

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ПШЕНИЧНА ТЕТЯНА ВОЛОДИМИРІВНА



УДК 637.334.2

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ
МОЛОКА НА КОНЦЕНТРАТИ БІЛКОВО-ЯГІДНІ**

05.18.04. – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі технології молока і молочних продуктів Національного університету харчових технологій Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Грек Олена Вікторівна,
Національний університет харчових технологій
МОН України,
доцент кафедри технології молока і молочних продуктів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Баль-Прилипко Лариса Вацлавівна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України МОН України,
декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК

кандидат технічних наук, доцент
Гребельник Оксана Петрівна,
Білоцерківський національний аграрний університет МОН України,
доцент кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва

Захист відбудеться «04» грудня 2019 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, корпус А, аудиторія А-310.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «31» жовтня 2019 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доц.



Н.М. Ющенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Тенденції розширення асортименту сиркових виробів спрямовані на створення збалансованої за харчовою та біологічною цінністю продукції. Перспективним напрямком є розроблення інноваційних технологій, що передбачають комплексне використання білків молока, збільшення виходу молочно-білкових концентратів та повне перероблення сироватки. Реалізація цих заходів досягається сучасним підходом до використання рослинної, в тому числі ягідної, сировини в якості функціонально-технологічних інгредієнтів при виробництві молочних продуктів. Молочно-білкові згустки отримують за допомогою кислотного, кислотного-сичужного, термокальцієвого та термокислотного способів осадження білків молока. Ступінь вилучення білків при термокислотній коагуляції складає до 95...97 %, у той час як при кислотній близько 90 %, а при сичужній – 85 %. Саме термокислотне осадження, засноване на одночасній коагуляції казеїну і сироваткових білків молока під дією органічних кислот та високої температури забезпечує утворення згустку з максимальним вмістом білку і підвищеною біологічною цінністю. Спосіб заснований на властивості казеїну осідати в ізоелектричній точці за активної кислотності 4,6...4,7, яка досягається шляхом молочнокислого бродіння – за класичною технологією або штучного підкислення – додавання кислої сироватки (вище 150 °Т) чи харчових кислот (соляної, оцтової, молочної, рідше лимонної).

Відомі технології, де ягідну сировину, яка є джерелом вітамінів, мінеральних речовин і вуглеводів застосовують як наповнювач у виробництві сиркових виробів. Використання органічних кислот ягід, оброблених різними способами, в якості коагулянту для максимального осадження білків молока є актуальним, але недостатньо вивченим напрямком. Результатом проведення даної технологічної операції є концентрати білково-ягідні та сироватка забарвлена. Використання забарвлених продуктів в якості основи для різних молочних виробів забезпечить відповідні показники якості і вилучить харчові барвники та ароматизатори штучного походження. Реалізація технології направлена на комплексне перероблення молока.

Використані методологічні підходи викладені у працях вітчизняних і закордонних вчених В.А. Гніщевич, Л.Г. Дейниченко, О.В. Кольтюгіної, М.П. Щетиніна, S.G. Anema, D.G. Libouga, Dely R. Chávez-Garay та ін.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно тематик держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри технології молока і молочних продуктів НУХТ: «Розроблення ресурсозберігаючих технологій молочних продуктів профілактичної дії» (номер держреєстрації 0112U005376) та «Формування якості і безпеки молочних і молоковмісних продуктів з натуральними компонентами» (номер держреєстрації 0117U004398).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розроблення технології комплексного перероблення молока на концентрати білково-ягідні із застосуванням термокислотного осадження білків коагулянтном ягідним та використання сироватки забарвленої на напої.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні взаємопов'язані завдання:

- обґрунтувати вибір ягідної сировини для застосування в якості коагулянту при термокислотному осадженні білків молока;
- визначити спосіб оброблення ягід для забезпечення відповідних мікробіологічних та сталих якісних показників концентратів білково-ягідних;
- раціоналізувати технологічні параметри отримання концентратів білково-ягідних та визначити кількість коагулянту для ефективного процесу термокислотного осадження максимальної кількості білків молока;
- дослідити вплив органічних кислот коагулянту ягідного на органолептичні, структурно-механічні показники та визначити форми зв'язку вологи у концентратах білково-ягідних;
- обґрунтувати технологію концентратів білково-ягідних, отриманих термокислотним осадженням білків молока, як основи для сиркових виробів з підвищеною біологічною цінністю та дослідити зміни їх фізико-хімічних і мікробіологічних показників під час зберігання;
- визначити напрями перероблення сироватки забарвленої на напої з врахуванням кольоровості, каламутності та вмісту поліфенольних сполук;
- розробити нормативну документацію на концентрати білково-ягідні та напої із сироватки забарвленої, а також провести апробацію технологій у промислових умовах.

Об'єкт дослідження – технологія перероблення молока на концентрати білково-ягідні з використанням сироватки забарвленої на напої.

Предмет дослідження – молоко незбиране, заморожені ягоди чорної смородини, паста чорносмородинова (ТУ У 15.3-24110704-003:2011), параметри процесу термокислотного осадження білків молока, органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні та мікробіологічні показники концентратів білково-ягідних, а також показники якості напою з сироваткою забарвленою.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, а саме: органолептичні, фізико-хімічні (активна кислотність, вологоутримуюча здатність, форми зв'язку вологи, вміст сухих речовин, білку, вітаміну С), інструментальні (реологічні характеристики, амінокислотний і поліфенольний склад, кольоровість та каламутність), мікробіологічні (кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички, дріжджів та плісняви), математичні (статистична обробка експериментальних результатів, оптимізація параметрів термокислотного осадження).

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше встановлено суттєве збільшення вмісту міцнозв'язаної вологи у концентратах білково-ягідних отриманих термокислотним осадженням білків молока за рахунок властивості високомолекулярних вуглеводів коагулянту ягідного утворювати додаткові структури. Доведена наявність безпосередніх фазових контактів зчеплення часток – казеїнаткальційфосфатного комплексу та складових вищезазначеного коагулянту (харчових волокон, пектину та ін.).

Визначено збільшення вмісту вільних амінокислот на 30,80 % та зв'язаних на 18,57 % у концентратах білково-ягідних та доведено підвищення їх біологічної цінності, порівняно з концентратом молочно-білковим, отриманим за класичною технологією – із застосуванням сироватки з кислотністю 160 °Т за рахунок одночасного коагулювання казеїну та максимальної кількості сироваткових білків.

Методом високоефективної рідинної хроматографії науково-обґрунтовано ступінь переходу поліфенольних сполук та антоціанів пасти чорносмородиної у концентрати білково-ягідні та сироватку забарвлену з врахуванням кореляції втрати маси згустку під час проведення технологічних операцій.

Вперше доведено позитивний вплив концентрату молочного білка Promilk 702 В для регулювання синергетичних властивостей ферментованого напою на основі знежиреного молока з максимальною заміною на сироватку забарвлену.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено критерії вибору ягідної сировини в якості коагулянту для термокислотного осадження білків молока, які включають в себе функціонально-технологічні властивості ягід, регіональну доступність та промислові методи оброблення. Доведено можливість використання виготовленої в промислових умовах спеціально обробленої пасти чорносмородиної зі сталими показниками, як коагулянту при термокислотному осадженні білків молока, що підвищує вихід концентратів білково-ягідних.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень представлено технологію комплексного перероблення молока на концентрати білково-ягідні. Розроблено нормативні документації: «Молочний білково-ягідний виріб» (ТУ У 15.5-02070938235:2017) і «Напої із сироватки забарвленої» (ТУ У 15.5-02070938234:2017). Отримано патенти України на винахід (№ 115213, № 117439) та на корисну модель (№ 116561 і № 123418). Технологію концентратів білково-ягідних та напоїв із сироватки забарвленої апробовано у виробничих умовах ТОВ «Літинський молокозавод», що підтверджується актами виробничої перевірки. Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедри технології молока і молочних продуктів НУХТ.

Соціально-економічне значення наукової розробки полягає в комплексному переробленні молока на концентрати білково-ягідні та сироватку забарвлену, для подальшого їх використання в рецептурах сучасних сиркових виробів та напоїв з виключенням штучних барвників та ароматизаторів, що відповідає концепції здорового харчування.

Особистий внесок здобувача. Підбір, систематизацію та аналіз літературних даних за темою дисертаційної роботи, планування та проведення експериментальних досліджень, моделювання технологічних процесів, обробку та узагальнення отриманих результатів, підготовку матеріалів до публікації, оформлення патентів, розроблення нормативної документації, а також перевірку технології у виробничих умовах здійснено дисертантом особисто за методичної та наукової допомоги наукового керівника к.т.н, доц. Грек О.В.

Експериментальну частину роботи виконано на кафедрах технології молока і молочних продуктів та технології м'яса і м'ясних продуктів НУХТ.

Визначення амінокислотного складу концентратів білково-ягідних проводили в лабораторії аналітичних досліджень та якості харчової продукції ІПР НААН, форм зв'язків вологи відповідно в ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАНУ. Дослідження концентратів за показниками безпечності здійснювали в лабораторії ДЗО «Одеський інститут післядипломної освіти НУХТ». Визначення оптичної густини сироватки забарвленої проведено в лабораторії кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів НУБП, а поліфенольного складу в ОНДІС. Особистий внесок дисертанта підтверджується представленими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на: 82-84 Наукових конференціях молодих вчених, аспірантів та студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, НУХТ, 2016-2018 рр.), V Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті Євроінтеграції» (Київ, НУХТ, 2016 р.), XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (Барнаул, АГТУ им. И.И. Ползунова, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (Харків, ХДУХТ, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції» (Вінниця, ВНАУ, 2017 р.), VII Міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (Київ, НУХТ, 2018 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 18 наукових праць, у тому числі 6 статей: 4 статті у спеціалізованих фахових виданнях, 2 – у міжнародних, 8 тез доповідей у збірниках матеріалів всеукраїнських та міжнародних наукових, науково-практичних і науково-технічних конференцій, отримано 4 патенти України, з них 2 на винахід.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 151 сторінці друкованого тексту. Робота складається з анотації змісту, переліку умовних позначень, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел (222 найменування на 23 сторінках) та 8 додатків (37 сторінок). Дисертацію ілюстровано 32 рисунками, 22 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обгрунтовано актуальність дисертаційної роботи, зв'язок з науковими програмами, визначено мету і завдання досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок автора та апробацію.

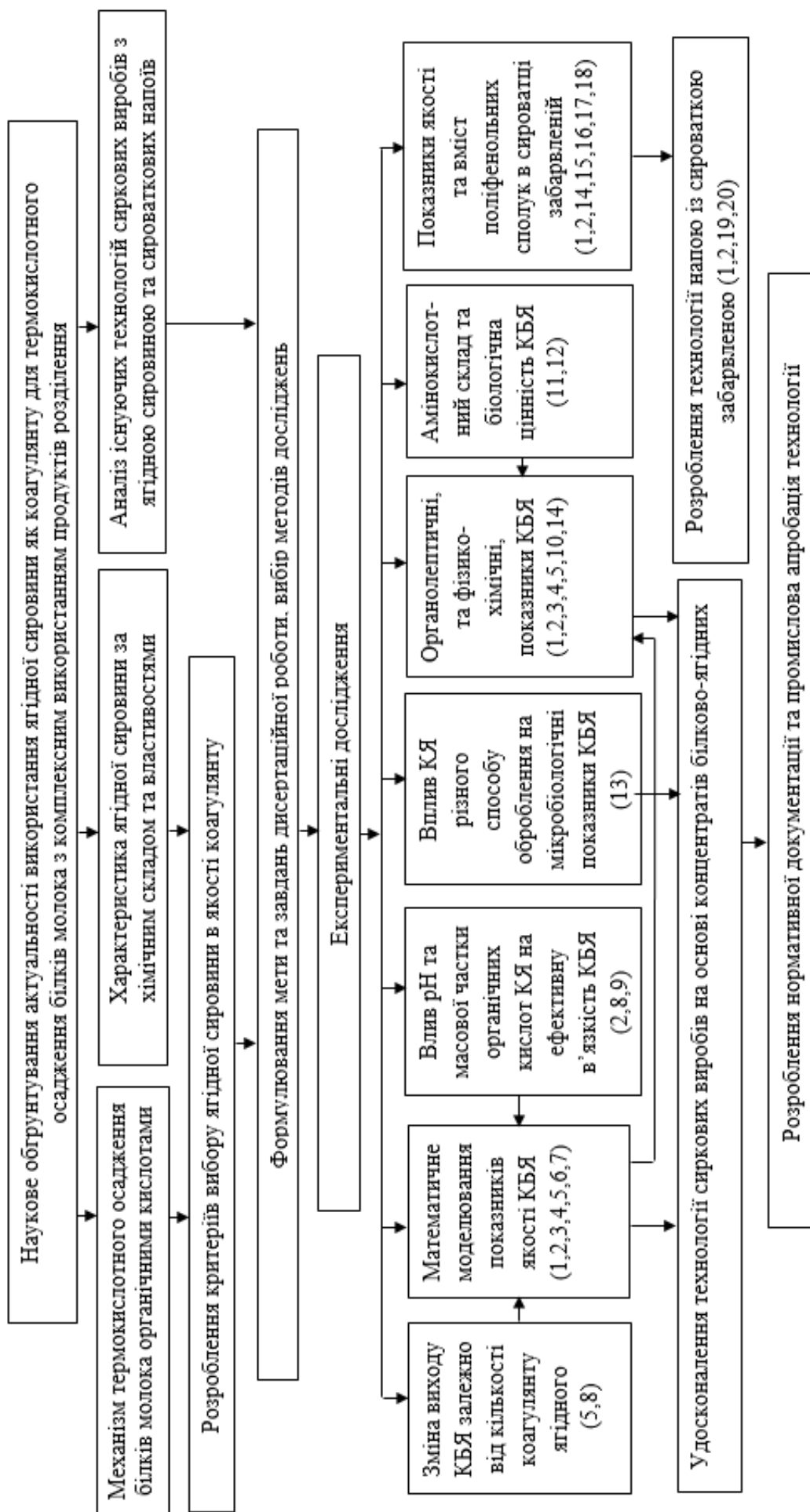
У **першому розділі** «Стан і перспективи використання ягідної сировини для осадження білків молока» представлено результати аналітичного огляду науково-технічної літератури за тематикою дисертаційної роботи, зокрема,

наведено механізм термокислотної коагуляції білків молока, інновації в технологіях отримання білково-рослинних згустків та їх використання в рецептурах молочних продуктів. Розглянуто властивості та промислові способи оброблення вітчизняної ягідної сировини. Сформульовано підходи до розроблення критеріїв вибору ягід в якості коагулянту для термокислотного осадження білків молока. Представлено порівняльний хімічний склад (в тому числі за вмістом органічних кислот, вітаміну С, поліфенольних сполук), враховано значення активної кислотності, регіональну доступність, та існуючі методи попереднього оброблення різних ягідних культур. Проаналізовано сучасний асортимент та технології сиркових виробів із ягідною сировиною та сироваткових напоїв штучно забарвлених. На основі викладених в розділі відомостей сформульовано висновки та конкретизовано основні завдання досліджень, обрано можливі шляхи їх вирішення.

У другому розділі «Організація, методологія та методи проведення дослідження» охарактеризовано об'єкти і методи експериментальних досліджень, наведено схему їх проведення (рис. 1). Органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники концентратів білково-ягідних визначали за стандартними методами. Структурно-механічні характеристики концентратів білково-ягідних вимірювали на ротаційному віскозиметрі «Reotest-II», форми зв'язку вологи – методом диференціально-термічного аналізу з використанням дериватографа системи Паулік-Ердей Q-1000. Дослідження амінокислотного складу концентратів білково-ягідних проводили методом рідинної хроматографії на аналізаторі LC 3000 «Eppendorf- Biotronic». Оптичну густину сироватки забарвленої визначали колориметричним методом на спектрофотометрі Helios Omega, вміст поліфенольних сполук – методом високоефективної рідинної хроматографії з допомогою системи Prominence LC-20 Shimadzu.

Точність отриманих результатів забезпечувалася трьох-п'ятикратною повторюваністю дослідів. Графічне представлення експериментальних даних здійснено за допомогою програм Microsoft Excel 2016, Компас 3D V12, CorelDRAW.

У третьому розділі «Обґрунтування термокислотного осадження білків молока коагулянтами ягідними» розроблено критерії вибору ягідної сировини, на підставі яких обрано коагулянт для термокислотного осадження білків молока – регіонально доступні ягоди чорної смородини різного способу оброблення – дефростовані подрібнені та у вигляді гомогенізованої пасти виготовленої із застосуванням кавітаційного оброблення за режимів $P = 0,2$ МПа, $t = 88$ °С, $\tau = 8$ хв. Паста має сталі показники (рН – $2,8 \pm 0,1$) та містить (3,0...3,2) % органічних кислот, (170...200) мг% вітаміну С. За хімічним складом та з врахуванням способу попереднього оброблення спрогнозовано властивості пасти чорносмородиної (ПЧ) при осадженні білків та визначено вплив на вихід і масову частку вологи концентратів білково-ягідних (КБЯ). В дослідженнях використовувалися класичні режими термокислотного коагулювання (температура 90...92 °С, витримка 5 хв) білків з молока (рН 6,6...6,7). Кількість коагулянту ягідного (КЯ) для осадження становила від 3 %



1. Органолептичні показники. 2. Активна кислотність. 3. Вміст вологи. 4. Вологоутримуюча здатність. 5. Маса. 6. Температура коагуляції. 7. Витримка. 8. Вміст органічних кислот. 9. Ефективна в'язкість. 10. Форми зв'язку вологи. 11. Амінокислотний склад білків. 12. Біологічна цінність. 13. Мікробіологічні показники. 14. Вміст вітаміну С. 15. Ступінь кольоровості та каламутності. 16. Вміст сухих речовин. 17. Вміст білку. 18. Поліфенольний склад. 19. Динамічна в'язкість. 20. Синеретична здатність.

Рисунок 1 – Схема проведення досліджень

до 13 % з кроком варіювання 2 %, що в різній мірі змінювало активну кислотність молочно-ягідної суміші для забезпечення зрівноваженого ізоелектричного стану казеїну на рівні рН (4,1...4,5) у всьому об'ємі і призводило до активного коагулювання. Тепловий поріг термокислотного осадження сироваткових білків (α -лактальбуміну і β -лактоглобуліну) знаходився в інтервалі (55...65) °С та характеризувався агломерацією глобул білків. Видима ж коагуляція спостерігалася за температури (75 \pm 1) °С і супроводжувалася утворенням пластівців. КБЯ отримані з використанням вищезазначеної кількості ПЧ, зображені на рис. 2. Зразки мали світло-фіолетовий, рівномірний колір, відчутний смак і аромат коагулянту ягідного та ніжну, помірно мастку консистенцію з поодинокими вclusions ягідних оболонок, за виключенням зразка, що містив 13 % КЯ та характеризувався занадто вираженим фіолетовим кольором та кислуватим смаком.

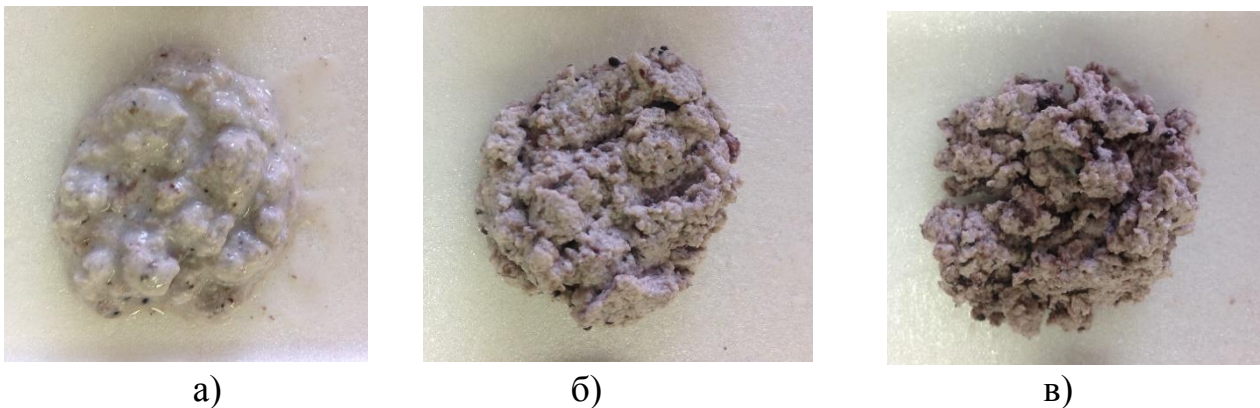


Рисунок 2 – КБЯ отримані термокислотним осадженням білків молока коагулянтом ягідним в кількості, %: а) 3; б) 7; в) 11

Досліджено вихід та зміну масової частки води КБЯ від кількості коагулянту ягідного (рис. 3). Вихід КБЯ за однакових умов проведення процесу термокислотного осадження відкореговано в залежності від кількості сухих речовин КЯ. Зі зміною кількості внесення ПЧ від 3 % до 11 % –



Рисунок 3 – Вихід та зміна масової частки води концентратів білково-ягідних від кількості коагулянту ягідного

збільшення виходу КБЯ становить від 5 % до 40 %, а масова частка води навпаки знижується від 73,4 % до 67,1 %. В цілому процес характеризується підвищенням ступеня переходу казеїну та максимальної кількості сироваткових білків в концентраті, що доведено збільшенням загальної кількості амінокислот на 25,2 % порівняно з концентратом молочно-

білковим (КМБ) отриманим за традиційною технологією (температура коагуляції 90 ± 1 °С, коагулянт – сироватка з кислотністю 160 °Т). Відзначено, що додавання 13 % КЯ не мало суттєвого впливу на збільшення виходу. Різниця величин знаходилася в діапазоні похибки, а концентрат характеризувався занадто вираженими (ягідними) органолептичними показниками. Тому для подальших досліджень обрано кількість внесення коагулянту ягідного на рівні від 3 % до 11 %.

Досліджено вплив КЯ різного способу оброблення, а саме дефростованих ягід та спеціально оброблених, на мікробіологічні показники КБЯ. Концентрат, отриманий термокислотним осадженням білків молока пастою з дефростованих ягід смородини в кількості 7 %, містив $18 \cdot 10^2$ КУО пліснявих грибів в 1 г. В разі використання спеціально обробленої ПЧ для осадження за температури 75 ± 1 °С, вищезазначені показники для КБЯ не перевищували нормативні значення для КМБ. При дослідженні ягідної сировини встановлено забруднення дефростованих ягід чорної смородини за показниками КУО МАФАНМ на рівні $45 \cdot 10^2$ в 1 г, КУО пліснявими грибами – $27 \cdot 10^3$ в 1 г. Результати підтверджують доцільність використання в якості коагулянту ПЧ, яка пройшла спеціальну обробку і має відповідні сталі показники безпечності, що важливо для промислової реалізації технології.

На наступному етапі було раціоналізовано технологічні параметри отримання КБЯ. Досліджено вплив кількості (X_1) та активної кислотності КЯ (X_2), а також тривалості термокислотного осадження білків молока (X_3) на вихід КБЯ (Y_1), їх активну кислотність (Y_2), масову частку вологи (Y_3), та вологоутримуючу здатність (Y_4). Методом математичного моделювання – Бокса-Уілсона на кубі отримано адекватні рівняння регресії:

$$Y_1 \text{ (м)} = 25,000 + 6,250 \cdot X_1 + 3,500 \cdot X_1^2 + 27,000 \cdot X_2 + 3,500 \cdot X_2^2 - 13,600 \cdot X_3 - 3,500 \cdot X_3^2 + 7,750 \cdot X_1 \cdot X_2 + 13,500 \cdot X_1 \cdot X_3 + 12,250 \cdot X_2 \cdot X_3, F_r = 0,187;$$

$$Y_2 \text{ (рН)} = 5,229 - 0,309 \cdot X_1 - 0,0492 \cdot X_2 - 0,066 \cdot X_1 \cdot X_2, F_r = 1,105;$$

$$Y_3 \text{ (w)} = 70,254 - 0,647 \cdot X_1 - 0,379 \cdot X_1^2 - 0,863 \cdot X_2 - 0,379 \cdot X_2^2 - 0,401 \cdot X_3 + 0,378 \cdot X_3^2 + 0,825 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,557 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,096 \cdot X_2 \cdot X_3, F_r = 0,031;$$

$$Y_4 \text{ (вУЗ)} = 43,383 + 2,552 \cdot X_1 + 3,182 \cdot X_1^2 - 7,349 \cdot X_2 + 3,187 \cdot X_2^2 + 5,278 \cdot X_3 - 3,187 \cdot X_3^2 + 1,964 \cdot X_1 \cdot X_2 - 8,414 \cdot X_1 \cdot X_3 - 2,504 \cdot X_2 \cdot X_3, F_r = 0,001;$$

Графічна інтерпретація (поверхні відгуку) якісних показників концентратів білково-ягідних залежно від технологічних параметрів термокислотного осадження за температури проведення процесу 75 ± 1 °С представлена на рис. 4.

Отримані результати дають можливість регулювати якісні показники КБЯ в залежності від подальшого їх використання в рецептурах сиркових виробів з регульованою масовою часткою вологи, вологоутримуючою здатністю та активною кислотністю.

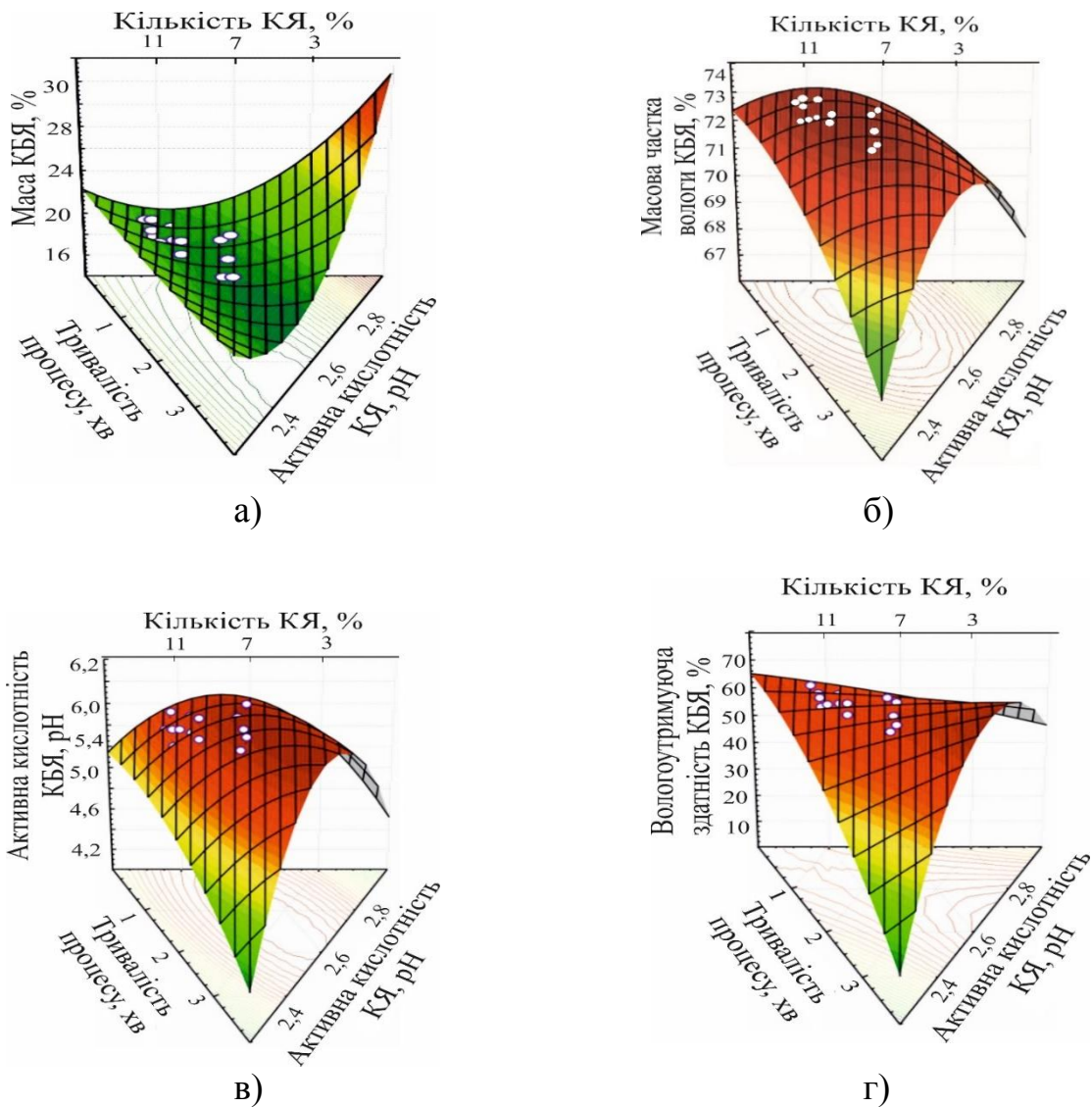


Рисунок 4 – Поверхні відгуку виходу концентратів білково-ягідних (а), масової частки вологи (б), активної кислотності (в), вологоутримуючої здатності (г) залежно від параметрів термокислотного осадження білків молока

У четвертому розділі «Дослідження показників якості і біологічної цінності концентратів білково-ягідних та характеристика сироватки забарвленої» не тільки представлено результати вимірювання вмісту органічних кислот в пасті чорносмородиновій, що становить 3,0...3,2 %, а й доведено вплив активної кислотності та кількості вищезазначених кислот спеціально обробленого КЯ на ефективну в'язкість КБЯ. Встановлено, що КМБ та КБЯ за структурою є псевдопластичними, в діапазоні швидкостей зсуву від $0,55 \text{ с}^{-1}$ до 15 с^{-1} течуть як аномальні в'язкі рідини. Ефективна в'язкість КБЯ за одних і тих же умов зростає від 1,24 до 3,7 МПа·с зі збільшенням кількості внесення КЯ від 3 % до 11 %, та зміною активної кислотності КЯ від 2,8 до 2,4. Ймовірно, це пов'язано із трансформацією просторової структури, яка утворюється в результаті безпосередніх контактів зчеплення часток утвореної фази – казеїнаткальційфосфатного комплексу та вуглеводних складових коагулянту ягідного. Це спричиняє зниження масової частки вологи КБЯ від

73,4 % до 67,1 %. Результати структурно-механічних характеристик КБЯ підтверджують можливість їх оброблення на існуючому обладнанні.

Досліджено форми зв'язків вологи у КБЯ методом диференціально-термічного аналізу. Кількість зв'язаної вологи зразків КБЯ становить 33,65 %, що на 36,07 % вище ніж в КМБ (контроль). Такі результати є підтвердженням наявності зв'язків між пектинами, харчовими волокнами та білками сироватки з утворенням міцних комплексів. З практичної точки зору дослідження обґрунтовує використання ПЧ під час термокислотної коагуляції білків молока для зв'язування вільної вологи та запобігання синерезису.

Для встановлення біологічної цінності було визначено амінокислотний склад КБЯ методом високоефективної рідинної хроматографії та здійснено порівняння з КМБ. В таблиці 1 представлено вміст вільних та зв'язаних амінокислот у різних концентратах.

Таблиця 1 – Вміст вільних та зв'язаних амінокислот у концентратах молочно-білкових та білково-ягідних (n=3, p<0,05)

Найменування амінокислоти		Вміст амінокислот у концентратах, г / 100 г			
		молочно-білкових		білково-ягідних	
		вільних	зв'язаних	вільних	зв'язаних
Незамінні амінокислоти:					
1	Валін	0,055±0,002	1,020±0,030	0,184±0,006	1,15±0,034
2	Ізолейцин	0,041±0,002	0,939±0,037	0,187±0,007	0,840±0,034
3	Лейцин	0,635±0,019	1,732±0,052	0,164±0,005	1,507±0,045
4	Лізин	0,536±0,027	1,422±0,071	0,922±0,046	1,246±0,062
5	Метіонін	1,046±0,042	-	2,145±0,043	-
6	Треонін	0,049±0,002	0,761±0,023	0,382±0,011	0,644±0,019
7	Триптофан	0,201±0,010	0,177±0,007	0,296±0,008	0,156±0,005
8	Фенілаланін	0,193±0,0078	0,766±0,031	0,603±0,018	0,666±0,020
Всього		2,76±0,110	6,82±0,205	5,88±0,235	6,21±0,186
Замінні амінокислоти:					
9	Аланін	0,305±0,006	0,569±0,011	0,301±0,006	0,499±0,010
10	Аргінін	0,506±0,015	0,727±0,022	0,646±0,019	0,759±0,023
11	Аспарагінова кислота	0,077±0,002	1,287±0,026	0,360±0,007	1,132±0,023
12	Гістидин	2,909±0,116	1,054±0,042	2,362±0,094	0,905±0,036
13	Гліцин	0,068±0,002	0,333±0,013	0,143±0,006	0,314±0,013
14	Глютамінова кислота	0,966±0,019	0,868±0,017	2,843±0,057	3,007±0,060
15	Пролін	1,390±0,070	1,464±0,073	1,397±0,070	1,365±0,068
16	Серин	0,107±0,001	0,868±0,009	0,430±0,004	0,747±0,007
17	Тирозин	0,049±0,001	0,367±0,007	0,259±0,005	0,209±0,004
18	Цистин	0,603±0,012	-	0,389±0,008	-
Всього		6,98±0,188	7,54±0,204	9,13±0,247	8,94±0,241
Загальна кількість амінокислот		9,74±0,292	14,35±0,430	15,01±0,450	15,15±0,454

Згідно результатів, загальний вміст амінокислот в КБЯ збільшився на 25,2 % порівняно з контролем, що характеризується підвищенням ступеня переходу казеїну та максимальної кількості сироваткових білків у концентраті, як результат дії органічних кислот ПЧ при термокислотному осадженні. Загалом у концентратах ідентифіковано 18 вільних, а також 16 зв'язаних амінокислот, виявлено всі незамінні амінокислоти (НАК). Важливим є той факт, що концентрати білково-ягідні містять 49,77 % амінокислот у вільному стані, серед них вміст незамінних амінокислот складає 39,14 %. Отримані закономірності свідчать про те, що КБЯ мають більш легкозасвоювану форму, ніж класичний КМБ, отриманий термокислотним осадженням білків молока сироваткою з кислотністю 160 °Т.

Згідно розрахунку амінокислотного скору, першою лімітуючою амінокислотою КМБ та КБЯ на рівні 84,06 % та 85,05 % відповідно є треонін, що використовується на анаболітичні потреби організму. Для оцінки ступеня використання білку було розраховано коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС). КБЯ мають цей показник нижче контролю на 15,92 %, а амінокислоти при цьому засвоюються більш повно за рахунок збалансованості НАК. Це підтверджено коефіцієнтом утилітарності, який для КБЯ зростає на 6,83 %. Біологічна цінність КБЯ становить 64,42 %, що на 6,74 % вище цього показника для КМБ. Крім того коефіцієнт раціональності амінокислотного складу КБЯ становить 0,864, що на 5,49 % вище контролю.

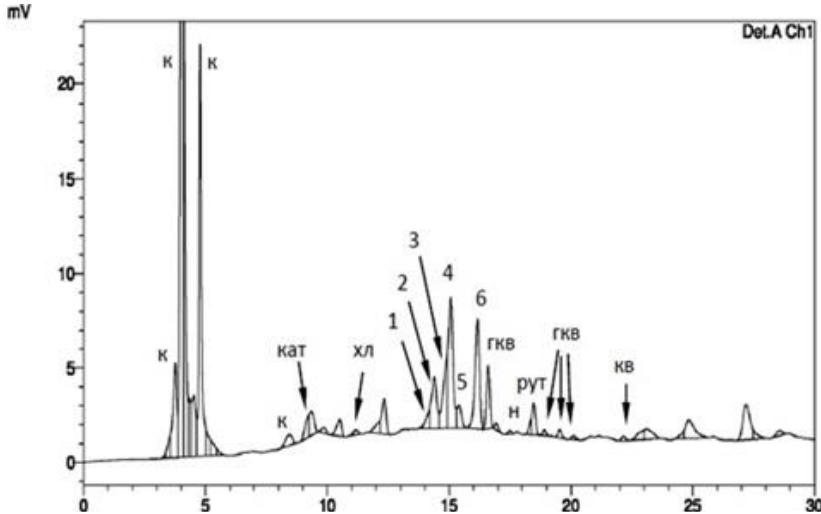
В результаті термокислотного осадження білків молока ягідним коагулянтотом отримували сироватку з наступними показниками, %: сухих речовин (7,7...9,6) в тому числі білку – (0,7...1,3), яка мала фіолетове забарвлення та наявну каламутність. Для досліджень сироватки забарвленої використано адаптовану методику визначення показників у безалкогольних і алкогольних напоях, засновану на вимірюванні оптичної густини та порівнянні з відповідними стандартами: забарвленими розчинами для кольоровості і суспензіями – каламутності. Отримані результати представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Показники активної кислотності та оптичної густини сироватки забарвленої (n=3, p≤0,05)

Кількість коагулянту ягідного при термокислотному осадженні білків молока, %	Сироватка забарвлена		
	Активна кислотність, рН	Оптична густина, Дк, ум.од.	Оптична густина після фільтрування, Д, ум.од.
3	5,6±0,112	1,877±0,037	1,065±0,021
5	5,35±0,161	1,853±0,056	1,147±0,034
7	5,2±0,156	1,515±0,045	1,169±0,023
9	5,15±0,103	1,502±0,031	1,229±0,036
11	5,0±0,15	1,466±0,044	1,259±0,025
Контроль*	5,2±0,104	1,511±0,045	1,204±0,024

*Напій сироватковий забарвлений «Актуаль» (зі смаком кавун-диня) виробника ТОВ «Данон Дніпро» (ТУ У 15.5 – 31489175 – 004:2007).

Оптична густина зразків при визначенні каламутності та кольоровості сироватки коливалася в межах 1,51...1,87 ум. од. та 1,06...1,26 відповідно. Майже всі ці значення мають відхилення від контролю до 5 %. Зразки молочної сироватки мали відтінки фіолетового кольору, що обумовлено наявністю у чорній смородині специфічних барвних речовин – низькомолекулярних фенольних сполук, зокрема антоціанових пігментів. З метою визначення ступеня переходу вищезазначених біологічно-активних речовин було проаналізовано поліфенольний склад ПЧ, КБЯ та сироватки забарвленої.



к – катехіни, кат – катехін, хл – хлорогенова кислота, н – нарингін, рут – рутин, гкв – глікозидкверцетину, кв – кверцетин, 1 – дельфінідин-галактозид, 2 – дельфінідин-глюкозид, 3 – ціанідин-галактозид, 4 – дельфінід-арабінозид, 5 – ціанідин-глюкозид, 6 – петунідин-галактозид + ціанідин-арабінозид + петунідин-глюкозид + пеонідин-галактозид

Рисунок 5 – Хроматограма сироватки забарвленої при 255 нм

активними речовинами КЯ, в тому числі вітаміном С на рівні від 57,75 до 90,75 мг / 100 г в залежності від кількості використання ПЧ. Така сироватка може бути використана з або без додаткового оброблення (освітлення, розкислення), для класичних сироваткових напоїв, що дає можливість повністю виключити застосування у їх складі харчових барвників та ароматизаторів штучного походження.

У п'ятому розділі «Розроблення технології сиркових виробів на основі концентратів білково-ягідних та напою із сироваткою забарвленою» представлено параметрично-технологічну (рис. 6) та апаратурно-технологічну схеми комплексного перероблення молока на вищезазначені продукти, що включає термокислотне осадження білків молока органічними кислотами КЯ. Даний технологічний прийом забезпечує отримання КБЯ із сталими показниками і може бути реалізований у виробничій системі.

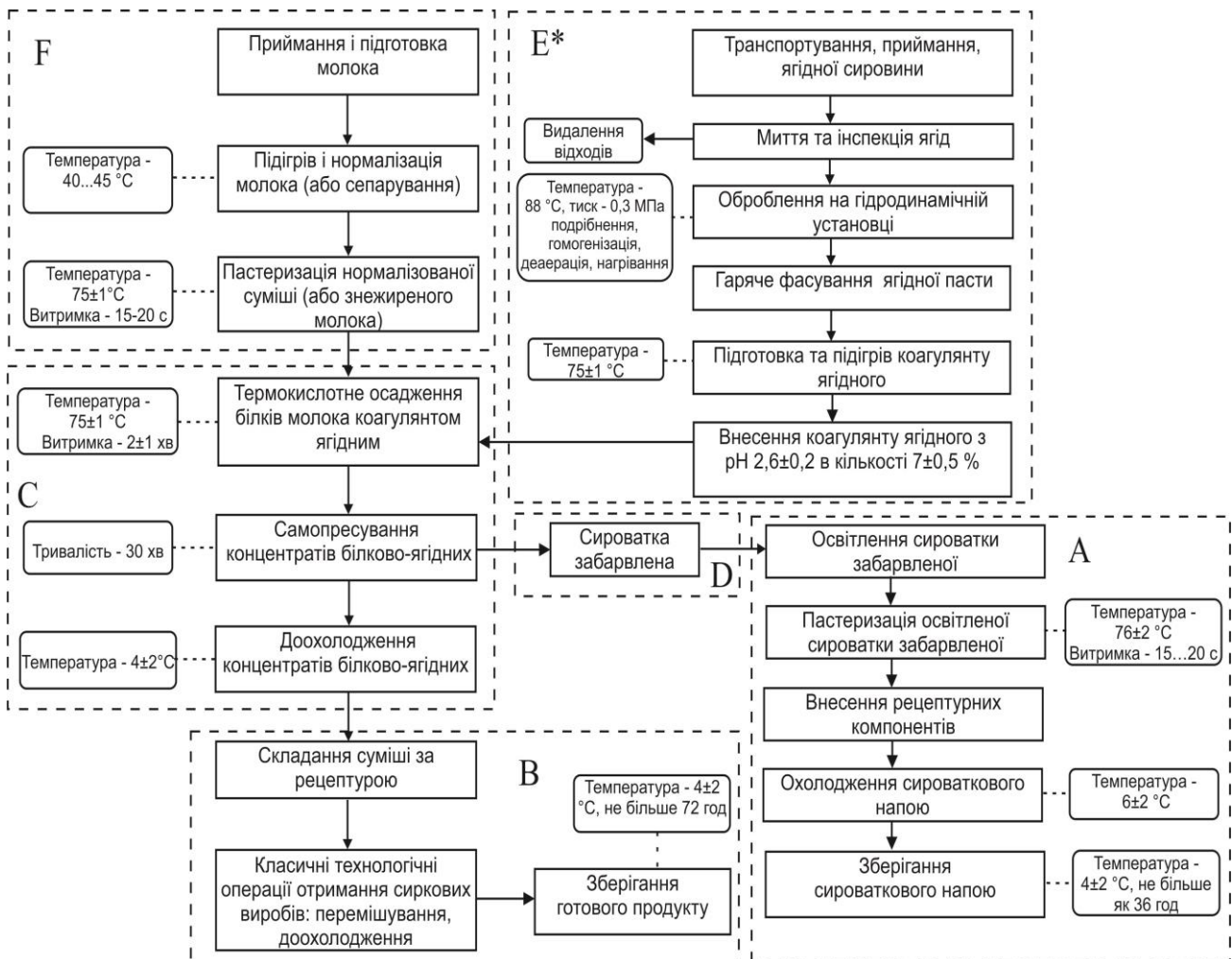
Досліджено показники якості сиркових виробів (СВ) на основі КБЯ з додаванням цукру за розробленою технологією в процесі зберігання за температури (4±2) °С, протягом 72 год. Так, активна кислотність СВ становила

Хроматограма сироватки забарвленої наведена на рис. 5. Згідно вимірювань в КБЯ залишається близько 52,26 % поліфенольних сполук (в тому числі антоціанів). Ступінь переходу останніх у сироватку забарвлену становить – 41,80 % від загальної їх кількості в КЯ (635...690 мг/ 100 г). Даний ефект обумовлений кореляцією втрати маси концентрату під час проведення технологічних операцій, таких як пресування та формування.

Встановлено, що сироватка забарвлена збагачена біологічно

5,25±0,1 на початку та 5,12±0,05 в кінці терміну зберігання. Для контрольного та досліджуваних зразків зниження активної кислотності – на рівні похибки (0,13...0,15). Результат є підтвердженням, що використання КЯ для виробництва КБЯ майже не впливає на даний показник продуктів, виготовлених на їх основі в процесі зберігання. Середнє значення вологостримуючої здатності отриманих сиркових виробів – (75,44±0,5) %. Коагулянт ягідний підвищує ВУЗ сиркових виробів на основі КБЯ на 8,14 % порівняно з контролем, але під час зберігання спостерігається його зниження. Для модельних зразків сиркових виробів на 72 год зберігання показник вологостримуючої здатності коливався на рівні (56,75±0,5) %, що в середньому на 14 % вищий ніж у контролі.

Мікробіологічні дослідження показали, що бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,001 г продукту, плісняві гриби та дріжджі в 1 г продукту як в свіжевиготовлених сиркових виробках, так в кінці зберігання знаходилися в межах норми.



Підсистема А – виробництво сироваткового напою, Підсистема В – отримання сиркових виробів, Підсистема С – виробництво концентратів білково-ягідних, Підсистема D – отримання сироватки забарвленої, Підсистема E* – підготовка коагулянту ягідного (Івашенко, 2015), Підсистема F – приймання молока

Рисунок 6 – Параметрично-технологічна схема виробництва сиркових виробів на основі КБЯ та сироваткового напою

Традиційним в рецептурах сиркових виробів є внесення цукру у кількості від 5 % для сиркової маси до 10 % для десертів. У зв'язку з цим проаналізовано динаміку накопичення спирту в сиркових виробих на основі КБЯ за температури (4 ± 2) °С протягом 72 год та примусового псування (20 ± 2) °С. Ефект пригнічення розвитку дріжджів пов'язаний з наявністю у ПЧ фітонцидів, що має антибактеріальні властивості, а також зменшенням кількості вільної вологи, необхідної для розвитку мікроорганізмів. Спирт на рівні органолептичної оцінки смаку та запаху відчувається при концентрації більше 0,2 %. Так, у сиркових виробих на основі КБЯ, які зберігалися протягом 72 год такого відчуття не виявлено.

Обґрунтовано використання сироватки забарвленої в технології ферментованого напою на основі знежиреного молока. Визначено рівень заміни основної сировини сироваткою забарвленою з регульованою рН в сумішах для ферментації за класичних режимів, з врахуванням органолептичних обмежень, на рівні (10...20) % з додаванням $(0,4\pm 0,02)$ % Promilk 702 В. Функціональні властивості внесеного концентрату молочного білка забезпечують підвищення в'язкості, поліпшення структури і смаку ферментованого напою, зниження синерезису в процесі зберігання протягом 5 діб. Активна кислотність ферментованого напою на кінцевий термін придатності знижувалася від 4,8 до 4,2. Мікробіологічні дослідження показали присутність мікроорганізмів заквасочної мікрофлори в кількості не менше 10^7 КУО/г, сторонньої мікрофлори не виявлено. За органолептичними показниками напій не потребує додаткового внесення барвників та ароматизаторів.

Проведено розрахунок очікуваного техніко-економічного ефекту від впровадження наукової розробки. Прибуток від виробництва 1 т КБЯ та 1 т напою із сироватки забарвленої становить 24283,58 грн. Рентабельність зростає до 10,4 % (КБЯ) та 47,6 % (напій із сироватки забарвленої). Впровадження розробленої комплексної технології дає приріст прибутку до 4858,45 грн .

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі досліджень науково обґрунтовано технологію комплексного перероблення молока на концентрати білково-ягідні. Основні результати проведених досліджень наступні:

1. Розроблено критерії вибору ягідної сировини, як коагулянту для термокислотного осадження білків молока та доведено відповідність ягід чорної смородини вимогам за регіональною доступністю, врожайністю, наявністю промислових форм перероблення, рівнем органічних кислот та вітаміну С.

2. Визначено, що для забезпечення відповідних показників безпечності КБЯ, доцільним є використання в якості коагулянту пасти чорносмородинової зі сталими якісними показниками, отриманої кавітаційним обробленням.

3. Обґрунтовано технологічні параметри виготовлення КБЯ на рівні: температура – 75 ± 1 °С, витримка 2 ± 1 хв. Встановлено раціональну кількість коагулянту для ефективного проведення термокислотного осадження білків молока, яка становить $(7\pm 0,5)$ % для збільшення виходу концентратів на 25,0 %

за рахунок комплексного осадження казеїну та максимальної кількості сироваткових білків молока, а також вуглеводних складових пасти чорносмородинові.

4. Отримано значення ефективної в'язкості на рівні 1,2...3,7 МПа·с для КБЯ, виготовлених термокислотним осадженням білків молока коагулянтном ягідним з масовою часткою органічних кислот 3,0...3,2 %. Результат корелюється з показником КМБ. Диференціально-термічним аналізом визначено кількість зв'язаної та вільної вологи, що становить для КМБ 27,08 % і 71,26 %, а для КБЯ 33,65 % та 68,32 % відповідно. Використання ПЧ в якості коагулянту при термокислотному осадженні білків молока дозволяє підвищити кількість зв'язаної вологи на 36,07 % порівняно з контролем.

5. Доведено, що КБЯ характеризуються підвищеним вмістом всіх незамінних амінокислот, мають збалансований амінокислотний склад і на 6,7 % вищу біологічну цінність порівняно з КМБ, що підтверджено розрахунком коефіцієнту раціональності амінокислотного складу, який становить 0,864, що на 5,49 % вище від коефіцієнта для КМБ. Визначено фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники сиркових виробів на основі КБЯ, обґрунтовано термін їх зберігання за температури $4\pm 2^\circ\text{C}$ – не більше 72 год.

6. За оптичною густиною досліджено специфічні показники сироватки забарвленої – каламутність на рівні 1,51...1,87 ум. од. і кольоровість – 1,06...1,26 ум. од., що обумовлено наявністю у чорній смородині специфічних барвних речовин – поліфенольних сполук, ступінь переходу яких становить – 41,80 % від загальної їх кількості в коагулянті ягідному. Доведено доцільність перероблення молочної сироватки збагаченої біологічно активними речовинами коагулянту ягідного, в тому числі вітаміном С в кількості 57,75...90,75 мг/100 г, на ферментовані напої з частковою заміною знежиреного молока сироваткою забарвленою на рівні 10...20 % з додаванням $0,4\pm 0,02$ % концентрату молочного білка Promilk 702 В для регулювання синергетичних характеристик.

7. Обґрунтовано технологію комплексного перероблення молока на концентрати білково-ягідні, як основи для сиркових виробів з підвищеною біологічною цінністю та напої із сироваткою забарвленою. Розроблено нормативні документації та проведено промислову апробацію технологій в умовах молокопереробного підприємства ТОВ «Літинський молокозавод».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях України:

1. Грек, О.В., Красуля, О.О., & Пшенична, Т.В. (2016). Вплив концентрату білка на консистенцію кисломолочного напою. *Продовольча індустрія АПК*, 4, 27- 32. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук).

Особистий внесок – підготовка дослідних зразків, визначення фізико-хімічних показників кисломолочного напою, підготовка статті до друку.

2. Грек, О.В., Онопрійчук, О.О., & Пшенична, Т.В. (2017). Технологія білково-ягідних згустків з молочної сировини. *Харчова промисловість*, 22, 55-63. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових

фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus*).

Особистий внесок – виготовлення зразків, проведення досліджень показників якості, підготовка матеріалів до друку.

3. Пшенична, Т.В., Грек, О.В., Онопрійчук, О.О., Пасічний, В.М., & Чубенко, Л.М. (2018). Показники якості полікомпонентних згустків, отриманих термокислотним осадженням білків молока. *Продовольча індустрія АПК*, 1, 24-29. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук).

Особистий внесок – дослідження реологічних показників білково-ягідних концентратів, проведення порівняльної характеристики, підготовка матеріалів до друку.

4. Grek, O., Onopriichuk, O., Pshenychna, T., & Tymchuk, A. (2018). Determination of biologically active substances in protein-berry concentrates. *Ukrainian Journal of Food Science*, 6 (2), 208-216. (Науковий журнал входить до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus*, *EBSCO*, *Google Scholar*, *FSTA* та ін.).

Особистий внесок – підготовка зразків, дослідження поліфенольних сполук та амінокислотного складу методом високоефективної рідинної хроматографії, підготовка матеріалів до друку.

Статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:

5. Grek, O., Pshenychna, T., Krasulya, O., Pakhomova, Y., & Ivashchenko, K. (2016). The influence of berry puree on microbiological indicators of cheese product during the storage. *Food and Environment Safety*, XV (4), 334-340. (Наукове періодичне видання Румунії; міжнародна індексація: *Index Copernicus*, *Ulrichs*, *CAS*, *Ebsco host*).

Особистий внесок – проведення мікробіологічних досліджень, аналіз та обґрунтування результатів, підготовка матеріалів до друку.

6. Grek, O., Onopriichuk, O., & Pshenychna, T. (2017). The rationalization of the parameters of milk proteins' thermo acid coagulation by berry coagulants. *Food and Environment Safety*, XVI (1), 47-53. (Наукове періодичне видання Румунії; міжнародна індексація: *Index Copernicus*, *Ulrichs*, *CAS*, *Ebsco host*).

Особистий внесок – підготовка модельних зразків, раціоналізація параметрів термокислотного оброблення, підготовка матеріалів до друку.

Патенти України:

7. Грек, О.В., Красуля, О.О., & Пшенична, Т.В. (2017). Патент України 116561. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

Особистий внесок – проведення літературного і патентного пошуку, складання опису, формули корисної моделі та оформлення заявки на патент.

8. Грек, О.В., Красуля, О.О., & Пшенична, Т.В. (2017). Патент України 115213. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

Особистий внесок – проведення літературного і патентного пошуку, складання опису, формули винаходу та оформлення заявки на патент.

9. Грек, О.В., Красуля, О.О., Пшенична, Т.В., & Чубенко, Л.М. (2018). Патент України 123418. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

Особистий внесок – проведення літературного і патентного пошуку, складання опису, формули корисної моделі та оформлення заявки на патент.

10. Грек, О.В., Красуля, О.О., Пшенична, Т.В., & Чубенко Л.М. (2018). Патент Україна 117439. Київ: Український інститут інтелектуальної власності.

Особистий внесок – проведення патентного пошуку, узагальнення експериментальних даних, складання опису, формули винаходу та оформлення заявки на патент.

Матеріали та тези доповідей на наукових конференціях

11. Пшенична, Т.В., Грек, О.В., & Красуля, О.О. (2016). *Вплив ягідного пюре на процес коагуляції молочного білку*, Матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» Київ: НУХТ.

Особистий внесок – проведення аналітичного огляду літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до друку.

12. Пшенична, Т.В., & Грек, О.В. (2016). *Зміна мікробіологічних показників білково-ягідних згустків протягом зберігання*, Програма і матеріали п'ятої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції». Київ: НУХТ.

Особистий внесок – приготування модельних зразків, участь в експерименті, аналіз отриманих даних, підготовка матеріалів до друку.

13. Пшеничная, Т.В., Грек, Е.В., & Красуля, Е.А. (2017). *Исследование микробиологических показателей белково-ягодных сгустков при хранении*, Материалы XVIII международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». Барнаул: Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.

Особистий внесок – проведення експерименту, узагальнення експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку.

14. Пшенична, Т.В., & Грек, О.В. (2017). *Вплив концентрату білка на консистенцію напою із молочної сировини*, Матеріали 83 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті». Київ: НУХТ.

Особистий внесок – проведення експерименту, аналіз отриманих даних.

15. Грек, О.В., Красуля, О.О., & Пшенична, Т.В. (2017). *Технологія напоїв на основі сироватки, отриманої осадженням білків молока ягідним коагулянтном*, Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність». Харків: ХДУХТ.

Особистий внесок – проведення експерименту узагальнення експериментальних даних, підготовка матеріалів до друку.

16. Пшенична, Т.В., Грек, О.В., & Онопрійчук, О.О. (2017). *Визначення параметрів термокислотного осадження білків молока ягідним коагулянтном*, Матеріали Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інноваційні

технології виробництва та переробки тваринницької продукції». Вінниця: ВНАУ.

Особистий внесок – визначення параметрів термокислотного осадження, приготування модельних зразків, визначення показників якості, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

17. Пшенична, Т.В., & Грек, О.В. (2018). *Оптимізація параметрів термокислотного осадження білків молока ягідними коагулянтами*, Матеріали 84 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті». Київ: НУХТ.

Особистий внесок – визначення параметрів термокислотного осадження, дослідження активної кислотності, масової частки вологи, вологоутримуючої здатності, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

18. Пшенична, Т.В., & Грек, О.В. (2018). *Технологія білково-ягідних згустків*, Програма та тези матеріалів VII-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції». Київ: НУХТ.

Особистий внесок – виготовлення зразків, проведення досліджень показників якості, аналіз отриманих даних.

АНОТАЦІЯ

Пшенична Т.В. Розроблення технології комплексного перероблення молока на концентрати білково-ягідні. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів. – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2019.

Дисертаційну роботу присвячено розробленню технології комплексного перероблення молока на концентрати білково-ягідні, що отримані термокислотним осадженням білків органічними кислотами коагулянту, та сироватку забарвлену. Розроблено критерії вибору ягідної сировини як коагулянту для термокислотного осадження білків молока. Мікробіологічними дослідженнями доведено доцільність використання коагулянту ягідного у вигляді пасти чорносмородиної зі сталими показниками. Досліджено вплив кількості коагулянту ягідного із різною активною кислотністю на вихід концентратів, органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники. Розроблено ряд математичних моделей показників якості концентратів білково-ягідних. Встановлено раціональні технологічні параметри термокислотного осадження білків молока, визначено рекомендовану кількість внесення коагулянту ягідного, температуру та тривалість процесу. Методом диференціально-термічного аналізу визначено форми зв'язку вологи у концентратах білково-ягідних. Проаналізовано амінокислотний склад та біологічну цінність білково-ягідних та молочно-білкових концентратів.

Визначено показники якості, кольоровість, каламутність та поліфенольний склад сироватки забарвленої, отриманої в результаті термокислотного осадження білків молока.

Розроблено технологічну схему виробництва сиркових виробів на основі концентратів білково-ягідних та ферментованого напою із максимальною заміною знежиреного молока сироваткою забарвленою з додаванням Promilk 702 В.

Ключові слова: коагулянт ягідний, концентрат білково-ягідний, концентрат молочно-білковий, термокислотне осадження, сироватка забарвлена.

АННОТАЦІЯ

Пшеничная Т.В. Разработка технологии комплексной переработки молока на концентраты белково-ягодные. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробионтов. – Национальный университет пищевых технологий МОН Украины, Киев, 2019.

Диссертационная работа посвящена разработке технологии комплексной переработки молока на концентраты белково-ягодные, полученные термокислотным осаждением белков органическими кислотами коагулянта, и сыворотку окрашенную. Разработаны критерии выбора ягодного сырья в качестве коагулянта для термокислотного осаждения белков молока. Микробиологическими исследованиями доказана целесообразность использования коагулянта ягодного в виде пасты черносмородиновой с неизменными показателями. Исследовано влияние количества коагулянта ягодного с разной активной кислотностью на выход концентратов, органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели. Разработан ряд математических моделей показателей качества концентратов белково-ягодных. Установлены оптимальные технологические параметры термокислотного осаждения белков молока, определено рекомендованное количество внесения коагулянта ягодного, температуру и продолжительность процесса. Методом дифференциально-термического анализа определены формы связи влаги у концентратах белково-ягодных. Проанализированы аминокислотный состав и биологическая ценность белково-ягодных и молочно-белковых концентратов. Определены показатели качества, цветность, мутность, полифенольный состав сыворотки окрашенной, полученной в результате термокислотного осаждения белков молока.

Разработана технологическая схема производства творожных изделий на основе концентратов белково-ягодных и ферментированного напитка с максимальной заменой обезжиренного молока сывороткой окрашенной с добавлением Promilk 702 В.

Ключевые слова: коагулянт ягодный, концентрат белково-ягодный, концентрат молочно-белковый, термокислотное осаждение, сыворотка окрашенная.

ABSTRACT

Pshenychna T. Development the technology of complex milk processing into protein-berry concentrates. – Qualification scientific work with manuscript copyright.

The dissertation for the degree of candidate of technical sciences on the specialty 05.18.04 – technology of meat, dairy and hydrobiont products. – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the complex processing of milk into protein-berry concentrates, obtained by thermo acid coagulation of milk proteins with organic acids of berry coagulant. The use of this coagulant will increase the biological value and quality indicators of products.

The criteria for the selection of berry raw materials as a coagulant for thermo acid coagulation of milk proteins have been developed and the compliance of black currant berries with the requirements corresponding to regional availability, yield, industrial processing forms, sufficient levels of organic acids and vitamin C has been proved.

It has been substantiated that for the development of industrial technology which can be introduced into the production process and the provision of appropriate safety indicators of protein-berry concentrates, it is advisable to use as a coagulant specially processed black currant paste. This paste has fixed quality indicators and obtained in an industrial conditions using cavitation treatment.

The change of the yield and the moisture mass fraction of protein-berry concentrates on the amount of berry coagulant has been investigated. The influence of the berry coagulant of a different processing method, namely, the defrosted and specially processed berries, on the microbiological indicators of protein-berry concentrates has been determined. The feasibility of using blackcurrant paste as a coagulant, which has been specially processed and has the appropriate and fixed safety indicators, has been confirmed.

Scientifically-based technological parameters of obtaining protein-berry concentrates at the level are: temperature – (75 ± 1) °C, duration (2 ± 1) min. The amount of berry coagulant has been determined to effective carrying out the process of thermo-acid coagulation of milk proteins, which is (7 ± 0.5) % (taking into account the limitations on the organoleptic indicators of the concentrate – the intensity of colour and taste). The influence of the amount of berry coagulant with different active acidity, and also the duration of thermo acid coagulation of milk proteins on the yield of protein-berry concentrates, their active acidity, moisture mass fraction, and water-retaining capacity have been investigated. Adequate regression equations have been obtained using experimental statistical modeling methods and graphic dependencies of the quality indicators of protein-berry concentrates from technological parameters of thermo acid coagulation have been constructed.

The effect of active acidity and mass fraction of organic acids in berry coagulant on the structural and mechanical characteristics of protein-berry concentrates has been studied, a scale for evaluating the consistency has been developed and recommendations for their use as a basis in the production of cottage

cheese products have been summed up. The amount of bound and free moisture in protein-berry and milk-protein concentrates has been investigated by the method of differential thermal analysis. It respectively corresponds to 33.65 %, 68.32 % and 27.08 %, 71.26 %.

An increase in the total content of amino acids in protein-berry concentrates by 25.2 % compared with the control sample has been established. This is characterized by an increase in the degree of casein transition and the maximum amount of whey proteins into the concentrate, as a result of the organic acids action in blackcurrant paste during thermo acid coagulation. The content of 18 free and 16 bound amino acids, including nonessential and essential ones, has been identified, and the biological value of protein-berry concentrates has been determined. It is 6.74 % higher than this indicator for milk-protein concentrate.

The possibility of using coloured whey in technologies of fermented and non-fermented whey drinks has been proven by organoleptic, physicochemical parameters, colour and turbidity. The transition degree of polyphenolic compounds of berry coagulant into coloured whey and protein-berry concentrates, which is about 41.80 % and 52.26 % of their total amount, has been studied.

The technology of complex milk processing into protein-berry concentrates has been substantiated as the basis for cottage cheese products with high biological value.

Quality indicators of non-thermalized cottage cheese products based on protein-berry concentrates have been determined, their storage period is reasonable at a temperature of (4 ± 2) °C – no longer than 72 hours.

The use of the maximum amount of coloured whey in the technology of a fermented drink based on skimmed milk has been substantiated. The level of replacement of the main raw material with coloured whey in mixtures for fermentation, taking into account the organoleptic restrictions, pH, according to the classical regimes at the level from 10 % to 20 % with the addition of (0.4 ± 0.02) % Promilk 702 B has been determined.

The regulatory documentation (TU U 15.5-02070938235:2017 ‘Milk Protein-Berry Product’, TU U 15.5-02070938234:2017 ‘Drinks from Coloured Whey’) has been formulated. Industrial approbation of the technology has been carried out under the conditions of the milk processing enterprise Litinsky Dairy Plant LLC. It has been confirmed by acts and protocols of the production inspection.

Economic efficiency calculations of the developed technology of complex milk processing into protein-berry concentrates and coloured whey drinks have been made, which gives profit growth up to 4858.45 UAH. Profitability is 10.4 % for protein-berry concentrates and 47.6 % for drinks from whey coloured.

The socio-economic value of scientific development lies in: expanding the range of cheese products with improved quality indicators and high biological value; improving the quality of nutrition due to the exclusion of dyes and flavors of artificial origin, enrichment milk protein products and whey beverages with polyphenolic compounds and vitamin C; preservation of cost-based dairy resources through the introduction of waste-free technology for complex processing without additional cost.

Key words: berry coagulant, protein-berry concentrate, milk-protein concentrate, thermo acid coagulation, coloured whey.