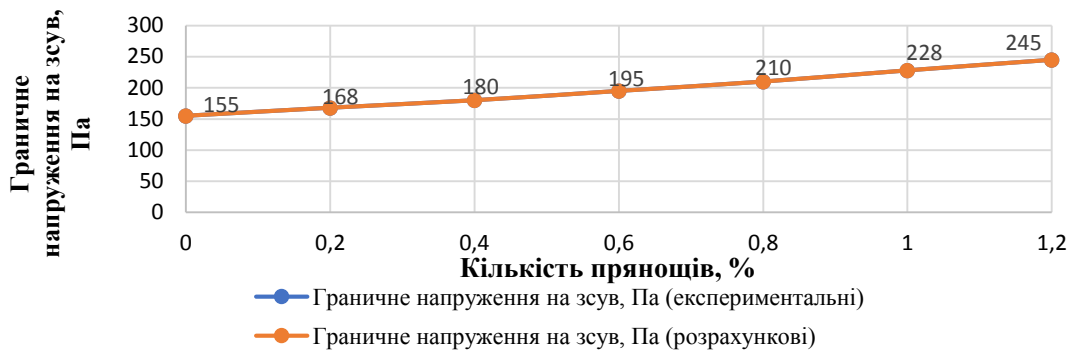


Рисунок 3.18 - Залежність граничного напруження на зсув сиру м'якого з козиного молока від кількості введення гуньби сінної

З метою обґрунтування раціонального співвідношення та кількості введення прянощів було побудовано 3D графічні моделі.

На рисунку 3.19-3.21 наведені графічні залежності функцій відгуку від варійованих параметрів – масової частки куркуми та гуньби сінної у складі сирів м'яких з козиного молока.

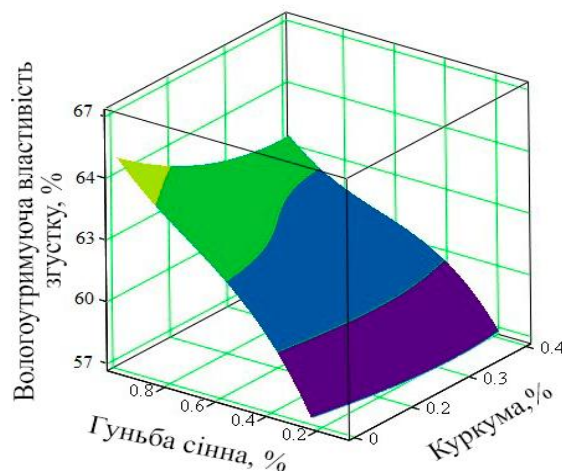


Рисунок 3.19 - Графічна 3D модель залежності вологоутримуючої здатності сирів м'яких з козиного молока від вмісту куркуми та гульби сінної

Аналіз рисунку 3.19 показав, що найбільша вологоутримуюча здатність молочно-білкового згустку спостерігається за максимального вмісту гульби

сінної 0,8-1 %, що обумовлено властивостями галактоманів в її складі. При цьому, кількість куркуми не перевищує 0,2 %.

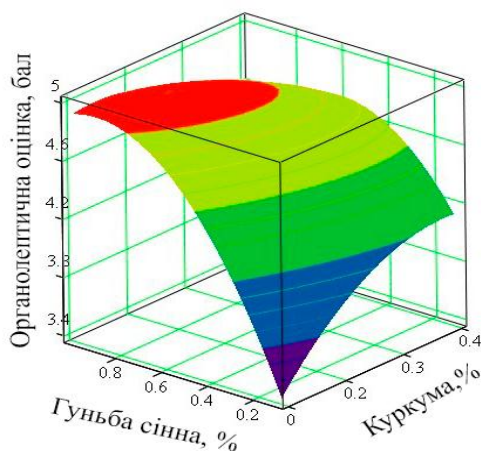


Рисунок 3.20 - Графічна 3D модель залежності органолептичної оцінки сирів м'яких з козиного молока від вмісту куркуми та гуньби сінної

За даними графічної 3D моделі, зображеної на рисунку 3.20, видно, що найвищу органолептичну оцінку отримали зразки із вмістом гуньби сінної 0,7-1% , тоді як вміст куркуми обмежений до 0,3 %.

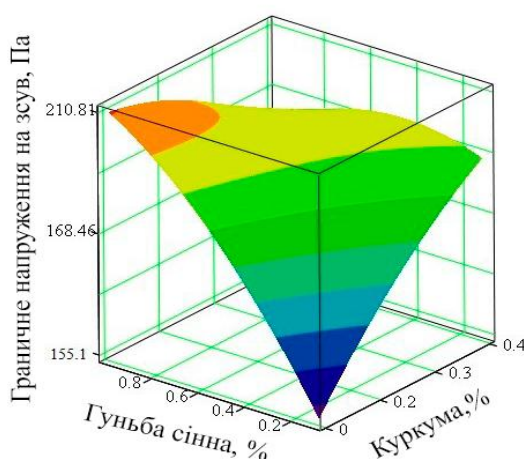


Рисунок 3.21 - Графічна 3D модель залежності граничного напруження на зсув сирів м'яких з козиного молока сиру від вмісту куркуми та гуньби сінної

Графічна 3D модель наочно демонструє область найбільшого значення граничного напруження на зсув за вмісту гуньби сінної 0,8- 1% та куркуми 0,2%.

Таким чином, на підставі аналізу графічних 3D залежностей, наведених вище, обґрунтовано раціональні кількості введення прянощів, гуньби сінної 0,8-1% та куркуми - 0,2%.

3.7 Дослідження впливу прянощів на ζ -потенціал ВМС, електропровідність та дисперсний склад козиного молока з прянощами

Для встановлення можливого ефекту та пояснення природи комплексної взаємодії білкової складової з прянощами готувались модельні суміші на основі козиного та коров'ячого молока. Кількість внесених прянощів варіювалась від 0,2 до 1,2% з інтервалом у 0,2%.

Використання агрегатів пірогенного кремнезему – колоїдного кремній оксиду у кількості 1% дозволить обґрунтовано встановити природу комплексної взаємодії: при позитивному ефекті – за рахунок гідрофобних чи ван-дер-ваальсових сил міжмолекулярної взаємодії, при відсутності ефекту – за рахунок сил електростатичної або йонної взаємодії.

На першому етапі вивчався вплив прянощів (куркуми у кількості 0,2%, гуньби сінної у кількості 0,8%) та агрегатів пірогенного кремнезему у кількості 1% на ζ -потенціал ВМС та середній розмір частинок козиного молока.

Аналіз дисперсного складу полікомпонентних сумішей показав збільшення об'ємної частки фракції із середнім розміром частинок 166,6 нм у зразку із додаванням до козиного молока гуньби сінної (рис 3.22). У зразку із введенням агрегатів пірогенного кремнезему такої залежності не спостерігалось, що дозволяє зробити висновок, про комплексну міжйонну взаємодію ВМС з утворенням агломератів, у результаті якої за кислотно-сичужного зсідання молока утворюється більш міцний згусток.

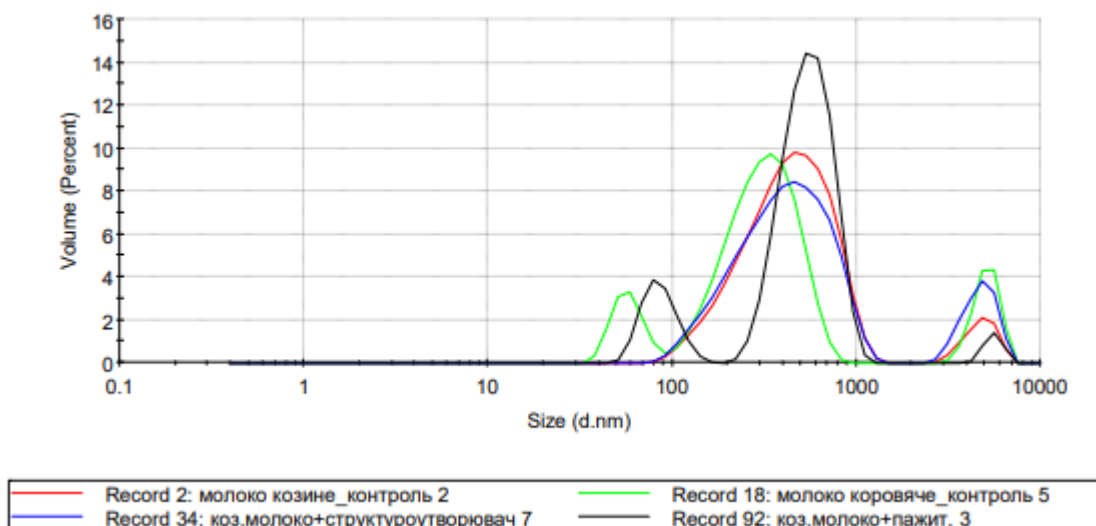
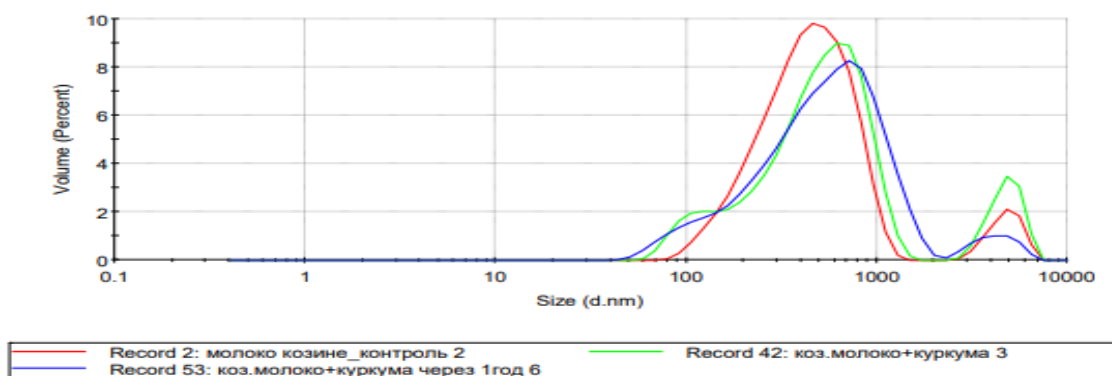


Рисунок 3.22 – Вплив агрегатів пірогенного кремнезему на дисперсний склад козиного молока

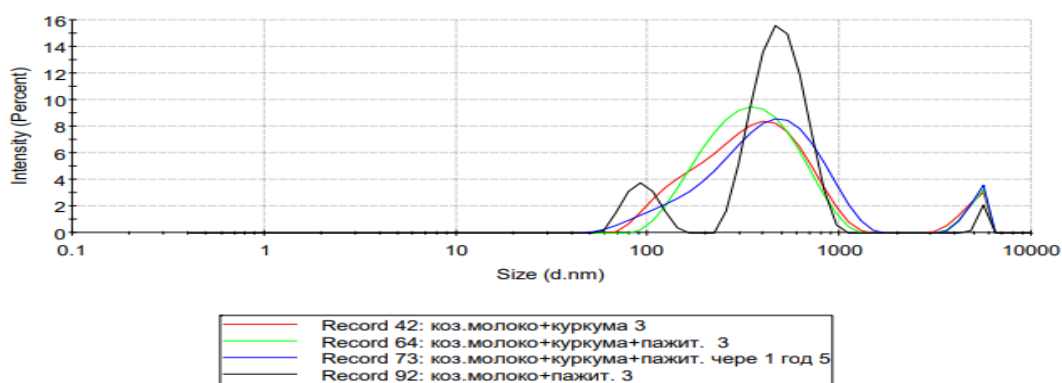
На наступному етапі досліджено зміну дисперсного складу козиного молока з прянощами при витримуванні зразків протягом 1-ї години. Аналіз дисперсного складу зразків показав (рис. 3.23, а-в), що додавання куркуми дещо знижує частку середнього піку, що відповідає фракції із розміром частинок 100...200 нм, причому при витримуванні протягом 1-ї години частка цієї фракції продовжує зменшуватись.

Оскільки із агрегатами пірогенного кремнезему такої тенденції не спостерігалось, зменшення розмірів фракції ВМС, до якої належать і білки козиного молока, можна пов'язати із частковою втратою казеїновими міцелами гідратної оболонки та руйнуванням електростатичних зв'язків агломератів.

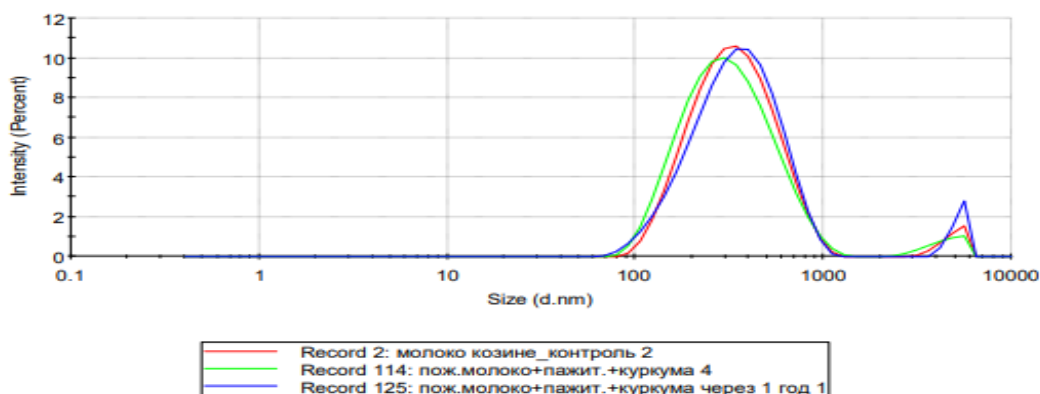
Слід зазначити, введення гуньби сінної дає протилежний ефект, що посилюється при витримуванні зразку протягом 1-ї години (рис. 3.23 а-б). Таким чином, можна припустити ефект сумісної агломерації ВМС фракції із середнім розміром частинок 100...200 нм козиного молока та гуньби сінної, вочевидь, за рахунок комплексної взаємодії білкової фракції молока та галактомананів гуньби сінної.



а)



б)



в)

Рисунок 3.23 - Дисперсний склад козиного молока з прянощами

Відомо, плоди гуньби сінної характеризуються доволі високим вмістом галактомананів – до 15%, що відносяться до групи природних полісахаридів, лінійних полімерів, складаються із фрагментів β -(1-4)D-манопіранози, періодично заміщених на залишки D-галактози. Вони здатні утворювати гелі,

їх іще називають «камедь гуньби сінної». Таким чином, утворення білково-полісахаридних комплексів слугуватиме додатковим фактором структуроутворення згустку при отриманні сирів м'яких.

На наступному етапі досліджували показник ζ -потенціалу та електропровідності для вищезазначених зразків. Результати наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 ζ -потенціал та електропровідність козиного молока з прянощами

№ поз.	Назва зразка	ζ -потенціал, мВ	Електро-провідність, мСм/см
1.	Молоко козине (контроль)	-0,110±0,002	5,90±0,177
2.	Молоко козине+кремнезем	-0,678±0,020	6,17±0,308
3.	Молоко козине +куркума	-0,025±0,001	6,25±0,125
4.	Молоко козине +куркума витримка 1 год	-0,537±0,011	6,11±0,183
5.	Молоко козине+гуньба сінна	-0,025±0,001	5,23±0,052
6.	Молоко козине+гуньба сінна витримка 1 год	0,013±0,0006	6,13±0,122
7.	Молоко козине+куркума+гуньба сінна	-1,100±0,022	6,02±0,150
8.	Молоко козине+куркума+гуньба сінна витримка 1 год	-0,408±0,020	6,05±0,121
9.	Молоко козине+куркума+гуньба сінна витримка 1 год (з екстрагуванням)	-0,779±0,023	4,46±0,045

Аналіз даних таблиці 3.6 показав, що при введенні до складу полідисперсної системи козиного молока агрегатів пірогенного кремнезему призводить до зниження сумарного поверхневого заряду, що можна пояснити збільшенням концентрації заряджених груп у дисперсійному середовищі при введенні електронейтральної ВМС.

При додаванні куркуми негативний поверхневий заряд збільшується, що корелюється із даними середнього розміру частинок системи: підвищення поверхневого заряду призводить до часткового руйнування агломератів казеїнових міцел і зумовлює зниження середнього розміру частинок полідисперсної фази.

Додавання ж гуньби сінної призводить до протилежного ефекту – поверхневий заряд знижується і навіть змінює знак на позитивний. Оскільки у ізоелектричній точці коагуляції білка не відбувається, можна припустити, що відбувається псевдозміна електричного заряду, оскільки казеїнові міцели обволікуються ВМС гуньби сінної, створюючи ефект загальнопозитивного поверхневого заряду.

Слід зазначити, сумісне додавання куркуми та гуньби сінної практично не впливає на поверхневий заряд, що забезпечуватиме стійкість суміші до теплового оброблення. Більш низьке значення поверхневого заряду при попередньому екстрагуванні куркуми пояснюється вилученням складових пряності із частинки при витримуванні.

Електропровідність композиційної суміші молока з прянощами, за виключенням гуньби сінної та агрегатів пірогенного кремнезему підвищувалась у середньому на 0,2 мСм/см, що обумовлюється наявністю у прянощах іонізованих сполук – органічні кислоти, мінеральні солі тощо. Присутність гуньби сінної обумовлює зниження електропровідності зразка до 5,23 мСм/см, що обумовлюється розгортанням ВМС прянощів, зокрема галактомананів. Витримування ж зразка призводить до підвищення електропровідності до 6,13 мСм/см, що вочевидь, пов'язано із вивільненням

йонів, захоплених просторовою структурою ВМС гуньби сінної та поступовим вирівнюванням сольової рівноваги по всьому об'єму зразка.

Ефект підвищення електропровідності, на нашу думку, можна пояснити частковою втратою гідратної оболонки та подвійного шару протиіонів казеїнових міцел, що знижує їхню стійкість обумовлює прискорення коагуляції при сичужно-кислотному зсіданні.

Зниження електропровідності системи за наявності електроліту - кухонної солі, пояснюється включенням та утриманням йонів аморфною матрицею галактомананів гуньби сінної.

Таким чином, виявлено ефект взаємодії складових пряностей – куркуми та гуньби сінної та козиного молока. Причому, введення до складу полідисперсної системи гуньби сінної дає ефект зменшення сумарного поверхневого заряду та агломерації частинок, тоді як додавання куркуми виявляє протилежний ефект, що пояснюється наявністю в куркумі складових – сильних електролітів.

Порівняння ефекту впливу пряностей та агрегатів пірогенного кремнезему дозволяє припустити, що зміна середнього розміру частинок полідисперсної фази пов'язано із утворенням слабких зв'язків за рахунок сил електростатичної взаємодії.

Ефектом підвищення середнього розміру частинок фракції 100...300 нм можна пояснити утворення більш щільного згустка з кращими синеретичними властивостями при кислотно-сичужному зсіданні у виробництві м'яких сирів.

3.8 Вплив тривалості витримки після розрізання на синеретичні властивості молочно-білкового згустку

Метою розрізання молочно-білкового згустку та оброблення сирного зерна є регулювання процесу синерезису для створення оптимальних умов розвитку біохімічних, фізико-хімічних та мікробіологічних процесів, які формують показники якості м'яких сирів.

У якості об'єктів дослідження було обрано модельні зразки молочно-білкового згустків з коров'ячого молока, козиного молока та козиного молока з вмістом гуньби сінної 0,8% та куркуми 0,2%.

Готовність до розрізування молочно-білкового згустку визначали візуально, попередньо надрізаючи його шпателем та оцінюючи якість розрізаних країв і відділеної сироватки при їх підніманні. Розрізані краї мають бути чіткими та чистими, а сироватка – зеленуватою та прозорою. (Kochubei-Lytvynenko, Korolchuk, Yushchenko, Kuzmyk, Frolova, Pasichny, & Mykoliv, 2019),

Згусток розрізували на шматочки кубічної форми розмірами по ребру (30x30 мм), та залишали в стані спокою для самовільного виділення сироватки. Для визначення оптимального часу витримки визначали синеретичні властивості згустку, результати наведені на рисунку 3.15.

Належні синеретичні властивості ($55 \text{ см}^3 \text{ см}^3$) модельний зразок молочно-білкового згустку на основі коров'ячого молока мав на 10-ту хвилину витримки, в той час, коли для модельних зразків на основі козиного молока доцільно подовжити час витримки згустку до 14-16 хвилин.

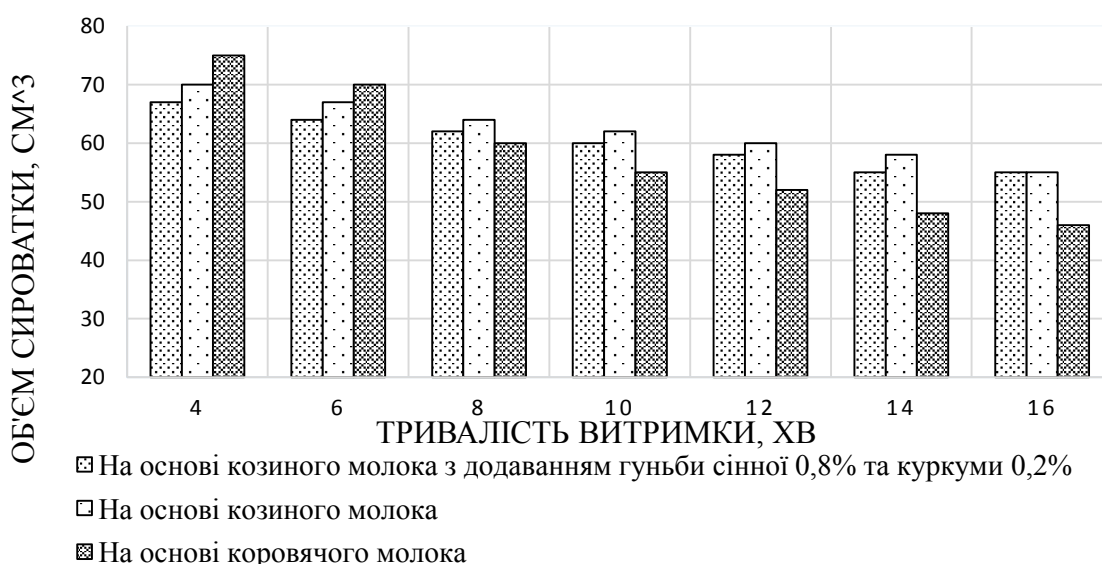


Рисунок 3.24 – Синеретичні властивості молочно-білкових згустків модельних зразків в залежності від витримки

3.9 Обґрунтування тривалості вимішування сирного згустку

Модельні зразки молочно-білкових згустків з вмістом гуньби сінної 0,8% та куркуми 0,2% вимішували від 10 до 35 хвилин, контролювали масу головки, форму, консистенцію, масову частку вологи та білка в сироватці для визначення оптимального часу для технологічної операції - вимішування сирного зерна. Результати досліджень наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Характеристика м'якого сиру в залежності від тривалості вимішування сирного зерна

Сир м'який за тривалості оброблення сирного згустку, хв	Характеристика м'якого сиру				
	Маса головки,г	Форма	Консистенція	Масова частка вологи,%	Масова частка білка сироватки,%
10	332±5	не тримає форму головки,розпливається	мазка	82±0,45	1,5
15	324±5	не тримає форму головки	мазка	79±0,52	1,3
20	318±5	не тримає форму головки, розпливається	мазка	76±0,51	1,1
25	310±5	тримає форму головки	ніжна, мазка	73±0,34	0,9
30	300±5	тримає форму головки	ніжна, пластична	70±0,22	0,8
35	289±5	тримає форму головки	щільна, резиниста	67±0,32	0,7

З отриманих даних видно, що вимішування сирного зерна протягом 20-25 хвилин, не забезпечує належної форми та консистенції продукту, втрати білку в сироватку 1,1-0,9 %, в той час, при продовженні до 35 хвилин консистенція сиру занадто щільна, резиниста. Отже, оптимальним часом вимішування сирного зерна при виготовленні м'яких сирів на основі козиного

молока за удосконаленою технологією є 30 ± 2 хвилини. (Корольчук, І., & Ющенко, 2018; Frolova, Yushchenko, Korolchuk, & Korablova, 2019).

3.10 Визначення тривалості самопресування нових видів м'яких сирів з козиного молока

Самопресування м'яких сирів здійснювали в холодильній камері при температурі $10 - 16^\circ\text{C}$ протягом 4-8 годин, з перевертанням сирних головок через кожні 60 хвилин. В процесі самопресування контролювали масу головки, її форму, консистенцію, масову частку вологи та масову частку білка в виділеній сироватці, результати наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Характеристика м'якого сиру в залежності від тривалості самопресування

Тривалість самопресування, год	Характеристика м'якого сиру				
	Маса головки, г	Форма	Консистенція	Масова частка вологи, %	Масова частка білка сироватки, %
4	273 ± 5	тримає форму головки, розпливається	ніжна, мазка	$70 \pm 0,25$	1,1
5	267 ± 5	тримає форму головки	ніжна, мазка	$68 \pm 0,32$	0,9
6	260 ± 5	тримає форму головки	ніжна, пластична	$66 \pm 0,46$	0,9
7	255 ± 5	тримає форму головки	ніжна, пластична	$63 \pm 0,56$	0,8
8	250 ± 5	тримає форму головки	ніжна, пластична	$62 \pm 0,68$	0,8

З таблиці 3.8 видно, що самопресування протягом 7-8 годин забезпечує в міру щільну, пластичну і одночасно ніжну консистенцію, мінімальні втрати білка в сироватку (0,83-0,8%), головки сиру добре тримають форму, не

розтікаються, маса головки $250-255\pm 5$ г з вмістом масової частки вологи 63-62%.

3.11 Визначення впливу доданих прянощів на вологоутримуючу здатність, вихід та вміст сухих речовин сирів м'яких

В готовому продукті було визначено вологоутримуючу здатність та вихід продукту, результати наведені на рисунку 3.25. В якості модельних зразків було виготовлено м'який сир на основі козиного молока (контроль) та м'який сир на основі козиного молока з додаванням прянощів (гуньба сінна 0,8%, куркума 0,2). (Frolova, N., Yushchenko, N., Korolchuk, I., & Korablova, O. 2019)

Показники свідчать про те, що в модельних зразках з вмістом прянощів в сухому вигляді вміст сухих речовин, вихід продукту і відповідно вологоутримуюча здатність вищі у порівнянні з контрольним зразком.

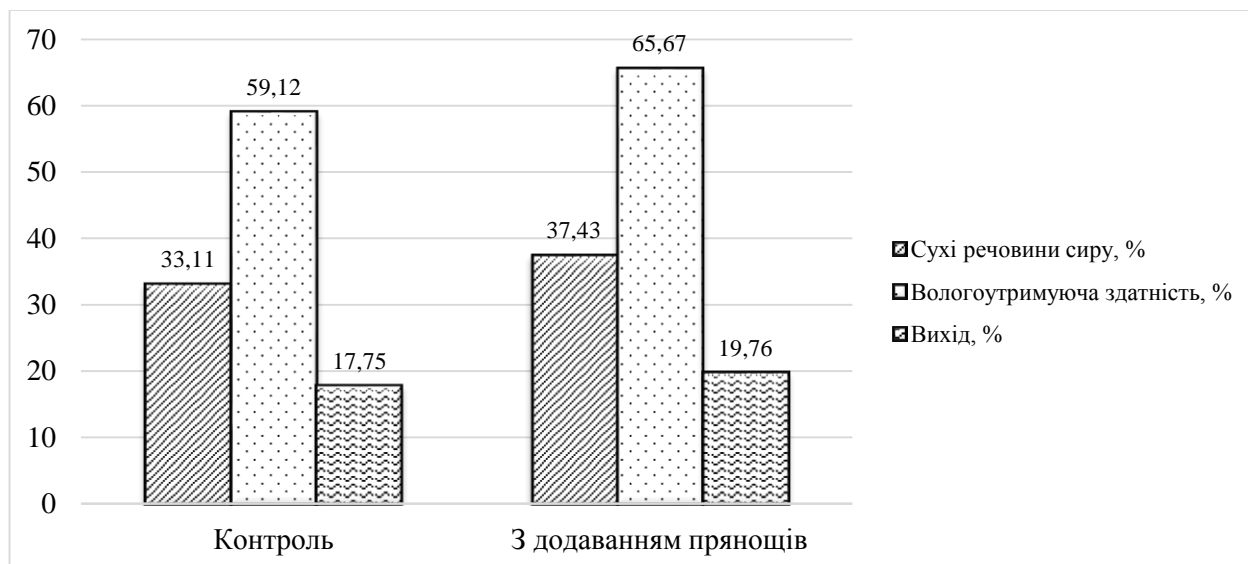


Рисунок 3.25 – Вміст сухих речовин, вологоутримуюча здатність та вихід сиру м'якого з козиного молока з прянощами

Висновки до розділу 3

1. Обґрунтовано використання у технології сирів м'яких з козиного молока ферментного препарату CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Данія) в кількості 50 ІМСУ/л молока та уточнено технологічні параметри коагуляції білків - тривалість зсідання 60 ± 1 хв за температури 35 ± 2 °С. Застосування більш активних ферментних препаратів не рекомендовано для запобігання занадто інтенсивного протеолізу з утворенням гірких пептидів, що спричиняють появу гіркої присмаку вироблених сирів.

2. Обґрунтовано застосування кислотного-сичужного способу зсідання білків молока, що є додатковим фактором нівелювання характерного присмаку козиного молока за рахунок ароматутворення заквасочної мікрофлори.

3. Встановлено доцільність використання заквашувального препарату прямого внесення RSF-736 (Chr. Hansen, Данія) у кількості 50 од. акт на 1 т молока, що забезпечує досягнення ІЕТ білка кислотного-сичужним способом (рН 5,1...5,2) протягом 5,5 год.

4. Доведено доцільність введення кухонної солі на етапі нормалізації у кількості 0,55% від маси молока, що забезпечує її вміст у готовому продукті на рівні $2,3 \pm 0,1$ %, що сприяє утворенню більш щільного згустку та більш повного вилучення цінних складових молочної сировини.

5. Визначено, введення прянощів знижує показник активної кислотності козиного молока у середньому на 0,2 од. рН, покращує структурно-механічні властивості згустків, що вочевидь, пов'язано із адсорбцією на поверхні міцел казеїну компонентів прянощів та їх подальшою агрегацією.

6. Уточнено технологічні параметри підготовки прянощів: прянощі передбачено вносити у сухому меленому (до 2 мм) вигляді в нормалізоване молоко, пастеризацію суміші за температури 76 ± 2 °С з витримкою 20-25сек та

подальшим фільтруванням із використанням вакуум-фільтрувальної установки.

7. Встановлено, внесення імбиру та куркуми під час приготування нормалізованої суміші дещо сповільнює наростання показника активної кислотності на 0,25-0,28 од.рН та 0,4 од.рН відповідно, в той час введення гуньби сінної на динаміку активної кислотності істотно не впливає.

8. Обґрунтовано використання комбінації прянощів: гуньби сінної – 0,8% та куркуми – 0,2% з метою покращення технологічних властивостей козиного молока та підвищення споживчих властивостей готового продукту.

9. Доведено, введення пряностей-гуньби сінної у кількості 0,8% та куркуми у кількості 0,2% призводить до укрупнення казеїнових міцел, вочевидь, за рахунок сил електростатичної взаємодії, що забезпечує утворення більш щільного згустку з кращими синергетичними властивостями при кисло-сичужному зсіданні у виробництві м'яких сирів.

10. Встановлено, що постановка сирного зерна протягом 30 ± 2 хвилини забезпечує достатньо щільну консистенцію сиру втрати білка в сироватку зменшуються і становлять не більше 0,8%.

11. Обґрунтовано тривалість самопресування сирів м'яких з козиного молока протягом 7-8 годин, що забезпечує отримання сиру із масовою часткою вологи не більше 62...63%.

Основні результати досліджень, викладені у даному розділі, опубліковано у наступних наукових працях: Корольчук, & Ющенко, 2018; Frolova, Yushchenko, Korolchuk, & Korablova, 2019; Корольчук, Ющенко, & Кузьмик, 2019; Корольчук, Ющенко, & Кузьмик, 2020; Корольчук, Ющенко, Кузьмик, 2021; Ющенко, & Корольчук, 2019.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ, ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ СИРІВ М'ЯКИХ З КОЗИНОГО МОЛОКА З ПРЯНОЦАМИ ЗА УДОСКОНАЛЕНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

4.1 Розробка технологічної схеми виробництва сирів м'яких та уточнення технологічних параметрів виробництва

Технологічний процес виробництва м'яких сирів з прянощами здійснювали за технологічною схемою (рис. 4.1).

Приймання молока здійснюють за кількістю та якістю, яке відповідає вимогам ДСТУ 7006:2009 “Молоко козине сировина. Технічні умови”, з титрованою кислотністю не нижче 16 °Т не вище 19 °Т, не нижче 2-го класу за редуцтазною пробою та 1 за сичужно-бродильною пробою, з вмістом не менше 3,0 % білка.

Апаратурно-технологічна схема виробництва м'яких сирів за удосконаленою технологією наведена на рисунку 4.2.

Резервування, очищення та охолодження молока Незбиране молоко піддають очищенню, за допомогою сепаратора-молокоочищувача (поз.4) та бактофуги (поз 6), охолоджують до температури 4 °С та резервують (поз 7) не більше 36 годин.

Так як, козине молоко має нижчу титровану кислотність важливою стадією технологічного процесу є *визрівання молока*, яка покращує зсідання молока, прискорює обсушку сирного зерна, створює умови для швидкого розвитку мікрофлори закваски, що сприяє підвищенню якості готового продукту.

На визрівання непастеризованого молока, направляють молоко в резервуар (поз. 8) кислотністю не вище 18 °Т, після очищення, охолоджують до температури 8-12 °С з внесенням або без 0,005-0,01 % бактеріальної

закваски і витримують при цій температурі 10-14 год. Кислотність молока за цей період має підвищуватися не більше чим на 3-4 °Т.

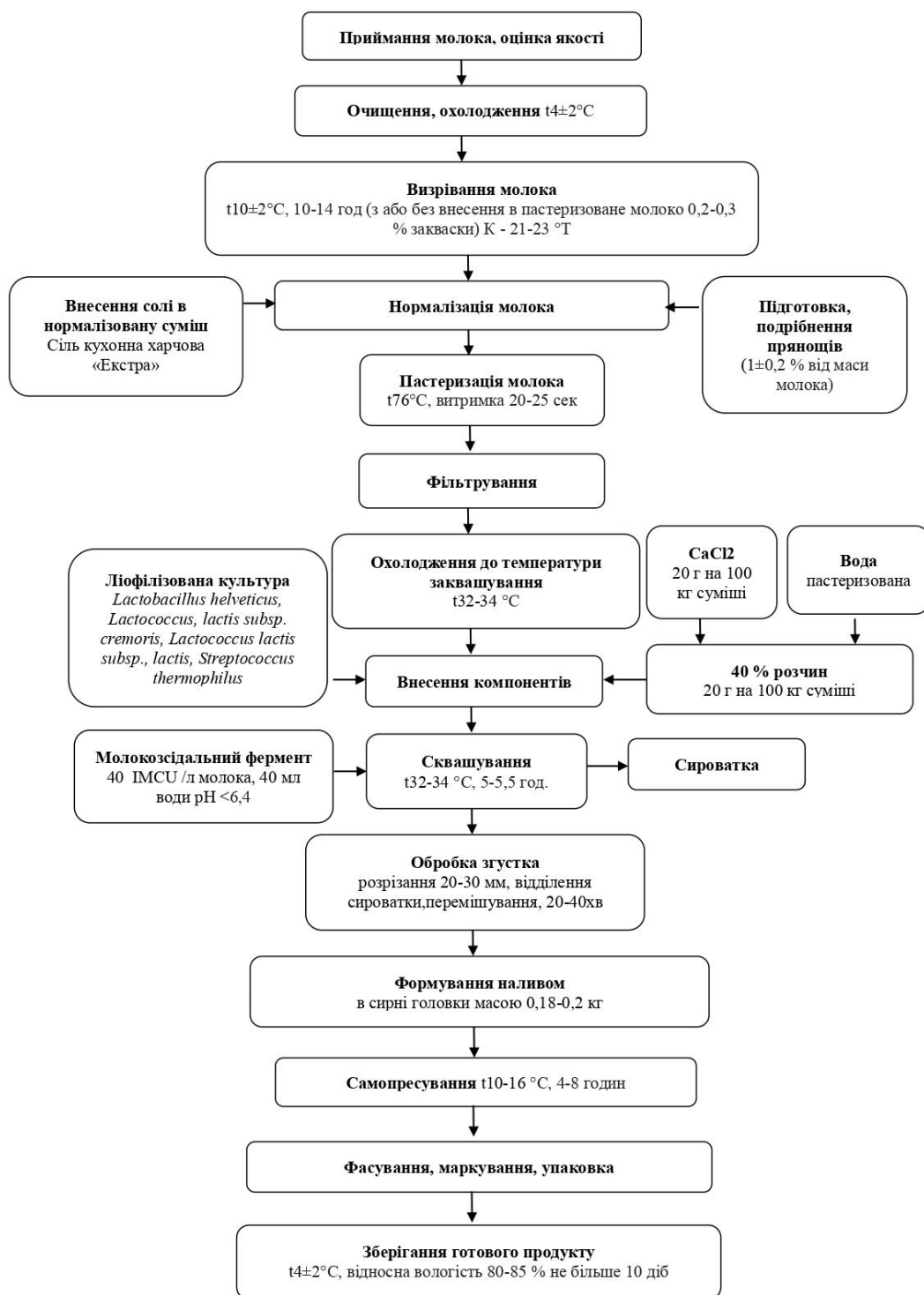


Рисунок 4.1 - Технологічна схема виробництва нових видів м'яких сирів на основі козиного молока з прянощами

Визрівання пастеризованого молока здійснюють в резервуарі (поз. 15), з попередньою пастеризацією. Молоко піддають пастеризації (поз 9) до температури 76 °С, з витримкою 20-25 с, охолоджують до 8-12 °С, вносять 0,05-0,3 % бактеріальної закваски та витримують 10-14 год.

Нормалізацію (поз 10) сиропридатного молока здійснюють за співвідношенням *білок/жир*, що залежить від нормативного вмісту жиру у сухій речовині сиру м'якого.

Підготовка та подрібнення прянощів до розмірів частинок не більше 2 мм здійснюють перед початком технологічного процесу, оскільки цілі прянощі зберігають більше смакоароматичних властивостей. Прянощі подрібнюють до розмірів частинок 0,2мм за допомогою молоткової дробарки (поз. 14) та просіюють (поз. 13). Вносять в кількості 1 +/- 0,2% маси нормалізованого молока, в сухому меленому вигляді, в резервуар (поз. 11), перед пастеризацією молока, суміш ретельно перемішують для рівномірного розподілу збагачуючими компонентами за всією масою молока. Витримують 15...20 хвилин, пастеризують (76 °С, 20-25 сек) (поз. 11), з подальшим *фільтруванням* за допомогою вакуумної фільтрувальної установки (поз. 12), далі перекачують в резервуар (поз. 15) для перемішування з пастеризованим нормалізованим визрівшим молоком.

В нормалізовану суміш (поз.15) вносять 0,55% від маси молока сіль кухонну "Екстра"

Пастеризацію (у випадку визрівання сирого молока) здійснюють за допомогою трубчастого пастеризатора (поз. 9) за температури 76 °С, з витримкою 20-25сек.

Охолодження до температури заквашування відбувається за допомогою трубчастого пастеризатора (поз. 9), шляхом рекуперації, до температури 32-34 °С.

Молоко перекачують в сировиготовлювач (поз. 16) для заквашування, свашування, розрізання сирного згустку та постановки сирного зерна.

Для сквашування козиного молока, в якості закваски було підібрано ліофілізовані молочнокислі бактерії прямого внесення (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Streptococcus thermophilus*).

Для стабілізації іонів кальцію в молочну суміш, після внесення закваски додається у вигляді 40 % розчину CaCl_2 , (з розрахунку 20 г безводної солі на 100 кг молочної суміші).

Зсідання молока здійснювалося за температури 34-36 °С під дією розчину хімосину, виготовленого ферментацією рослинного субстрату (Ст. Hansen) протягом 5...5,5 годин.

Вмісту молокозсідального ензиму із високою специфічною активністю на капа-казеїн забезпечує добре зсідання молока.

Розрізання згустку та постановка сирного зерна здійснюють в сировиготовлювачі (поз. 16). Готовий згусток має бути щільним, при розрізанні його на зерна, добре відділяти сироватку. Розрізання згустку (30x30 мм) починають при самих мінімальних обертах (1 оберт за 12 секунд) ріжучого інструменту, подальшу постановку зерна ведуть при поступовому збільшенні обертів (1 оберт за 8 секунд). Спочатку постановки зерна видаляють до 30 % сироватки.

Сирне зерно, за допомогою насосу (поз. 17) перекачується на *Формування сирних головок наливом* (поз. 18).

Після формування сирні головки перевозять в холодильну камеру (поз. 20) для самопресування. Тривалість *самопресування* 4-8 годин, в залежності від інтенсивності наростання активної кислотності та процесу зневоднення сирної маси.

Фасування відбувається у модифікованому середовищі в пакети флоупак за допомогою фасувального автомату (поз. 21) з подальшим укладанням у картонні коробки (поз. 22).

Зберігання передбачено при температурі 2-6 °С та відносній вологості повітря 80-85% не більше 10 діб.

4.2 Визначення показників якості та поживної цінності сирів м'яких

Визначення показників якості нових видів м'яких сирів з козячого молока за органолептичними показниками м'які сири з козячого молока з прянощами повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Органолептичні показники м'яких сирів з козиного молока з прянощами

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, без механічних пошкоджень, пружна, може мати відбиток деформації
Смак та запах	Кисломолочний, з присмаком внесених прянощів, без сторонніх присмаків і запахів, що не властиві козячому молоку
Консистенція	Однорідна, ніжна. Дозволено: мазка, злегка ламка, в міру щільна
Колір тіста	Білий, з жовтуватим відтінком
Рисунок	Тісто без вічок. Дозволено наявність невеликих пустот.
Форма	Циліндра, сирна головка масою 0,15-0,2 кг

За фізико-хімічними показниками м'які сири з козячого молока з прянощами повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Фізико-хімічні показники нових видів м'яких сирів з козиного молока з прянощами

Назва показника	Норма
Масова частка жиру в сухій речовині, %, не менше ніж	30
Масова частка вологи, %, не більше ніж	62
Масова частка кухонної солі, %, не більше ніж	2,5
Температура продукту під час випуску в реалізацію, °С, не більше ніж	4

За мікробіологічними показниками м'які сири з козячого молока з прянощами повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Мікробіологічні показники нових видів м'яких сирів

Назва показника	М'який сир з козиного молока з прянощами
	норма
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,01 г сиру	Не дозволено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	Не дозволено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	$5,0 \cdot 10^2$
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	Не дозволено

При проведенні наукових досліджень до уваги брались цільові інгредієнти, що здатні виконувати технологічні функції та одночасно слугувати збагачуючими компонентами.

Так, відомо, що сири з козячого молока задовольняють потреби людського організму в поживних речовинах, макро- та мікроелементах, відносяться до біологічно цінних продуктів, які в свою чергу які містять всі незамінні амінокислоти. Ступінь засвоєння білків - 96-98 %

У куркумі містяться рослинні білки, в складі яких незамінні амінокислоти: валін, лейцин, лізин, треонін. Куркума має протимікробні та антиоксидантні властивості, містить в своєму складі куркумін, який знижує запалення, виконує відновлюючу та захисну функцію організму на клітинному рівні.

Гуньба сінна є джерелом біологічно активних сполук, в тому числі фенольних сполук, полісахаридів, флавоноїдів та рослинних білків білків (багаті на метіонін, аргінін, аланином, гліцином).

Тому наступним етапом наукових досліджень стало визначення харчової цінності м'яких сирів з козячого молока з прянощами.

Розрахунок хімічного складу та поживної цінності м'яких сирів відповідно до вмісту основних харчових речовин наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Поживна (харчова) та енергетична цінність м'якого сиру з козиного молока з прянощами

Енергетична цінність або поживна речовина	Вміст на 100 г продукту
Білки	16 г
Жири з них насичені	20 г 14,6 г
Вуглеводи з них цукри	2,6 г 2,6 г
Калорійність	254 ккал
Енергетична цінність	1064 кДж

Оскільки м'які сири з козячого молока з прянощами містять вагому частку білкової складової, наступним етапом досліджень стало дослідження вмісту амінокислот, в якості модельних зразків було обрано м'який сир з козячого молока з прянощами (гуньба сінна 0,8 % куркума 0,2 %), в якості контролю - м'який сир з козячого молока та м'який сир з коров'ячого молока.

На наступному етапі було визначено ступінь забезпечення організму людини у основних поживних речовинах та енергії при споживання сирів за удосконаленою технологією. У розрахунках враховано норми споживання основних груп харчових продуктів згідно із наказ МОЗ, 2017. У цьому документі не виділено окремо норми споживання м'яких сирів, тому оскільки

сир м'який за харчовою цінністю найбільш наближений до сиру кисломолочного, у розрахунках було прийнято добову кількість споживання – 50 г.

Ступінь забезпечення добової потреби основними поживними речовинами при споживанні м'якого сиру на основі козячого молока наведено у таблиці 4.5.

Таким чином, сир м'який на основі козиного молока з прянощами є цінним джерелом білка високої біологічної цінності, при вживанні 50 г ступінь забезпечення добової потреби організму людини становить у білках – до 10%, в тому числі тваринних - до 16 %; у жирах – до 12,5%, а також незамінними амінокислотами – 7,6...18,36%. Лімітуючою амінокислотою є валін, ступінь забезпечення у якому становить 7,6%.

Визначення амінокислотного складу проводились за допомогою автоматичного аналізатора амінокислот Т 339, виробництва Прага (Чехія).

Порівняльна характеристика амінокислотного складу вироблених зразків м'яких сирів наведений на рисунку 4.3.

Таблиця 4.5 – Ступінь забезпечення добової потреби основними поживними речовинами при споживанні 50 г м'яких сирів

Харчові речовини	Середня потреба дорослої людини в поживних речовинах (за А.А. Покровським)	М'який сир з козиного молока з прянощами	Ступінь забезпечення добової потреби	М'який сир з козиного молока	Ступінь забезпечення добової потреби	М'який сир з коров'ячого молока	Ступінь забезпечення добової потреби
	добова потреба, г	50 г продукту	%	50 г продукту	%	50 г продукту	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Білки	80	8,00	10,00	7,80	9,75	6,00	7,50
<i>з них тваринні</i>	50	8,00	16,00	7,80	15,60	6,00	12,00
<i>Незамінні амінокислоти:</i>							
Лейцин	4	0,62	15,50	0,61	15,17	0,56	14,07
Ізолейцин	3	0,46	15,17	0,45	15,03	0,22	7,18
Валін	4	0,30	7,60	0,29	7,37	0,19	4,725
Треонін	2	0,37	18,36	0,34	17,08	0,23	11,49
Лізин	3	0,53	17,57	0,56	18,62	0,46	15,48
Метіонін+цистин	4	0,36	9,12	0,36	8,93	0,32	8,03
Фенілаланін+тирозин	5	0,85	16,91	0,84	16,74	0,67	13,48

Кінець таблиці 4.5

Харчові речовини	Середня потреба дорослої людини в поживних речовинах (за А.А. Покровським)	М'який сир з козиного молока з прянощами	Ступінь забезпечення добової потреби	М'який сир з козиного молока	Ступінь забезпечення добової потреби	М'який сир з коров'ячого молока	Ступінь забезпечення добової потреби
	добова потреба, г	50 г продукту	%	50 г продукту	%	50 г продукту	%
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Замінні амінокислоти:</i>							
Гістидин	2	0,38	19,16	0,38	19,23	0,18	8,79
Аргінін	6	0,17	2,81	0,16	2,70	0,28	4,61
Аланін	3	0,54	17,89	0,53	17,63	0,18	5,84
Серин	3	0,44	14,75	0,44	14,77	0,33	11,16
Глутамінова кислота	16	1,38	8,62	1,32	8,26	1,25	7,82
Аспарагінова кислота	6	0,49	8,16	0,49	8,11	0,45	7,51
Пролін	5	0,94	18,78	0,90	17,99	0,65	13,00
Гліцин	3	0,14	4,64	0,13	4,19	0,03	1,02
Вуглеводи	400	1,30	0,33	1,30	0,33	1,35	0,34
Жири	80	10,00	12,50	10,00	12,50	10,00	12,50

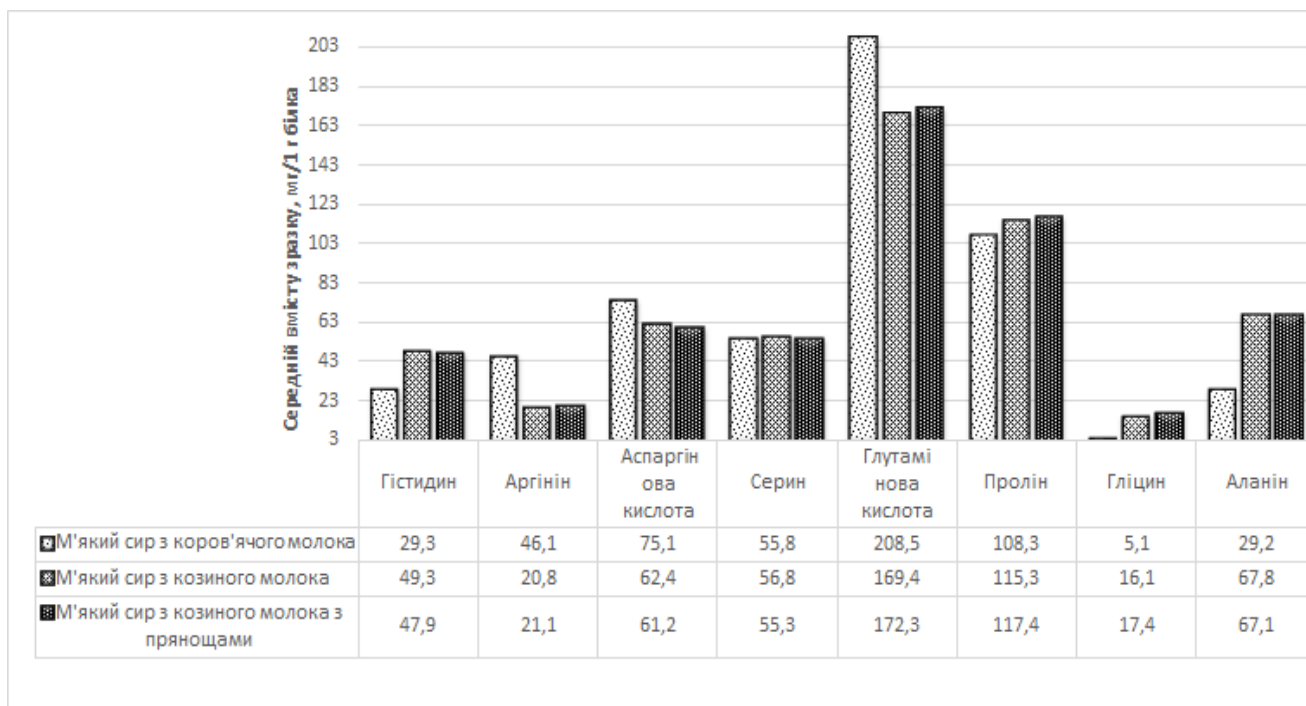


Рисунок 4.3 - Амінокислотний склад модельних зразків м'якого сиру

Визначено, що сир м'який на основі козиного молока більш багатий на такі амінокислоти, як гістидин, аспарагінова кислота, серин, гліцин і аланін порівняно із сиром на основі коров'ячого молока. У той же час цей сир містить менше глютамінової кислоти та аргініну.

Встановлено, введення до складу нормалізованої суміші перед пастеризацією прянощів дещо знижує вміст амінокислот, за винятком проліну та глютамінової кислоти.

Аналіз вмісту незамінних амінокислот показав, що в сирі м'якому з козиного молока вищий порівняно з коров'ячим вміст таких амінокислот, як треонін, валін, ізолейцин, фенілаланін і тирозин, що пояснюється хімічним складом та вищою біологічною цінністю козиного молока (табл. 4.6).

На підставі розрахунку амінокислотного скору встановлено, що лімітуючою амінокислотою в усіх зразках є валін. Проте СКОР валіну в сирі на основі козячого молока вищий, ніж на основі коров'ячого (75,6% проти 63,0%), що пояснюється особливостями амінокислотного складу білка козячого молока, СКОР лімітуючої кислоти для сиру на основі козячого молока з прянощами становив 76,0%.

Таблиця 4.6 – Амінокислотний склад сирів м'яких на основі коров'ячого, козиного молока та козиного молока з додаванням прянощів

Амінокислота	Еталонний білок за ФАО/ВОЗ, мг/1г білка	М'який сир з коров'ячого молока			М'який сир з козиного молока			М'який сир з козиного молока з прянощами		
		Середній вміст у зразку, мг/1г білка	Амінокислотний СКОР, %	ΔРАС	Середній вміст у зразку, мг/1 г білка	Амінокислотний СКОР, %	ΔРАС	Середній вміст у зразку, мг/1 г білка	Амінокислотний СКОР, %	ΔРАС
Лізін	55,0	77,4	141,3	78,3	71,6	130,2	56,4	65,9	119,8	43,8
Треонін	40,0	38,3	95,8	32,8	43,8	109,5	33,9	45,9	114,8	38,8
Валін	50,0	31,5	63,0	0,0	37,8	75,6	0	38,0	76,0	0
Метіонін + цистеїн	35,0	53,5	152,9	89,9	45,8	130,9	55,3	45,6	130,3	54,3
Ізолейцин	40,0	35,9	89,8	26,8	57,8	144,5	68,9	56,9	139,8	77,4
Лейцин	70,0	93,8	134,0	71,0	77,8	111,1	35,5	77,5	110,7	34,7
Фенілаланін+ тирозин	60,0	112,3	187,2	124,2	107,3	178,8	103,2	105,7	176,2	100,2
ΣΔРАС	-		-	423,0		-	353,2		-	349,2
КРАС	-		-	60,4		-	50,5		-	49,9
БЦ	-		-	39,6		-	49,5		-	50,1

Отже, вищим показником біологічної цінності білка характеризувався сир на основі козячого молока з прянощами, що пояснюється частковим включенням сироваткових білків до структури молочно-білкового гелю під час зсідання молока. (Корольчук, Ющенко, Кочубей-Литвиненко, & Кузьмик, 2021)

4.3 Обґрунтування терміну зберігання нових видів м'яких сирів

Зберігання модельних зразків м'яких сирів здійснювалися за температури $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ та відносної вологості повітря від 80...90 % протягом 26 діб. Оцінка зразків здійснювалась з інтервалом у 1 добу. Тривалість зберігання обумовлена технологічною доцільністю, спираючись на дані нормативних документів (ДСТУ 7518:2014) та технологічних інструкцій.

Термін придатності за ДСТУ для м'яких сирів без визрівання встановлений – не менше 5 діб, зокрема на підприємстві виробнику - не більше ніж 2 доби.

Так як, 5 діб достатньо короткий термін для реалізації товару, однією з вимог до забагаючущих компонентів, є стабілізація показників якості за рахунок антимікробних та антиоксидантних властивостей прянощів.

Для подовження термінів зберігання в технології м'яких сирів технологічну операцію соління сиру удосконалено та здійснено шляхом соління нормалізованої суміші на етапі пастеризації молока. В якості контролю було взято м'який сир з козиного молока, виготовлений за класичною технологією.

Впродовж терміну зберігання оцінювались органолептичні показники модельних зразків, які наведені в таблиці 4.7.

Органолептичну оцінку модельних зразів козиного м'якого сиру проводили протягом терміну зберігання, з таблиці видно, що погіршення органолептичних показників для м'якого козиного сиру (виготовленого за

класичною технологією) відбулося на 12 добу зберігання, для сиру з прянощами - на 22 добу зберігання.

Таблиця 4.7 - Органолептичні показники модельних зразків м'якого сиру протягом зберігання

Термін зберігання, діб	Найменування показника	М'який сир на основі козиного молока (контроль)	М'який сир на основі козиного молока з прянощами
0	Загальна оцінка	5	5
2	Загальна оцінка	5	5
4	Загальна оцінка	5	5
6	Загальна оцінка	5	5
8	Загальна оцінка	5	5
10	Загальна оцінка	5	5
12	Загальна оцінка	4	5
14	Загальна оцінка	3	5
16	Загальна оцінка	2	5
18	Загальна оцінка	-	5
20	Загальна оцінка	-	5
22	Загальна оцінка	-	4
24	Загальна оцінка	-	3
26	Загальна оцінка	-	2

Наступним етапом досліджень модельних зразків під час зберігання було дослідження вологоутримуючої здатності.

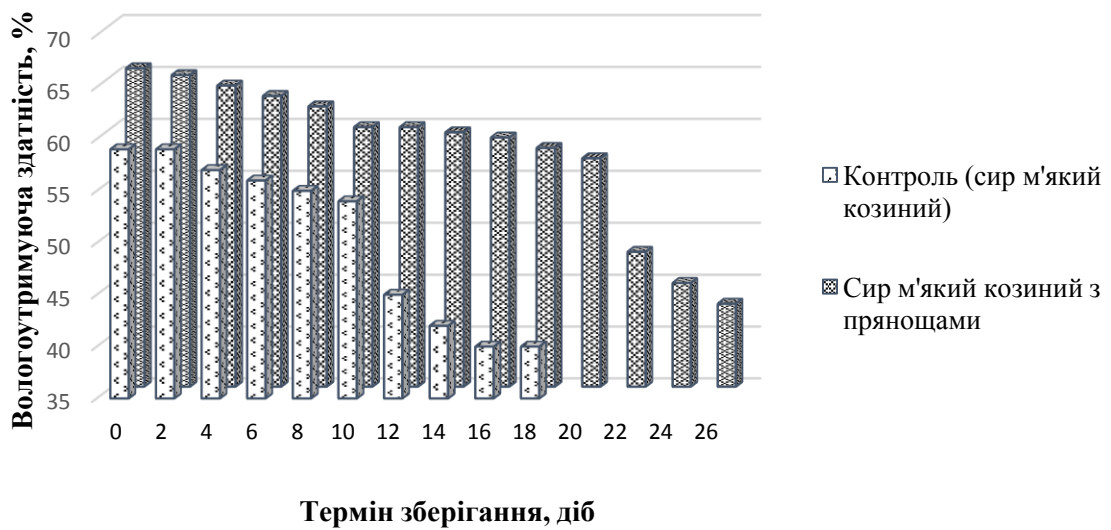


Рисунок 4.4 – Вологоутримуюча здатність модельних зразків в процесі зберігання

З рис. 4.4 видно, що вологоутримуюча здатність модельного зразку м'якого сиру з прянощами на початку терміну зберігання вище на 6,67 % в порівнянні з м'яким сиrom на основі козиного молока, виготовленого за класичною технологією, за рахунок доданих прянощів. Також, під час зберігання модельного зразку м'якого сиру з прянощами, показник вологоутримуючої здатності на протязі 20 дів змінювався незначно на 8,67% за весь період, значне зниження, на 17,67 % відбулось на 22 добу зберігання. В той час як, під час зберігання модельного зразку м'якого сиру з козиного молока, виготовленого за класичною технологією, значне зниження, на 14 %, вологоутримуючої здатності відбулося на 12 добу зберігання.

Динаміку зміни активної кислотності модельних зразків в процесі зберігання зберігання наведено на рисунку 4.5.

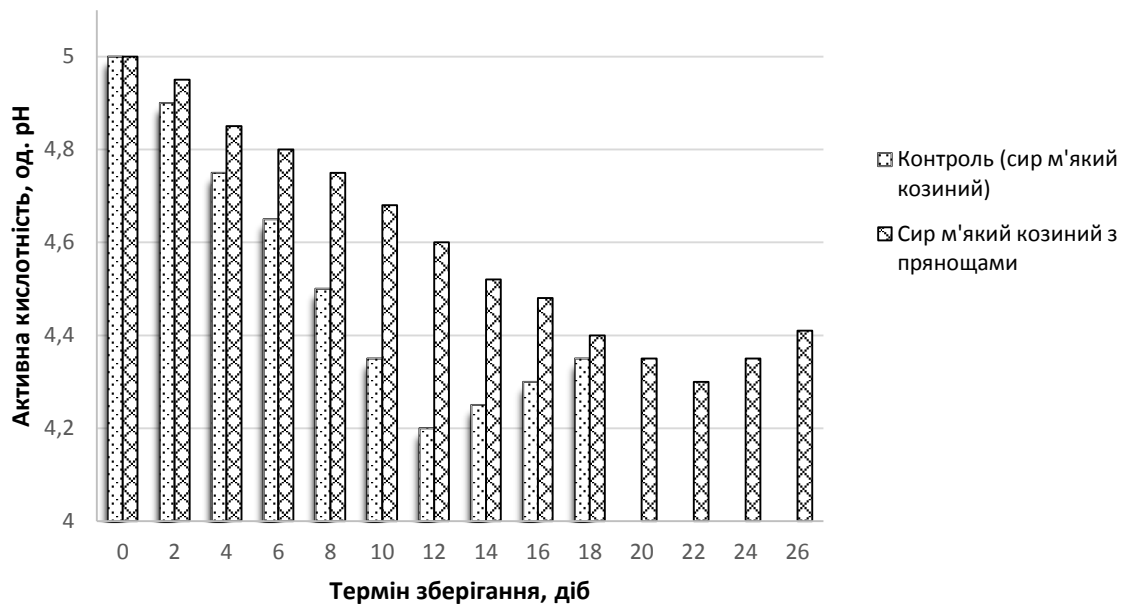


Рисунок 4.5 – Динаміка зміни активної кислотності модельних зразків під час зберігання

Протягом терміну зберігання модельних зразків козиного м'якого сиру спостерігається падіння активної кислотності до показника 4,6 од. рН для контролю за 12 діб, для сиру з прянощами за 22 доби, що свідчить про процес молочнокислого бродіння, на 12 та 22 добу спостерігається припинення процесу розпаду лактози та зниження процесу життєдіяльності молочнокислих бактерій, після чого спостерігається підвищення активної кислотності та імовірно, розвиток патогенної мікрофлори. Отже, можна зробити висновок, що соління сиру на етапі нормалізації суміші та внесення прянощів та сповільнює процес життєдіяльності молочнокислих бактерій за рахунок підвищення осмотичного тиску.

Для підтвердження попередніх досліджень та встановлення гарантійного терміну зберігання на базі ТОВ «ЗБС. Здоров'я-Безпека-Сучасність» було досліджено мікробіологічні показники нових видів м'яких сирів на 10-ту добу зберігання (для контролю) та 20-ту добу зберігання для м'якого сиру на основі козиного молока з прянощами, результати наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Динаміка мікробіологічних показників нових видів м'яких сирів

Назва показника	Зберігання, діб	Норматив	М'який сир на основі козиного молока (контроль)	М'який сир на основі козиного молока з прянощами
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,01 г сиру	-	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	-	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	-	$5,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	-	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,01 г сиру	5	Не дозволено	Не виявлено	-
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	5	Не дозволено	Не виявлено	-
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	5	$5,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$	-
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	5	Не дозволено	Не виявлено	-
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,01 г сиру	10	Не дозволено	Не виявлено	-
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	Не виявлено	-
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	10	$5,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$	-
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	Не виявлено	-

Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,01 г сиру	10	Не дозволено	-	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	-	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	10	5,0*10 ²	-	5,0*10 ²
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	-	Не виявлено
Бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,01 г сиру	20	Не дозволено	-	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	20	Не дозволено	-	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	20	5,0*10 ²	-	5,0*10 ²
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	20	Не дозволено	-	Не виявлено

Таким чином, на підставі аналізу динаміки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників нових видів м'яких сирів обґрунтовано можливість продовження гарантійного терміну зберігання за визначених умов: за температури (4±2)°С та відносної вологості повітря 80-90 % – не більше 10 діб. (Kochubei-Lytvynenko, Korolchuk, Yushchenko, Kuzmyk, Frolova, Pasichny, & Mykoliv,2019)

Основні результати досліджень, викладені у даному розділі, опубліковано у наступних наукових працях: Kochubei-Lytvynenko, Korolchuk, Yushchenko, Kuzmyk, Frolova, Pasichny, & Mykoliv,2019; Корольчук, Ющенко, Кузьмик, 2021.

4.4 Економічна ефективність впровадження технології нових видів м'яких сирів

Для визначення економічної доцільності зроблено розрахунок повної собівартості 1 т м'якого сиру на основі козиного молока (контроль) та м'якого сиру на основі козиного молока з прянощами. В статтю «Сировина та основні матеріали» входять сировина та основні матеріали, які входять до складу якого сиру. Транспортно-заготівельні витрати (приймаємо в розмірі 5%) на сировину і матеріали виділяються в окрему статтю калькуляції (табл. 4.9).

Таблиця 4.9 – Витрати по статті «Сировина та основні матеріали» на виробництво 1 т м'яких сирів

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1т продукції	Ціна од. сировини, грн./кг	Сума, грн./т
1	2	3	4	5
М'який сир на основі козиного молока з прянощами				
Молоко козине сировина	кг	5060,00	21,00	106260,00
Закваска RSF-736 (Chr. Hansen)	од.	0,15	456,00	684,00
CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Данія)	л	5	980,00	4900
Кальцій хлористий CaCl ₂	кг	1,01	23,00	23,28
Сіль кухонна харчова "Екстра"	кг	27,83	8,10	225,42
Куркума	кг	10,12	90,00	910,8
Гуньба сінна	кг	40,48	102,00	4128,96

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5
Разом витрат на сировину і основні матеріали	кг	5144,59	-	117132,46
Транспортно-заготівельні витрати	-	-	-	5856,62
Всього по статті				240121,54
М'який сир на основі козиного молока (контроль)				
Молоко козине сировина	кг	5363,00	21,00	112623,00
Закваска RSF-736 (Chr. Hansen)	од.	0,15	456,00	684,00
СНУ-MAX® М 1000 (Chr. Hansen, Данія)	л	5,3	980,00	5194
Кальцій хлористий CaCl ₂	кг	1,07	23,00	24,67
Сіль кухонна харчова "Екстра"	кг	29,4965	8,10	238,92
Разом витрат на сировину і основні матеріали	кг	5399,02	-	118764,59
Транспортно-заготівельні витрати	-	-	-	5938,23
Всього по статті				243467,41

Витрати на сировину та основні матеріали на 1 м'якого сиру на основі козиного молока складають 243467,41 грн./т, м'якого сиру на основі козиного молока з прянощами - 240121,54 грн./т. Витрати по іншим статтям для м'якого сиру № 1, 2, 3 та 4 є однаковими.

Розраховано допоміжні та таропакувальні матеріали на виготовлення 1 т м'якого сиру. Аналогічно, транспортно-заготівельні витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали приймаємо у розмірі в розмірі 5% (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Витрати по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали» на виробництво 1 т м'якого сиру

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1 т продукції	Ціна одиниці сировини, грн.	Сума, грн./т
Пакувальні матеріали	од	4100,00	0,80	3280,00
Дезінфікуючі засоби	кг	2,00	54,10	108,2
Миючі засоби	кг	3,20	26,10	83,52
Разом витрат на сировину і основні матеріали	-	-	-	3471,72
Транспортно-заготівельні витрати	-	-	-	173,59
Всього по статті	-	-	-	7117,03

Витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали на виробництво 1 т м'якого сиру складають 7117,03 грн./т.

До статті “Паливо та енергія на технологічні цілі” відносяться витрати на всі види палива та енергії, які витрачаються на технологічні потреби при здійсненні основного виробництва (табл. 4.11).

Енерговитрати на виготовлення 1 т м'якого сиру складають 7502,88 грн./т. Витрат по статті «Зворотні відходи» немає. Наступний крок – розрахунок основної заробітної плати.

Таблиця 4.11 – Витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні цілі» на виробництво 1 т м'якого сиру

Назва витрат	Одиниця виміру	Норма витрат на 1 т продукції	Вартість за одиницю ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн./т
Пара	т	5,5	96	528,00
Холод	тис. ккал	701,6	8,3	5823,28
Вода	м3	40	10,61	424,40
Електроенергія	кВт·год	202	3,6	727,20
Всього по статті	-	-	-	7502,88

Так як, виготовлення м'якого сиру планується 200 днів на рік при обсязі виробництва 50 кг за зміну, то річний обсяг сиру складе $200 \times 50 = 10\,000$ кг/рік або 10 т/рік. Виготовлення м'якого сиру планується в одну зміну тривалістю 8 год. Посадові оклади для працівників I-V тарифних розрядів розраховують множенням окладу працівника I-го тарифного розряду на відповідний тарифний коефіцієнт. Норма робочого часу на 2021 рік складає 1994 год, звідси, середньомісячна кількість годин дорівнює: $1\,994 \div 12 = 166,166$ год. Місячна мінімальна заробітна плата у 2021 році складає 6000 грн. Тоді оклад працівника I-го розряду у 2021 році складає $6000 \div 166,166 = 36,11$ грн./год. Тарифний коефіцієнт працівника II-го розряду складає 1,09, IV-го –1,27 (табл. 4.12).

Основна заробітна плата робітників при виробництві 1 т м'якого сиру складе 6818 грн./т. Розраховуємо витрати по статтям «Додаткова заробітна плата» та «Відрахування до єдиного соціального фонду». Додаткову заробітну плату приймаємо як 30% від основної заробітної плати. ЄСВ приймаємо як 22% від суми основної та додаткової заробітних плат (табл. 4.13).

Таблиця 4.12 – Витрати по статті «Основна заробітна плата» на виробництво 1 т м'якого сиру з прянощами

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Тривалість зміни, год.	Тарифний фонд заробітної плати, грн.
Апаратник	I	IV	45,86	8	91720
Пакувальник	I	II	39,36	8	78720
Всього	-	-	-	-	170440
На 1 т продукції	-	-	-	-	6818

Витрати на додаткову заробітну плату становлять 2045,40 грн./т, а сума відрахувань до ЄСФ – 1949,95 грн./т. Витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції» приймаємо у розмірі 10% від ОЗП: $6818 \times 0,1 = 681,80$ грн./т. Витрати по статті «Витрати на утримання та обслуговування обладнання» приймаємо у розмірі 200% від основної заробітної плати: $6818 \times 2 = 13636$ грн./т. Витрати по статті «Загальновиробничі витрати» приймаємо у розмірі 300% від ОЗП: $6818 \times 3 = 20454$ грн./т.

Таблиця 4.13 – Витрати по статтям «Додаткова заробітна плата» та «Відрахування до єдиного соціального фонду» на виробництво 1 т м'якого сиру

Показник	Відсоток, %	Сума, грн./т
Додаткова заробітна плата	30% від ОЗП	2045,40
Загальний фонд заробітної плати (ОЗП+ДЗП), грн.	-	8863,40
Відрахування до ЄСФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	1949,95

Звідси, виробнича собівартість виробництва м'якого сиру складе:

$$MC = 243467,41 + 7117,03 + 7502,88 + 6818 + 2045,40 + 1949,95 + 681,80 + 13636 + 20454 = 303672,5 \text{ грн./т};$$

$$MC \text{ з прянощами} = 240121,54 + 7117,03 + 7502,88 + 6818 + 2045,40 + 1949,95 + 681,80 + 13636 + 20454 = 300326,6 \text{ грн./т};$$

Витрати по статті «Адміністративні витрати» приймаємо у розмірі 2,5% від виробничої собівартості:

$$MC = 303672,5 \times 0,025 = 75918,12 \text{ грн./т};$$

$$MC \text{ з прянощами} = 300326,6 \times 0,025 = 75081,65 \text{ грн./т};$$

Витрати по статті «Витрати на збут» становлять 3% від виробничої собівартості:

$$MC = 303672,5 \times 0,030 = 9110,17 \text{ грн./т};$$

$$MC \text{ з прянощами} = 300326,6 \times 0,030 = 9009,80 \text{ грн./т};$$

Витрати по статті «Інші операційні витрати» складають 1% від виробничої собівартості:

$$MC = 303672,5 \times 0,01 = 3036,72 \text{ грн./т};$$

$$MC \text{ з прянощами} = 300326,6 \times 0,01 = 3003,27 \text{ грн./т};$$

Планова калькуляція м'якого сиру представлена у табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Собівартість виробництва 1 т продукції, грн

Статті калькуляції	М'який сир на основі козиного з прянощами		М'який сир на основі козиного	
	Витрати на 1 т, грн.	Питома вага, %	Витрати на 1 т, грн.	Питома вага, %
Сировина та основні матеріали	240121,54	61,98	243467,41	62,15
Допоміжні та таропакувальні матеріали	7117,03	1,84	7117,03	1,82
Паливо та енергія на технологічні цілі	7502,88	1,94	7502,88	1,92
Основна заробітна плата робітників	6818	1,76	6818	1,74

Кінець таблиці 4.14

Статті калькуляції	М'який сир на основі козиного з прянощами		М'який сир на основі козиного	
	Витрати на 1 т, грн.	Питома вага, %	Витрати на 1 т, грн.	Питома вага, %
Додаткова заробітна плата	2045,4	0,53	2045,4	0,52
Відрахування до ЄСФ	1949,95	0,50	1949,95	0,50
Витрати на утримання та обслуговування обладнання	13636	3,52	13636	3,48
Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	681,8	0,18	681,8	0,17
Загальновиробничі витрати	20454	5,28	20454	5,22
Виробнича собівартість	300326,6	77,52	303672,47	77,52
Адміністративні витрати	75081,65	19,38	75918,12	19,38
Витрати на збут	9009,80	2,33	9110,17	2,33
Інші операційні витрати	3003,27	0,78	3036,72	0,78
Повні витрати	387421,31	100	391737,49	100

Отже, повні витрати на виробництво м'якого сиру з прянощами складають 387421,31 грн./т, м'якого сиру на основі козиного молока - 391737,49 грн./т.

Розрахуємо відпускну ціну м'якого сиру (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Формування відпускну ціни м'якого сиру

Показник	М'який сир з прянощами	М'який сир на основі козиного молока
Повна собівартість, грн./т	387421,31	391737,49
Прибуток, грн.	38739,13	34422,96
Відпускну ціна без ПДВ, грн.	426160,45	426160,45
ПДВ 20%	85232,09	85232,09
Відпускну ціна з ПДВ, грн.	511392,53	511392,53

Отже, при виробництві м'якого сиру за удосконаленою технологією обсяг виробництва продукції у натуральному виразі та обсяг виробленої продукції в діючих цінах збільшаться відповідно на 10 т та 4261,60 тис. грн. відповідно. Водночас, зі збільшенням обсягу виробництва молочної продукції зросте і сума повних витрат на 3874,31 тис. грн.

Прибуток від реалізації м'яких сирів за удосконаленою технологією збільшиться на 387,39 тис. грн., а чистий прибуток – на 41,74%, в порівнянні з реалізацією м'яких сирів за класичною технологією - 37,09 % що свідчить про позитивні зрушення в фінансово-економічному стані підприємства.

Рентабельність продукції збільшиться на 3,68%, а для більш значного підвищення даного показника бажано виробляти даний вид м'яких сирів у більшому обсязі, що дасть змогу не тільки підвищити рівень рентабельності, але й призведе до збільшення інших техніко-економічних показників. За рахунок збільшення обсягу виробництва продукції без залучення додаткових робітників, оскільки ми дозавантажили існуюче обладнання, продуктивність праці зросте на 0,36% або на 28,41 грн./чол.

Таблиця 4.16 – Техніко-економічні показники роботи ТОВ «ЗБС. Здоров'я-Безпека-Сучасність» до та після впровадження заходу щодо виробництва м'яких сирів

Показники	Звітний рік (2020 р)	М'який сир з прянощами			М'який сир з козиного молока		
		Проект	Абс., +/-	Відн., %	Проект	Абс., +/-	Відн., %
Вироблено продукції в натуральному виразі, т	30000	30010	10	0,03	30010	10	0,03
Дохід від реалізації продукції, тис. грн.	1171243	1175504,63	4261,63	0,36	1175552,11	4309,11	0,37
Повні витрати на виробництво і реалізацію продукції, тис. грн.	1038510	1042384,21	3874,21	0,37	1042427,37	3917,37	0,38
Прибуток від реалізації продукції, тис. грн.	132733	133120,39	387,39	0,29	133077,23	344,23	0,26
Чистий прибуток, тис. грн.	92820	131559,13	38739,13	41,74	127242,96	34422,96	37,09
Рентабельність продукції, %	8,94	12,62	3,68	-	12,21	3,27	-
Витрати на 1 грн. виробленої продукції, коп.	88,67	88,68	-	-	88,68	-	-
Чисельність персоналу, чол.	150	150	-	-	150	-	-
Продуктивність праці, тис. грн./чол.	7808,29	7836,70	28,41	0,36	7837,01	28,73	0,37

4.5 Соціальна значущість впровадження технології нових видів м'яких сирів

Соціальна значимість результатів розробки сирів м'яких з козиного молока з прянощами полягає у наступному:

- розширення асортиментного ряду сирів м'яких за рахунок поєднання козиного молока з прянощами природнього походження, які дозволяють цілеспрямовано корегувати хімічний склад продуктів та додатково збагачувати антиоксидантними властивостями;
- покращення структури здорового харчування населення за рахунок впровадження у виробництво сирів м'яких з максимальною концентрацією всіх складових частин молока, котра досягається використанням козиного молока-сировини;
- включення прянощів до складу м'яких сирів розширить коло споживачів за рахунок покращення органолептичних властивостей продукту;
- запровадження у виробництво розробленого м'якого сиру з козиного молока – розширить можливості промислової переробки козиного молока та забезпечить урізноманітнення асортименту, що відповідає сучасним трендам у харчуванні.

На основі приведених вище аргументів, можна зробити висновок про доцільність впровадження розроблених сирів м'яких з козиного молока з прянощами.

Висновки до розділу 4

1. Розроблено технологічну схему та визначено технологічні параметри виробництва м'яких сирів з прянощами, що дозволить розширити асортимент та удосконалити класичну технологію м'яких сирів без визрівання.
2. Визначено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості нових видів м'яких сирів з прянощами, здійснено оцінку поживної та енергетичної цінності.

3. Здійснено розрахунок ступеню забезпечення добової потреби організму людини в основних харчових речовинах. Встановлено, при вживанні 50 г м'якого козиного сиру з прянощами ступінь забезпечення у білках становить – до 10%, в тому числі тваринних - до 16 %; у жирах – до 12,5%, а також незамінних амінокислотах – 7,6...18,4%.
4. Визначено амінокислотний склад та на підставі розрахунку амінокислотного скору, здійснено оцінку біологічної цінності нових видів м'яких сирів з козиного молока. Лімітуючою амінокислотою в усіх зразках є валін, проте СКОР валіну в сирі на основі козиного молока вищий, ніж на основі коров'ячого (75,6% проти 63,0%).
5. Встановлено, біологічна цінність сирів на основі козиного молока є дещо вищою за біологічну цінність сирів на основі коров'ячого молока у середньому на 10%, що пояснюється особливостями амінокислотного складу сировини.
6. Визначено, біологічна цінність м'якого сиру з козиного молока за удосконаленою технологією є вищою порівняно із сиром з козиного молока середньому на 0,6%, що можна пояснити більш повним вилученням білка з молочної сировини за рахунок комплексної взаємодії зі складовими прянощів та включенням білкової компоненти самих прянощів, зокрема гуньби сінної.
7. Досліджено зміну показників якості м'яких сирів з козиного молока протягом зберігання: показник активної кислотності знижувався з 5,0 до 4,4 од. рН (на 22-у добу зберігання), тоді як у контролі – до 4,2 од. рН (вже на 12-ту добу), при подальшому зберіганні як у дослідному зразку, так і у контролі показник рН починає підвищуватись, що можна пояснити розвитком залишкової мікрофлори, у тому числі плісняв.
8. На підставі аналізу динаміки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників нових видів м'яких сирів обґрунтовано можливість продовження гарантійного терміну зберігання за визначених

умов: за температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 80-90 % – не більше 10 діб.

9. Запровадження у виробництво нових видів м'яких сирів за удосконаленою технологією дозволить підвищити рентабельність продукції у середньому на 3,68% та чистий прибуток підприємства при річному обсязі виробництва 10т готової продукції збільшиться на 41,74%.

10. Виробництво м'яких сирів позитивно відобразиться на фінансово-економічному стані підприємства, а збільшення прибутку від впровадження технології можливо при збільшенні обсягів виробництва.

11. Впровадження у виробництво нових видів м'яких сирів з козиного молока дозволить розширити асортимент існуючих сирів, покращити структуру харчування населення за рахунок вживання білкових продуктів, внесення до їх складу прянощів, покращить органолептичні та антиоксидантні властивості продукту.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока з прянощами. На основі проведених досліджень сформульовано наступні висновки:

1. Обґрунтовано доцільність удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока шляхом уточнення технологічних параметрів виробництва та використання функціонально-технологічних інгредієнтів рослинного походження, до яких належать прянощі – гуньба сінна та куркума.
2. Обґрунтовано застосування кислотного способу зсідання білків молока, доведено доцільність використання у технології сирів м'яких з козиного молока ферментного препарату CHY-MAX® M 1000 (Chr. Hansen, Данія) в кількості 50 ІМСУ/л молока та уточнено технологічні параметри процесу - тривалість зсідання 60 ± 1 хв за температури $35 \pm 2^\circ\text{C}$.
3. Встановлено доцільність використання заквашувального препарату прямого внесення RSF-736 (Chr. Hansen, Данія) у кількості 50 од.акт на 1 т молока, що забезпечує досягнення ІЕТ білка кислотним способом (рН 5,1...5,2) протягом 5,5 год.
4. Доведено доцільність введення кухонної солі на етапі нормалізації у кількості $0,55 \pm 0,05\%$ від маси молока, що забезпечує її вміст у готовому продукті на рівні $2,3 \pm 0,1\%$, що сприяє утворенню більш щільного згустку та більш повному вилученню цінних складових молочної сировини.
- 4 Доведено, введення пряностей-гуньби сінної у кількості 0,8% та куркуми у кількості 0,2% призводить до укрупнення казеїнових міцел, вочевидь, за рахунок сил електростатичної взаємодії, що забезпечує утворення більш щільного згустку з кращими синергетичними властивостями при кислотному зсіданні у виробництві м'яких сирів.
6. Обґрунтовано використання комбінації прянощів: гуньби сінної – 0,8% та куркуми – 0,2% з метою покращання технологічних властивостей козиного молока та підвищення споживчих властивостей готового продукту.

7. Розроблено технологічну схему та визначено технологічні параметри виробництва м'яких сирів з прянощами, що дозволить розширити асортимент та удосконалити класичну технологію м'яких сирів без визрівання.
8. Визначено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості нових видів м'яких сирів з прянощами, здійснено оцінку харчової та енергетичної цінності. При вживанні 50 г продукту ступінь забезпечення у білках становить – до 10%, в тому числі тваринних - до 16 %; у жирах – до 12,5%, а також незамінних амінокислотах – 7,6...18,4%,.
9. На підставі аналізу динаміки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників нових видів м'яких сирів обґрунтовано можливість продовження гарантійного терміну зберігання за визначених умов: за температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря 80-90 % – не більше 10 діб.
10. Запровадження у виробництво нових видів м'яких сирів за удосконаленою технологією дозволить підвищити рентабельність продукції у середньому на 3,68% та чистий прибуток підприємства при річному обсязі виробництва 10т готової продукції збільшиться на 41,74%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Anema, S.G., & De Kruif, C.G. (2013). Protein composition of different sized casein micelles in milk after the binding of lactoferrin or lysozyme. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(29), 7142–7149.
- Anuradha, C.V., & Ravikumar, P. (2001). Restoration on tissue antioxidants by fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecum*) in alloxan-diabetic rats. *Indian J Physiol Pharm*, 45(4), 408-420.
- Bobe, G., Lindberg, G.L., Freeman, A.E., & Beitz, D.C. (2007). Composition of milk protein and milk fatty acids is stable for cows differing in genetic merit for milk production. *Journal of Dairy Science*, 90, 3955–3960.
- Bilyk, O.Ya., Dronyk, G.V., Slyvka, N.B., & Gutyj, B.V. (2017). Calculation of recipes and development of technological production schemes of albumin cheese «Urda» for industry. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(75), 65–71.
- Caroli, A., Chiatti, F., Chessa, S., Rignanese, D., Bolla, P., & Pagnacco, G. (2006). Focusing on the goat casein gene complex. *Journal of Dairy Science*, 89, 3178–3187.
- Cavaletto, M., Giuffrida, M.G., & Conti, A. (2008). Milk fat globule membrane components: a proteomic approach. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 606, 129–141.
- Cebo, C., Lopez, C., Henry, C., Beauvallet, C., Menard, O., Bevilacqua, C., ... Martin, P. (2012). Goat α_{s1} -casein genotype affects milk fat globule physicochemical properties and the composition of the milk fat globule membrane. *Journal of Dairy Science*, 95(11), 6215–6229.
- Chan E.W.C., Lim Y.Y., Wong S.K., Lim K.K., Tan S.P., Lianto, F.S., & Yong M.Y. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*, 1, 166–172.
- Chauveau-Duriot, B., Doreau, M., Nozière, P., & Graulet, B. (2010). Simultaneous quantification of carotenoids, retinol, and tocopherols in forages, bovine

- plasma, and milk: validation of a novel UPLC method. *Anal. Bioanal. Chem.* 397, 777–790.
- Chilliard, Y., Rouel, J., Ferlay, A., Bernard, L., Gaborit, P., Raynal-Ljutovac, K., ... Leroux, C. (2006). Optimising goat's milk and cheese fatty acid composition. *Improving the Fat Content of Foods*, 281–312.
- Clark, S., & Sherbon, J.W. (2000). Genetic variants of alphas1-CN in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. *Small Ruminant Research*, 3, 135–143.
- Dalgleish, D.G. (2014). The Basis of Structure in Dairy-Based Foods: Casein Micelles and their Properties. *Food Structures, Digestion and Health*, 83–105.
- Dalgleish, D.G. (2017). Structure-function relationships of caseins. *Food Proteins and their Application*, 199–223.
- De Kruif, C.G.K., & Huppertz, T. (2012). Casein Micelles: Size distribution in milks from individual cows. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(18), 4649–4655.
- De Kruif, C.G.K., Huppertz, T., Urban, V.S., & Petukhov, A.V. (2012). Casein micelles and their internal structure. *Advances in Colloid and Interface Science*, 171-172, 36-52.
- Dubeuf, J.-P. (2005). Structural, market and organisational conditions for developing goat dairy production systems. *Small Rumin. Res*, 60, 67-74.
- Dubinina, A., Lehnert, S., & Khomenko, O. (2014). Amino acid composition of protein and its biological value in seeds of peanut sorts widen in Ukrainian. *Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food*, 2(501), 510.
- Fontecha, J., Ríos, J.J., Lozada, L., Fraga, M.J., & Juárez, M. (2000) Composition of goat's milk fat triglycerides analysed by silver ion adsorption-TLC and GC-MS. *International Dairy Journal*, 10 (1–2), 119-128.
- Frolova, N., Yushchenko, N., Korolchuk, I., & Korablova, O. (2019), Prospects of using spices in technology soft-ripened goat cheese, *Agr.bio.div. Impr. Nut., Health Life Qual.*, 212–223.

- Goulding, D.A., Fox, P.F., & O'Mahony, J.A. (2019). Milk proteins: An overview. *Milk Proteins: From Expression to Food*, 21–98.
- Haenlein, G.F.W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51, 155–163.
- Haenlein, G.F.W., & Park, Y.W. (2007). Goat milk, its products and nutrition. In: Handbook of Food Products Manufacturing (ed. Y.H. Hui). *John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ*, 449-488.
- Huppertz, T., Fox, P.F., & Kelly, A.L. (2018). The caseins: Structure, stability, and functionality. *Proteins in Food Processing: Second Edition*, 49–92.
- Gomes, J.J.L., Duarte, A.M., Batista, A.S.M., Feitosa de Figueiredo, R.M., Piancó de Sousa, E., Leite de Souza, E., & de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, R. (2013). Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of the two milks. *LWT - Food Science and Technology*, 54(1), 18–24.
- Khill, B. (2007). *Termofil'nykh Sprorec UHT i Regort Mikrobiology rekombinirovannykh Moloko*. Sessiya Mikrobiology dlya vosstanovleniya i Khin - rekombinatsii forments.
- Kiiru, S. N., Mahungu, S. M., & Omwamba, M. (2018). Preparation and analysis of goat milk mozzarella cheese containing soluble fiber from *Acacia senegal* var. *kerensis*. *African Journal of Food Science*, 12(3), 46-53.
- Kim J.S., Sa I.L., Park H.W., Yang J.H., Shin T.-Y., Kim Y.-C. ... Kim D.K. (2008). Cytotoxic components from the dried rhizomes of *Zingiber officinale* Roscoe. *Archives of Pharmacal Research*, 31 (4), 415–418.
- Kitchenko, L. M. (2017). Improvement of small hard cheese technology aimed at production in minor cheese-making enterprises. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(80), 25–28.
- Kochubei-Lytvynenko, O., Korolchuk, I., Yushchenko, N., Kuzmyk, U., Frolova, N., Pasichny, V., & Mykoliv, I. (2019), Perspective the use of goat milk in

- the production of soft milk cheeses. *Ukrainian Journal of Food Science*, 250-263.
- Hui, Y.H., Chandan, R.C., Clark, S., Cross, N.A., Dobbs, J.C., Hurst, W.J., & Toldrá, F., (2007). Handbook of Food Products. *Manufacturing: Health, Meat, Milk, Poultry, Seafood, and Vegetables*, 1, 348-367.
- Lamothe, S., Robitaille, G., St-Gelais, D., & Britten, M. (2007). Short communication: extraction of beta-casein from goat milk. *Journal of Dairy Science*, 90, 5380–5382.
- Lindmark-Månsson, H., Fonden, R., & Pettersson, H.E. (2003). Composition of Swedish dairy milk. *International Dairy Journal*, 13, 409–425.
- Liu, K., Zhang, D., Chojnacki, J., Du, Y., Fu, H., Grand, S., & Zhang, S. (2013). Design and biological characterization of hybrid compounds of curcumin and thalidomide for multiple myeloma. *Organic & Biomolecular Chemistry*, 29, 4757 – 4766.
- Rodríguez-Alcalá L.-M., Federico, H., & Fontecha, J. (2009). Fatty acid profile and CLA isomers content of cow, ewe and goat milks processed by high pressure homogenization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10, 1, 32-36.
- Meletharayil, G.H., Patel, H.A., Metzger, L.E., Marella, C., & Huppertz, T. (2018) Influence of partially demineralized milk proteins on rheological properties and microstructure of acid gels. *J Dairy Sci.*, 101(3), 1864-1871.
- Morgan, F., & Gaborit, P. (2001). The typical flavour of goat milk products: technological aspects. *Int. J. Dairy Technol*, 54 (1), 38-40.
- Nagpal, M., & Sood, S. (2013). Role of curcumin in systemic and oral health: an overview. *J. Nat. Sci. Biol. Med.*, 4, 3–7.
- O'Brien, M., Hun, K., McSweeney, S., & Jordan, K. (2009). Occurrence of foodborne pathogens in Irish farmhouse cheese. *Food Microbiology J.*, 12 (26), 910–914.
- Park, Y.W., & Haenlein, G.F.W. (2013). *Milk and Dairy Products in Human Nutrition Production, Composition and Health*. USA:Wiley-Blackwell.

- Park, Y.W. (2009). *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. USA:Wiley-Blackwell.
- Park, Y.W. (2007). Rheological characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68 (1-2), 73–87.
- Park, Y.W., Juarez, M., Ramos, M., & Haenlein, G.F.W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88–113.
- Queiroga, R.de C.R. do E., Santos, B.M., Gomes, A.M.P., Monteiro, M.J., Teixeira, S.M., Souza, E.L. de, & Pintado, M.M.E. (2013). Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *Lebenson. Wiss. Technol*, 50, 538-544.
- Rhode, J., Fogoros, S., Zick, S., Wahl, H., Griffith, K., Huang, J., & Liu, J. (2007). Ginger inhibits cell growth and angiogenic factors in ovarian cancer cell. *BMC Complementary & Alternative Medicine*, 44, 1472-1488.
- Samilyk, M. (2017). Improving the technology of soft sour milk cheese by increasing biological value. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(80), 33-37.
- Santos, dos K.M.O., Bomfim, M.A.D., Vieira, A.D.S., Benevides, S.D., Saad, S.M.I., Buriti, F.C.A., & Egito, A.S. (2012). Probiotic caprine Coalho cheese naturally enriched in conjugated linoleic acid as a vehicle for *Lactobacillus acidophilus* and beneficial fatty acids. *Int. Dairy J*, 24, 107-112.
- Singh, H., Boland, M., & Thompson, A. (2014). *Milk proteins from expression to food*. Second Edition. Riddet Institute, Massey University, Palmerston Noth, New Zealand.
- Sivasothy, Ya., Chong, W. K., Hamid, A., Eldeen, I. M., Sulaiman, S.F., & Awang, K. (2011). Essential oils of *Zingiber officinale* var. Theilade and their antibacterial activity. *Food chemistry*, 124, 514-517.
- Strashynskiy, I., Pasichniy, V., & Fursik, O. (2020) The influence of slaughter technology on the formation of functional indicators of meat. *Food Industry, Technologies: Researches, Application and Introduction*, 27, 60-68.

- Takahashi, M., Inouye, S., & Abe, S. (2011). Anti-candida and radical scavenging activities of essential oils and oleoresins of *Zingiber officinale* Roscoe and essential oils of other plants belonging to the family Zingiberaceae. *Drug Discoveries & Therapeutics*, 5, 238-245.
- Tita, M.A., & Popovici, C. (2017) *Research on obtaining fresh cheese from goat's milk with tarragon*. Annales of the University of Craiova. Biology, Horticulture, Food produce processing technology, Environmental engineering. Volume XXII (LVIII).
- Uchegbu, R.I., Ngozi-Olehi, L.C., & Ogbunike, R.U. (2014). Essential Oils Composition of *Curcuma Longa* Rhizoma from Nigeria. *Amer. J of Chemistry and Applications*, 1, 99-102.
- Zhang, Z., Dalgleish, D.G., & Goff, H.D. (2004). Effect of pH and ionic strength on competitive protein adsorption to air/water interfaces in aqueous foams made with mixed milk proteins. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 34(2), 113–121.
- Zhao, X., Wang, C., Cheng, M., Zhang, X., & Jiang, H. (2021). Influence of calcium on the properties of micellar casein in goat milk. *LWT*, 150, 111935.
- Блинкова, Л., Нартова, Л., & Автандилян, Л. (2017) Специализированные продукты на основе козьего молока. *Врач*, 1, 27-29.
- Бобылин, В. В. (2000). *Мягкие кислотно-сычужные сыры нового поколения*. Тез. докл. научно-практической конференции. Современные технологии пищевых продуктов нового поколения и их реализация на предприятиях АПК. Углич: ВНИИМС.
- Болгова, Н. В., Байдак, М. О., & Приходько, В. П. (2018). Збагачення м'якого сиру йодом за рахунок додавання ламінарії. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*, 29 (68), 5, 1-5.
- Бондар, Ж. І., & Болгова, Н. В. (2018) Обґрунтування технології виробництва м'якого сиру з кмином. *Zbiór artykułów naukowych recenzowanych*, 73-78.

- Бублик, О. (2021). Тваринництво. *AgroTimes*. Взято з <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/u-2020-roczy-silgosppidpryyemstva-vyrobyly-17-tys-tonn-kozynogo-moloka/>.
- Буеракова, Д.Ю. (2013). Использование фитокомпонентов в технологии производства мягких сыров, как возможного источника эссенциальных микроэлементов. *SWorld*, 2 (1), 67-70.
- Бурлуцька, Т. С., Белих, І. А., & Огурцов, О. М. (2017). *Удосконалення біотехнології виробництва м'якого сиру з використанням сироваткового парaproдукту харчування* (Дис. доктор наук). Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків.
- Власенко, В. В. (2015) Удосконалення технології виробництва м'якого сиру функціонального спрямування «моцарелла – манзар». *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*, 1 (89), 88-93.
- Вобликова, Т.В., & Суюнчев, О.А. (2007). Пищевая и биологическая ценность сыров из козьего молока. *Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета*, 4, 137-138.
- Гарьянова, В.А., Храмова, В.Н., Короткова, А.А., Горлов, И.Ф., & Мосолова Н.И. (2015). Эффективность применения нута и топинамбура в технологии изготовления мягких сыров из козьего молока. *Пищевая промышленность*, 7, 24-27.
- Гончарук, О.В. (2021) *Електроповерхневі та структурні властивості гідродисперсій нанорозмірних оксидів металів та кремнію та їх стабілізація*. (Дисертація доктора хімічних наук). Інститут біоколоїдної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка Національної академії наук України, Київ.
- Гостищева, Е. А. (2014). *Разработка технологии сыров с использованием молочно-белкового концентрата, полученного методом ультрафильтрации*. (автореф. дисс.канд. техн. наук). «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь.

- Грек, О. В., Михалевич, А. П., Тимчук, А. В., & Онопрійчук, О. О. (2019). Патент України на корисну модель 138945. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.
- Громова, Т.Я., Крохальова, А.А., & Туринський, В.М. (2011). *Технологічні рішення щодо перспективних напрямів використання козиного молока*. Збірник науково-практичної конференції «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі». Харків: Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі.
- Даниярова, Г.М., Гумарова, А.К., Абуова, А.Б., & Суханбердина, Ф.Х. (2015). Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей йогурта из козьего и коровьего молока. *Молодой учёный*, 6.3 (86.3), 29-33.
- Дидух, Н. А. (2008). Биотехнология мягкого бифидосодержащего сыра функционального назначения. *Продукты & ингредиенты*, 3, 68–70.
- Доронин, А. Ф., Шендеров, Б.А. & Доронин, А.Ф. (2002). *Функциональное питание*. М.: Грантъ.
- ДСТУ ISO 6658:2005. Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови. К. : Держстандарт України.
- ДСТУ ISO 6564:2005. Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектра флейвору. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ ISO 8968-2:2005. (IDF 20-2:2001) Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля. К. : Держстандарт України.
- ДСТУ IDF 93A:2003. Молоко і молочні продукти. Визначання Salmonella. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ ISO 5944:2005 (IDF 60:2001). Молоко і продукти на основі молока. Визначення кількості коагулазопозитивних стафілококів методом найімовірнішого числа. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ IDF 122C:2003. Молоко і молочні продукти. Підготовка проб і розведень для мікробіологічного дослідження. К.: Держстандарт України.

- ДСТУ 7006:2009 Молоко козине. Сировина. Технічні умови. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 8550:2015. Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 7140:2009. Молоко та молочні продукти. Метод підрахування кількості колі форм та кишкової палички (E. coli) за допомогою пластин. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 8552:2015. Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 6082:2009. Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ ISO 707:2002. Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ ISO 6575:2019. Пажитник цілий чи мелений (порошкоподібний). Технічні умови. К. : Держстандарт України.
- ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 8005:2015. Прянощі. Імбир. Технічні умови. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 7518:2014. Сири м'які з козиного молока. Загальні технічні умови. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюгу. К.: Держстандарт України.
- ДСТУ 4307:2004. Сіль йодована. Технічні умови: К.: Держстандарт України.
- Желтова О.А., Шувариков А.С., & Пастух О.Н. (2011). *Научное обеспечение развития АПК в современных условиях*. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета.

- Закон України № №1073 від 03 вересня 2017 р. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії. Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>
- Іваніщева, О. А. (2017). Формування функціональних властивостей м'яких сирів на основі кориці. *Молодий вчений*, (4), 537-540.
- Колбасюк В. Ф. (2005). Закваски, ферменты и культуры для сыроделия в Европе. *Современные тенденции развития. Переработка молока*, 6, 26–28.
- Колеснік, В.Л., & Кайнаш, А.П. (2018). *Вдосконалення технології Адигейського сиру шляхом збагачення пряно-смаковими добавками*. Матеріали III Всеукраїнської інтернет-конференції «Актуальні питання технології продукції тваринництва». Полтава: Полтавський державний аграрний університет.
- Корольчук, І., & Ющенко, Н. (2018). *Перспективність використання козячого молока для промислового виробництва м'яких сирів*. Матеріали 84 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. Київ: НУХТ.
- Корольчук, І., Кочубей-Литвиненко, О.В., Ющенко, Н.М., Фролова, Н.П., & Кузьмик, У.Г. (2019) *Удосконалення технології сирів м'яких козячих з куркумою та гуньбою сінною*. Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції». Київ: НУХТ.
- Корольчук, І., Ющенко, Н., & Кузьмик, У., (2019). *Перспективність використання прянощів у технології м'яких сирів з козячого молока*. Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій. Київ: НУХТ.

- Корольчук, І., Ющенко, Н., & Кузьмик, У. (2020). *Особливості вибору заквашувальних та ферментних препаратів при виробництві м'яких сирів з козиного молока*. Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті". Київ: НУХТ.
- Корольчук, І. М., Ющенко, Н. М., Кочубей-Литвиненко, О. В., & Кузьмик, У. Г. (2021) Вивчення впливу прянощів на ступінь використання білка в технології м'яких сирів з козиного молока, *Наукові праці НУХТ 2021*, 27 (2), 187-196.
- Корольчук, І., Ющенко, Н., Кузьмик, У. (2021). *Обоснование выбора заквасочного препарата для производства мягких сыров на основе козьего молока*. Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Т38 XII Международной науч. конф. студентов и аспирантов. Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». Могилев: МГУП.
- Короткова, А.А., & Мосолова, Н.И. (2013). *Способ производства белковых продуктов функционального назначения из козьего молока*. Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса Прикаспийского региона». Элиста.
- Кузьмик, У. Г. (2018). *Удосконалення технології паст кисломолочних з прянощами*. (автореф. дис. канд. техн. наук). НУХТ, Київ.
- Кушіль, А., & Поліщук, Г. (2019). *Розробка нових видів сирів м'яких з базиліком та рукколою*. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 85-ї Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій. Київ: НУХТ.
- Левіт, І.Б., Сукманов, В.О., & Афенченко, Д.С. (2014) *Реологія харчових продуктів*. Донецьк: ДонНУЕТ.

- Леонова, М.А., Гетманцева, Л.В., Карагодина, Н.В., & Колосов, А.Ю. (2015). Перспективы использования козьего молока в производстве мягких сыров функционального назначения. *Сборник научных трудов всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства*, 1 (8), 194-198.
- Маєвська, Т. (2015). Амінокислотна збалансованість білків промитих рибних фаршів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 21(2), 197—202.
- Маталыгина, О.А. (2008). Лечебные и профилактические возможности новых продуктов питания для детей на основе козьего молока. *Вопр. соврем. Педиатрии*, 7 (1) 71–81.
- Меркушева, С.П., Петриченко, М.А., & Кожухова, М.А. (2005). Пищевая и биологическая ценность козьего молока. *Известия вузов. пищевая технология*, 2-3, 44-46.
- Мироненко, И. М., & Усатюк, Д. А. (2015). Мягкие сыры. Ассортимент и технологические особенности. *Сыроделие и маслоделие*, 4, 36–40.
- Михельсон, П., & Сараевой, Ю.В. (пер. с англ.). (2011). *Лучшие сыры мира*. Москва: АРТ-Родник.
- DIN EN ISO 11290-1-2017 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення і підрахунку бактерій *Listeria monocytogenes* и *Listeria spp.* Частина 1. Метод виявлення. Взято з <https://www.iso.org/standard/60313.html>.
- ISO 22935-3:2009 [IDF 99-3:2009]). Молоко та молочні продукти. Сенсорний аналіз. Частина 3: Керівництво щодо методу оцінки відповідності специфікаціям продукту щодо сенсорних властивостей шляхом підрахунку балів. Взято з <https://www.iso.org/standard/41218.html>.
- Наговська, В. О., Гачак, Ю. Р., Михайлицька, О. Р., Сливка, Н. Б., & Білик, О. Я. (2016). Зміна технологічних показників м'якого сиру з висівками

залежно від дози внесених житніх висівок. *Технологический аудит и резервы производства*, 3, 29-33.

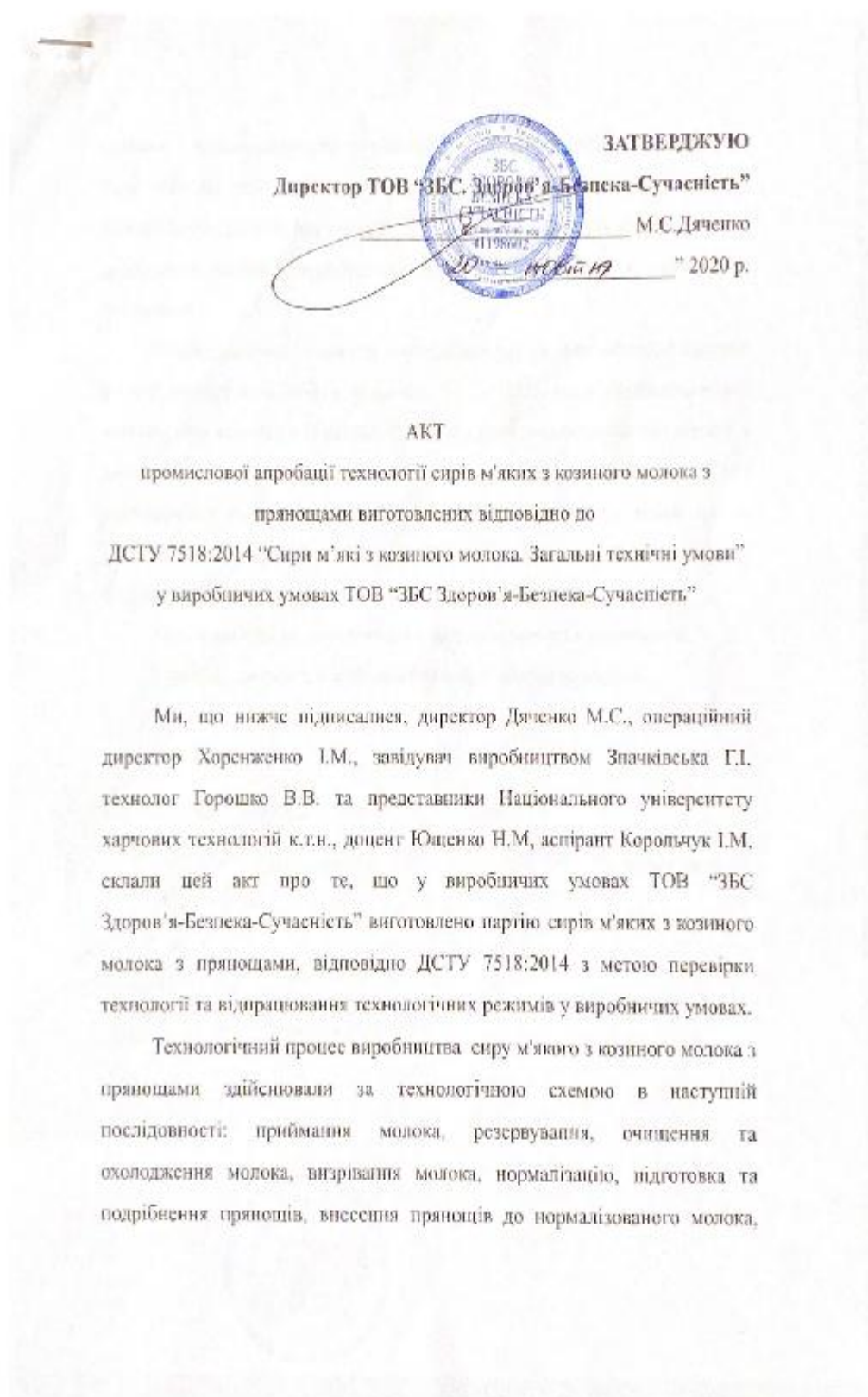
- Наймушина, Л.В., Зыкова, И.Д., Кадочникова, В.Ю. & Чеснокова, Н.В. (2014). Изучение химического состава эфирных масел популярных пряностей семейства имбирных. *Journal of Siberian Federal University. Chemistry*, 3, 340-350.
- Обзор рынка сыра Украины (2014). *Продукты & ингредиенты*, 10, 15-34.
- Овсієнко, С. М. Показники якості м'якого сиру з рослинними наповнювачами. *Аграрна наука та харчові технології: зб. наук. пр. ВНАУ.-2019*, 5 (108), т. 2.-С, 102-114.
- Остроумов, Л.А, Шахматов, Р.А., & Курбанова, М.Г. (2011). Исследование сезонных изменений фракционного состава белков молока. *Техника и технология пищевых производств*, 1, 36-41.
- Пасічний, В. (2003). Критерії оцінки харчової цінності м'ясопродуктів. *М'ясний бізнес*, 8, 64—65.
- Пасічний, В. (2008). Можливості підвищення технологічних характеристик білкових наповнювачів. *М'ясний бізнес*, 11, 28—32.
- Плечищик, Е. Д., & Гончарова, Л. В. (2014). Пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) как источник широкого спектра биологически активных соединений. *Труды БГУ*, 4, 1-9.
- Поліщук, Г.Є., Бовкун, А.О., & Колесникова, С.С. (2009). *Технологія сиру*. К.: НУХТ.
- Протасова, Д. Г. (2001). Свойства козьего молока. *Молочная промышленность*, 8, 25–26.
- ISO 5562-1983. Прянощі. Куркума ціла і мелена (порошкоподібна). Технічні умови. Взято з <https://www.iso.org/standard/11632.html>.
- Резникова, Л.Г, Бельшева, Л.Л, & Педченко, Н.А. (2006) Сравнительная характеристика аминокислотного состава козьего, женского и коровьего молока. *Сборник трудов научной конференции «Здоровье и окружающая среда: сб. научн. тр.* 8, 403-406.

- Рыжкова, Т.Н., & Кигель, Н.Ф. (2015) Выбор молоксвертывающих ферментных (МФП) препаратов, пригодных для использования при производстве сыров и творога из козьего молока. *Научные труды SWorld*, 4 (41), 4-7.
- Рижкова, Т. (2017). *Розробка наукових основ ефективного використання козиного молока у біотехнологіях ферментованих білкових продуктів*. (Дис. доктора техн. наук). Національний технічний університет України, «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ.
- Рудакова, А.Ю. (2014) Анализ использования растительных компонентов в молочной промышленности. *Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения*, 11, 23-31.
- Рябченко, Н. О. (2008). Інновації в асортименті розсільних сирів. *Сучасні тенденції та проблеми інновацій виробництва товарів і надання послуг*, 89-93.
- Самченко О.Н., Чижикова О.Г., Коршенко Л.О., & Таршина Е.А. (2009). Новые аспекты применения пряностей семейства имбирных. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 36-37.
- Семко, Т.В. (2016). Перспективні напрямлення в виробництві кислотно-сичужних сирів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*, 2, 147-149.
- Симоненко, С.В., Лесь, Г.М., Хованова, И.В., Головач, Т.Н., Гавриленко, Н.В., Червяковський, Е.М., & Курченко, В.П. (2009). *Особенности состава козьего молока как компонента продуктов питания*. Минск: Белорусский государственный университет. Взято з <http://www.bio.bsu.by/proceedings/articles/2009-4-1-108-114.pdf>
- Симоненко, С.В., & Димитриева, С.Е. (2010). Повышение качества молока для детского питания. *Молочная промышленность*, 5, 23–24.

- Симонян, А. В., Саламатов, А. А., Покровская, Ю. С., & Аванесян, А. А. (2007). *Использование нингидриновой реакции для количественного определения α -аминокислот в различных объектах*. Волгоград: ВолГМУ.
- Сысоева, М.Г., Глотова, И.А., Аристова, А.В., Пронина, Е.А., Поленов, И.В., & Смольская, Л.Г. (2017). Обоснование и разработка технологии сырного продукта с применением муки амаранта. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*, 7, 64-72.
- Скрипніченко, Д. М., & Ткаченко, Н. А. (2016). Обґрунтування параметрів зберігання м'яких сирів з пробіотичними властивостями. *Технологический аудит и резервы производства*, 1, 76-81.
- Смагулова, М.Е., Махатова, А., Сарскулова, А., & Акимова, Т.Д. (2018) *Исследование особенностей технологии сыра из козьего молока с облепихой*. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Воронеж.
- Сорочан, О. О., Штеменко, Н. І., & Волочай, В. І. (2005) *Методи аналізу амінокислот*. Донецк: РВВ ДНУ.
- Степаненко, П. П. (2002). *Мікробіологія молока і молочних продуктів*. М: Ліра.
- Таран, В. Т. (2011). Якість молока кіз різних порід. *Наукові доповіді НУБіП України*, (7), 29.
- Таран, Т.В., & Скорик, К.О. (2011). Якість молока кіз різних порід. *Наукові доповіді НУБіП*, 7 (29).
- Тёпел, А, & Фльчаковской, С.А. (Ред.) (2012). *Химия и физика молока*. Спб.:Профессия.
- Трумен, Р. (2004). Маложирные сыры на рынке. *Сыроделие и маслоделие*, 5, 20.

- Трухачёв, В.И., Молочников, В.В., Орлова, Т.А., & Раманаускас, Р.И. (2009). *Концентраты белков молока: выделение и применение*. Ставрополь: АГРУС.
- Турчин, І.М., & Максимова, Д.О. (2018). Аналіз ринку м'яких та твердих сирів в Україні та за кордоном. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*, 20 (85), 46–50.
- Харитонов, В.Д. (2000). Проблемы и перспективы молочной промышленности XXI века. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 11, 16-18.
- Храмова, В.Н., Лисицын, А.Б., & Горлов, И.Ф. (2010). *Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции*. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ.
- Храмцов, А.Г, Вобликова, Т.В., Котова, В.Ю., & ИONOва, Н.О. (2015). Молоко коз, как дополнительный источник сырья для альтернативных технологий пищевых продуктов. *Вестник АПК Ставрополя*, 3(19), 82 – 88.
- Ющенко, Н.М., & Корольчук, І.М. (2019). Патент України 141359. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.
- Яковченко, Н.В., & Силантьева, Л.А. (2010). Получение мягких сычужных сыров из ультрафильтрационного концентрата молока с добавлением растительных наполнителей. *Известия вузов. Пищевая технология*, 5-6, 35-37.

ДОДАТОК А. Акт промислової апробації технології сирів м'яких з козиного молока з прянощами




соління нормалізованого молока, перемішування, пастеризація, фільтрування, охолодження до температури заквашування, заквашування, сквашування, розрізання сирного згустку та постановки сирного зерна, формування наливом, самопресування, фасування, пакування, маркування, зберігання.


Обрані прянощі додавали у подрібненому сухому вигляді (середній розмір частинок 0,2мм) в кількості $1 \pm 0,2\%$ маси нормалізованого молока, сіль вносять в кількості 0,55% від маси нормалізованого молока в резервуар, перед пастеризацією молока, суміш ретельно перемішують для рівномірного розподілу збагачуючими компонентами за всією масою молока. Витримують 30 хвилин, пастеризують, з подальшим фільтруванням за допомогою вакуумної фільтрувальної установки.

Отримано 100 кг сиру м'якого з козиного молока з прянощами.


Протокол дегустації м'якого сиру з прянощами додається.

Від ТОВ "ЗБС. Здоров'я-Безпека-Сучасність"

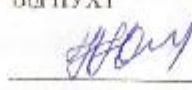
 Дяченко М.С.


 Хоренченко І.М.

 Значківська Г.І.

 Горошко В.В.

Від НУХТ

 Н.М.Ющенко

 І.М.Корольчук



ДОДАТОК Б. Протокол дегустації сирів м'яких з козиного молока з прянощами в виробничих умовах ТОВ "ЗБС. Здоров'я - Безпека - Сучасність"

ПРОТОКОЛ

дегустації сирів м'яких з козиного молока з прянощами, виготовлених на ТОВ "ЗБС Здоров'я-Безпека-Сучасність" відповідно до ДСТУ 7518:2014 "Сирів м'які з козиного молока, Загальні технічні умови"

ПРИСУТНІ:

- зі сторони ТОВ "ЗБС Здоров'я-Безпека-Сучасність" директор Дяченко М.С., операційний директор Хоренженко І.М., завідувач виробництвом Значківська Г.І., технолог Горонько В.В.
- зі сторони Національного університету харчових технологій (НУХТ) Ющенко П.М., к.т.н., доцент кафедри технології молока і молочних продуктів, Корольчук І.М. аспірант кафедри технології молока і молочних продуктів

СЛУХАЛИ: аспіранта кафедри технології молока і молочних продуктів НУХТ Корольчук І.М., про особливості удосконалення технології сирів м'яких з козиного молока з прянощами, що виготовляються згідно з ДСТУ 7518:2014.

На дегустацію було представлено зразки нових видів сирів м'яких з козиного молока з прянощами.

Таблиця

Органолептичні показники сирів м'яких з козиного молока з прянощами

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд та консистенція	Однорідна, ніжна, щільна
Смак та запах	Чистий, кисломолочний, солонуватий, з декраво вираженням присмаком та запахом внесених прянощів
Колір	Рівномірний по всій масі, обумовлений кольором внесених прянощів

УХВАЛИЛИ:

1. Нові види сирів м'яких з козиного молока з прянощами згідно ДСТУ 7518:2014, що характеризуються оригінальними органолептичними показниками, мають технологічний ефект та відповідають нормативним вимогам.
2. Вважати за доцільне рекомендувати до широкого впровадження нові види сирів м'яких з козиного молока з прянощами, розроблені науковцями Національного університету харчових технологій.

Члени дегустаційної комісії:

Директор ТОВ "ЗБС. Здоров'я-
Безпека-Сучасність"

Дяченко М.С.

Операційний директор

Хоруженко І.М.

Завідувач виробництвом

Значківська Г.І.

Технолог

Горошко В.В.

Доцент кафедри технології
молока і молочних продуктів

Ющенко Н.М.

Аспірант кафедри технології
молока і молочних продуктів

Корольчук І.М.



ДОДАТОК В. Протокол мікробіологічних досліджень сирів м'яких з козиного молока з прянощами

Результати мікробіологічних досліджень сирів м'яких з козиного молока з прянощами

Випробування проведені баклабораторією ТОВ "ЗБС, Здоров'я-Безпека-Сучасність". Дані наведені в таблиці.

Таблиця - Мікробіологічні показники сирів м'яких з козиного молока з прянощами під час терміну зберігання

Назва показника	Зберігання, днів	Норматив	М'який сир на основі козиного молока (контроль)	М'який сир на основі козиного молока з прянощами
Бактерії групи кишкової палички (колиформи) в 0,01 г сиру	-	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	-	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	-	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	-	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії групи кишкової палички (колиформи) в 0,01 г сиру	5	Не дозволено	Не виявлено	-
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	5	Не дозволено	Не виявлено	-
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	5	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	-
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	5	Не дозволено	Не виявлено	-

Бактерії групи кишкової палички (колиформи) в 0,01 г сиру	10	Не дозволено	Не виявлено	-
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	Не виявлено	-
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	10	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	-
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	Не виявлено	-
Бактерії групи кишкової палички (колиформи) в 0,01 г сиру	10	Не дозволено	-	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	-	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	10	$5,0 \cdot 10^{-2}$	-	$5,0 \cdot 10^{-2}$
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	10	Не дозволено	-	Не виявлено
Бактерії групи кишкової палички (колиформи) в 0,01 г сиру	20	Не дозволено	-	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г сиру	20	Не дозволено	-	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г сиру, не більше ніж	20	$5,0 \cdot 10^{-2}$	-	$5,0 \cdot 10^{-2}$
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г сиру	20	Не дозволено	-	Не виявлено

Завідувач виробництвом



Значківська Г.І.

Додаток Г

Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Kochubei-Lytvynenko, O., Korolchuk, I., Yushchenko, N., Kuzmyk, U., Frolova, N., Pasichny, V., & Mykoliv, I. (2019), Perspective the use of goat milk in the production of soft milk cheeses. *Ukrainian Journal of Food Science*, 250-263. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus, EBSCO host, Google Scholar* та ін)

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, теоретичне обґрунтування можливості включення прянощів до складу м'яких сирів підготовка матеріалів до друку.

3. Корольчук, І. М., Ющенко, Н. М., Кочубей-Литвиненко, О. В., & Кузьмик, У. Г. (2021) Вивчення впливу прянощів на ступінь використання білка в технології м'яких сирів з козиного молока, *Наукові праці НУХТ 2021*, 27 (2), 187-196.

*Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus, EBSCO host, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar*.*

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, обґрунтування доцільності використання прянощів в технології м'яких сирів на основі козиного молока, визначено біологічну цінність та амінокислотний склад нових видів м'яких сирів, підготовка матеріалів до друку.

Стаття у закордонному науковому фаховому виданні (Словаччина)

3. Frolova, N., Yushchenko, N., Korolchuk, I., & Korablova, O. (2019), Prospects of using spices in technology soft-ripened goat cheese, *Agr.bio.div. Impr. Nut., Health Life Qual.*, 212–223. (Закордонне фахове видання)

Особистий внесок: підготовка дослідних зразків, визначено технологічні параметри підготовки внесення прянощів, дослідження впливу доданих прянощів на фізико-хімічні властивості молока та сироватки, визначення вологоутримуючої здатності видів м'яких сирів, підготовка матеріалів до друку.

Патент України на корисну модель

Корольчук, І.М. & Ющенко, Н.М. (2019). Патент України 141359. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

Особистий внесок: проведення літературного і патентного пошуку, порівняння та аналіз існуючих технологій, складання опису, формули винаходу та оформлення заявки на патент.

Список публікацій здобувача, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Корольчук, І., & Ющенко, Н. (2018). *Перспективність використання козячого молока для промислового виробництва м'яких сирів*. Матеріали 84 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті". Київ: НУХТ.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, дослідження сегменту українського ринку сирів, виявлення попиту українських споживачів, обґрунтування використання козиного молока в технології сирів м'яких, підготовка матеріалів до друку.

6. Корольчук, І., Ющенко, Н., & Кузьмик, У., (2019). *Перспективність використання прянощів у технології м'яких сирів з козячого молока*. Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій. Київ: НУХТ.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, щодо перспектив використання прянощів у технології сирів м'яких з козиного молока, літературне дослідження хімічного складу прянощів, підготовка матеріалів до друку.

7. Корольчук, І., Кочубей-Литвиненко, О.В., Ющенко, Н.М., Фролова, Н.П., & Кузьмик, У.Г. (2019) Удосконалення технології сирів м'яких козячих з куркумою та гуньбою сінною. Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції». Київ: НУХТ.

Особистий внесок: дослідження впливу доданих прянощів на смако-ароматичні, технологічні та фізико-хімічні властивості нових видів сирів м'яких, підготовка матеріалів до друку.

8. Корольчук, І., Ющенко, Н., & Кузьмик, У. (2020). Особливості вибору заквашувальних та ферментних препаратів при виробництві м'яких сирів з козиного молока. Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті". Київ: НУХТ.

Особистий внесок: підбір ферментних препаратів та заквашувальних культур для використання в технології м'яких сирів на основі козиного молока, підготовка матеріалів до друку.

9. Корольчук, І., Ющенко, Н., Кузьмик, У. (2021). Обоснование выбора заквасочного препарата для производства мягких сыров на основе козьего молока. Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Т38 XII Международной науч. конф. студентов и аспирантов. Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». Могилев: МГУП.

Особистий внесок: підбір заквашувальних культур для використання в технології м'яких сирів на основі козиного молока, підготовка матеріалів до друку.