


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



ТИМЧУК АЛЛА ВІКТОРІВНА

УДК 637.146:664.76

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАМОРОЖЕНИХ МОЛОЧНО-
БІЛКОВИХ СУМІШЕЙ З ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ПШЕНИЦІ**

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

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2016

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
Ткаченко Наталія Андріївна,
Одеська національна академія харчових
технологій МОН України,
завідувач кафедри технології молока, жирів і
парфумерно-косметичних засобів

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

Захист відбудеться «17» березня 2016 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, аудиторія А-311.

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

Автореферат розісланий «10» лютого 2016 року.

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



Н.О. Бублієнко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Забезпечення населення України продуктами харчування, зокрема молочними, є завжди актуальним. Якість сировини, умови та терміни зберігання готових виробів, особливості рецептурного складу і технологічних операцій, є чинниками впливу на збільшення обсягів виробництва та розширення асортименту.

Повне використання складових компонентів молока та мінімізація втрат сировини на всіх етапах є одним з першочергових завдань, вирішення якого потребує впровадження нових технологічних заходів. Вище зазначене стосується в значній мірі молочно-білкових продуктів, які зберігаються в замороженому стані тривалий час і використовуються як основа для різних напівфабрикатів. Традиційні способи розморожування не забезпечують збереження кількісних і якісних показників сиру кисломолочного. За будь-яких умов заморожування молочно-білкових концентратів, відбувається комплекс незворотніх змін, пов'язаних з коагуляцією білків. Трьохмірна структура казеїну зазнає руйнівного впливу від утворення кристалів льоду та збільшення їх розмірів при повільній рекристалізації в процесі зберігання. Це призводить до зменшення міцності згустку і здатності утримувати вільну вологу і як наслідок, втрати маси при розморожуванні.

Аналітичними дослідженнями не виявлено інформації з використання до заморожування виключно технологічних прийомів для збереження стабільних кількісних показників молочно-білкових концентратів без використання спеціального обладнання. Крім того, майже відсутні дані про застосування альбумінної маси після тривалого зберігання при низьких температурах в складі напівфабрикатів.

Особливості виробництва напівфабрикатів дозволяють складання білково-рослинних сумішей перед тривалим зберіганням при від'ємних температурах ще на стадії охолодження з традиційних інгредієнтів, що входять до складу рецептур – сиру кисломолочного та продуктів переробки пшениці. Враховуючи технологічні властивості крупи манної та екструдованої, включення їх до складу молочно-рослинних сумішей для заморожування та розроблення відповідної технології сприятимуть розширенню виробництва напівфабрикатів та заощадженню сировинних молочно-білкових ресурсів.

Використані методологічні підходи викладені у працях вітчизняних і закордонних вчених І.В. Буянова, Г.П. Овчарова, І.А. Рогова, Н.Н. Фільчакової, Г.В. Фріденберга, S. Gunasekaran, H. Luck 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 та проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ: «Розроблення новітніх технологій комбінованих харчових продуктів із застосуванням вітчизняних інгредієнтів» (0106U000416); «Розроблення ресурсозберігаючих технологій молочних продуктів профілактичної дії» (0112U005376) та «Розроблення наукових основ очищення сироватки мембранними методами з метою використання отриманих розчинів у харчовій промисловості» (0108U011256).

Мета і задачі досліджень. Метою дисертаційної роботи є розроблення технології заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці для забезпечення стабільних якісних і кількісних показників після розморожування при використанні для напівфабрикатів.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні взаємопов'язані завдання:

- обґрунтувати вибір продуктів переробки пшениці та визначити їх технологічні властивості як складових сумішей на основі молочно-білкових концентратів для стабілізації якісних та кількісних показників в циклі заморожування-розморожування;
- визначити кріоскопічні температури сумішей на основі сиру кисломолочного з крупою манною і екструдованою та альбумінної маси, отриманої термокислотою коагуляцією з колагенвмісним інгредієнтом для уточнення режимів заморожування досліджуваних об'єктів;
- дослідити форми зв'язку вологи в сирі кисломолочному та білково-рослинних сумішах на його основі до заморожування та після розморожування;
- запропонувати способи інтенсифікації осадження альбумінної маси при термокислотній коагуляції з концентрату сироваткового білкового рідкого, отриманого методом ультрафільтрації та з колагенвмісним інгредієнтом;
- розробити математичні моделі якості альбумінно-рослинних сумішей після розморожування;
- обґрунтувати технологію заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці для напівфабрикатів, що піддаються повторній термічній обробці;
- дослідити вплив традиційних рецептурних компонентів та білково-рослинної суміші після розморожування на якісні показники напівфабрикатів;
- розробити проект нормативної документації на заморожену основу для напівфабрикатів із сиру кисломолочного та провести апробацію у виробничих умовах.

Об'єкт досліджень – технологія заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці.

Предмети досліджень – крупа манна марки МТ та екструдована (ТУ У 00883402.008–99); комплексна харчова добавка Коллаген рго 4402 (ТУ У 15.8-33486312–001:2007); сир кисломолочний; альбумінна маса, органолептичні, фізико-хімічні, реологічні показники молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці.

Методи досліджень. В роботі використані стандартні та загальновідомі методи досліджень, що забезпечують виконання поставлених задач. Фізико-хімічні методи (визначення гранулометричного складу, розчинності, ступеню набухання продуктів переробки пшениці, вмісту вільної та зв'язаної вологи, вологоутримувальної здатності, втрат маси білково-рослинних сумішей), інструментальні (реологічні характеристики та кріоскопічна температура молочно-білкових сумішей), математичні (для моделювання і статистичного оброблення експериментальних даних), розрахунково-порівняльні (для оцінки

економічної ефективності технології заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці).

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше науково обґрунтовано використання крупи манної та екструдованої в складі білково-рослинних сумішей для заморожування – основи для напівфабрикатів, з метою зменшення втрат при розморожуванні та стабілізації якісних показників.

Вперше встановлено, що крупа манна та екструдована незначно знижує кріоскопічну температуру білково-рослинних сумішей через низький вміст моноцукрів у складі продуктів переробки пшениці, що є підставою для застосування загальноприйнятих параметрів заморожування та розморожування. Методом диференціально-термічного аналізу підтверджено підвищення зв'язаної вологи в білково-рослинних сумішах за рахунок здатності продуктів переробки пшениці утворювати комплексні біополімерні структури.

Визначено спектри поглинання сиру кисломолочного нежирного до заморожування та після розморожування і встановлено зміну інтенсивності широкої смуги в області характерної для валентних коливань Н-зв'язаних ОН-груп, що свідчить про трансформацію за дії від'ємних температур. Виявлений ефект підтверджує втрату вологи після розморожування і доводить можливість утримання її рослинними інгредієнтами з вологозв'язуючою здатністю.

Вперше встановлено інтенсифікацію процесу термокислотної коагуляції сироваткових білків за рахунок впливу колагенвмісного інгредієнту шляхом попередження диспергування коагульованого альбуміну при концентруванні та осадженню пластівців.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено проекти нормативних документацій: «Заморожена основа для напівфабрикатів із сиру кисломолочного» (ТУ У 15.5-02070938-108:2011) і «Концентрат сироватковий білковий, отриманий методом ультрафільтрації та діафільтрації» (ТУ У 15.5–02070938–099:2009). Отримано 4 патенти України. Технологію заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці перевірено у виробничих умовах ПАТ «Канівський маслосирзавод» (Черкаська обл.).

Особистий внесок здобувача полягає у підборі методів досліджень властивостей продуктів переробки пшениці та встановленні їх впливу на якісні та кількісні показники молочно-білкових концентратів після розморожування, визначенні кріоскопічної температури білково-рослинних сумішей для заморожування. Розроблення технології заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці та підготовка матеріалів до публікацій, узагальнення результатів досліджень та формування висновків проведено спільно із науковим керівником к.т.н., доц. Грек О.В.

Експериментальну частину роботи виконано в лабораторних умовах кафедр технології молока і молочних продуктів, технології м'яса і м'ясних продуктів, технології хлібопекарських і кондитерських виробів, теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ. Дослідження форм зв'язків вологи сиру кисломолочного до заморожування та після розморожування проведено в Інституті харчової біотехнології та геноміки НАН України. Концентрат сироватковий білковий отримували в ПНДЛ НУХТ. Встановлення

форм зв'язку вологи в білково-рослинних сумішах методом диференціального термічного аналізу проведено разом зі співробітниками Інституту колоїдної хімії і хімії води ім. А.В. Думанського НАН України.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування» (м. Харків, ХДУХТ, 2009 р.), Міжнародних науково-практичних конференціях «Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи» (м. Київ, НУХТ, 2010 та 2012 рр.), «Сучасні технології та обладнання харчових виробництв» (м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011 р.); «Україна-Болгарія – Европейський союз: сучасне сучасне состояние и перспективы» (Варненський економічний університет, 2012 р.); «Актуальные научные вопросы: реальность и перспективы» (м. Тамбов, 2012 р.), «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» (м. Алмата, 2013 р.), другій та третій Міжнародних науково-технічних конференціях «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей» (м. Київ, НУХТ, 2013 – 2014 рр.), IV Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції» (м. Київ, НУХТ, 2015 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 21 наукову працю, у тому числі 6 статей у спеціалізованих фахових виданнях (1 у міжнародному фаховому виданні), 1 в науково-практичному виданні, 10 тез доповідей на наукових, науково-технічних та науково-практичних конференціях, отримано 4 патенти України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі змісту, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів з висновками, загальних висновків, списку використаних джерел, що нараховують 277 найменувань. Робота містить 147 сторінок основного тексту, 39 рисунків та 25 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, зв'язок з науковими програмами, визначені мета і завдання досліджень, сформульовані наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок автора, апробація результатів роботи.

У першому розділі «Сучасний стан резервування молочно-білкової сировини та виробництва напівфабрикатів» представлено літературний огляд за темою дисертаційної роботи. Проведено аналіз різних способів подовження термінів зберігання молочно-білкових концентратів і доведено, що заморожування є найбільш ефективним з точки зору нівелювання сезонних коливань молочного ринку та реальних технічних можливостей молокопереробних підприємств.

Інформація про сучасний стан та перспективи реалізації напівфабрикатів підтвердила актуальність проведення експериментальних досліджень, щодо пошуку нових технологічних рішень з метою збереження об'ємів молочно-

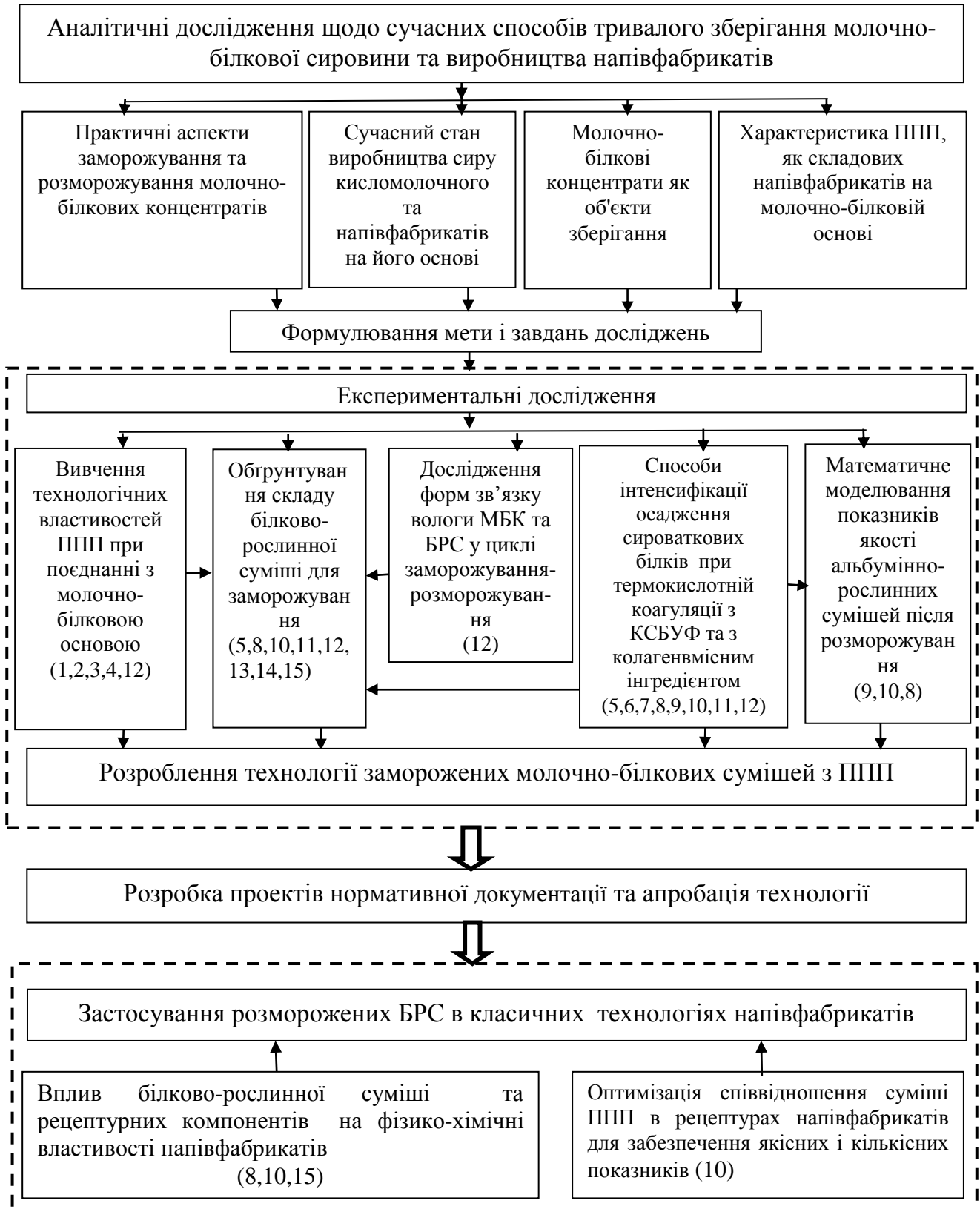
білкової сировини після розморожування. Наведені технологічні характеристики продуктів переробки пшениці (ППП) при поєднанні із молочно-білковими концентратами (МБК). Проаналізовані способи отримання альбумінної маси (АМ), як перспективної сировини для традиційних напівфабрикатів. Найбільш поширеною є термокислотна коагуляція, що характеризується енерговитратністю та тривалістю. Враховуючи технологічні характеристики та виробничий досвід застосування «Коллаген рго 4402» для збільшення виходу сиру кисломолочного, зроблено припущення щодо використання колагенвмісного інгредієнта для скорочення процесу термокислотного осадження АМ, як з молочної сироватки, так із концентрату сироваткового білкового, отриманого методом ультрафільтрації (КСБУФ).

У другому розділі «Організація, методологія та методи проведення досліджень» наведено схему досліджень (рис. 1), характеристики об'єктів і методів, методику математично-статистичного оброблення експериментальних даних. Органолептичні, фізико-хімічні показники сиру кисломолочного, АМ, білково-рослинних сумішей (БРС) до та після дії від'ємних температур визначали стандартними методами. Дослідження форм зв'язку вологи сиру кисломолочного до заморожування та після розморожування виконано шляхом отримання спектрів на ІЧ-Фур'є електрофотометрі. Реологічні показники визначали на ротаційному віскозиметрі «Reotest–II», кріоскопічну температуру сумішей – термічним аналізом на вимірювальному комплексі розробленому науковцями НУХТ, форми зв'язку вологи молочно-білкових сумішей – методом диференціального термічного аналізу.

Точність отриманих результатів забезпечувалась трьох-п'ятикратною повторюваністю дослідів. Математично-статистичне оброблення проводилось за допомогою програми Microsoft Excel та STATISTIKA (StatSoft).

У третьому розділі «Дослідження рослинних та молочно-білкових складових сумішей для заморожування» представлено данні дисперсності ППП: розмір часток найбільш вагомих фракцій для екструдату крупи манної (ЕКМ) становить – 260...335 мкм, для крупи манної (КМ) – більше 500 мкм, а для борошна пшеничного (БП) – 126...200 мкм. На основі гранулометричного та хімічного складу і способу попереднього оброблення спрогнозовано технологічні властивості ППП при поєднанні з молочною основою в повному циклі заморожування та розморожування.

Досліджено взаємодію ЕКМ, КМ та БП з дисперсійним середовищем – сироваткою молочною, що є складовою МБК (сиру кисломолочного і альбумінної маси), а також вплив ППП на зміну якісних і кількісних показників білково-рослинних сумішей після дії від'ємних температур та розморожуванні. Визначено такі технологічні характеристики ППП як: ступінь набухання, розчинність та водопоглинальна здатність (ВПЗ). Встановлено розчинність ЕКМ на рівні $18 \pm 0,1$ %, КМ – $10 \pm 0,1$ %, БП – $7 \pm 0,1$ %. На цей показник впливає кількісний і якісний стан крохмальної та білкової складової ППП. Найвищий ступінь набухання має ЕКМ ($78,2 \pm 0,5$ %), оскільки при вологотермічному обробленні збільшується частка низькомолекулярних вуглеводів і пептидів, які



1. Гранулометричний склад. 2. Розчинність. 3. Ступінь набухання. 4. Водопоглинальна здатність. 5. Маса. 6. Час коагуляції. 7. Органолептичні показники. 8. Кислотність (титрована або активна). 9. Масова частка вологи та сухих речовин. 10. Вологоутримувальна здатність. 11. Кількість зв'язаної вологи. 12. Дослідження форм зв'язку вологи. 13. Криоскопічна температура. 14. Кількість вимороженої вологи. 15. Ефективна в'язкість.

Рисунок 1 – Схема проведення досліджень

за більшої доступності для молекул води краще набухають. Можливість проникнення молекул води в міжланцюговий простір полісахаридів пояснюється високою аморфністю екструдатів. Найбільше значення ВПЗ має ЕКМ ($470,8 \pm 2,2$ %), що теж пов'язано з перебудовою білкових та крохмальних макромолекул в процесі екструзії, розгалуженням їх ланцюгів і можливістю заповнення міжмолекулярних проміжків за схемою капілярної конденсації.

Процес набухання ППП в сироватці супроводжувався значним збільшенням об'єму за температури 38 ± 2 °C впродовж 8 хв. Масова частка вологопоглинання для КМ становила $51,4 \pm 0,1$ %, тобто $91,5 \pm 0,1$ % від усієї кількості зв'язаної води. При подальшій витримці крупи манної ступінь набухання збільшувався незначно. Процес вологопоглинання ЕКМ протікав подібно. Проте через 6 хв вміст води складав вже $61,6 \pm 0,1$ % – це $98,6$ % від усієї води, що вказує на прискорення процесу.

Аналізуючи результати досліджень технологічних властивостей ППП можна спрогнозувати ефективність використання саме ЕКМ у складі сумішей на основі МБК, для заморожування, з метою зменшення втрат при подальшому розморожуванні.

Досліджено форми зв'язку води в сирі кисломолочному з ППП методом диференціально-термічного аналізу. Кількість зв'язаної води в сирі кисломолочному з БП становила $26,25 \pm 0,1$ %, з КМ – $29,01 \pm 0,1$ %, а з ЕКМ – $32,79 \pm 0,2$ % відповідно. Отримані результати мають практичне значення для розроблення технологічних заходів резервування шляхом заморожування, зміцнення згустку, утримання води як сиру кисломолочного та і сумішей на його основі з рослинними інгредієнтами.

Крім класичної молочно-білкової основи – сиру кисломолочного, для напівфабрикатів можливе використання альбумінної маси. Збереження при від'ємних температурах та особливості розморожування якої майже не досліджувалися. Вивчено динаміку накопичення АМ залежно від тривалості процесу термокислотної коагуляції та виду сировини – нативної молочної сироватки та КСБУФ з масовою часткою сухих речовин (16 ± 2) % (рис. 2).

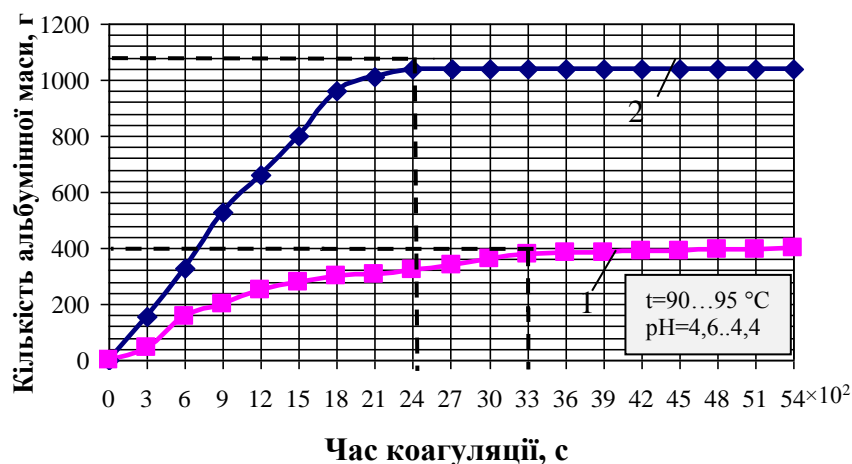


Рисунок 2 – Динаміка накопичення альбумінної маси залежно від тривалості коагуляції білків молочної сироватки (1) та білкового концентрату (2)

Ефективний час коагуляції альбумінних білків з нативної сироватки становив (55 ± 2) хв, а з КСБУФ – (40 ± 2) хв.

Експериментально доведено, що подальшу температурну обробку проводити не доцільно, оскільки вихід продукту не значний в обох випадках.

Використання КСБУФ для отримання АМ дає

змогу скоротити час термокислотної коагуляції на $(15 \pm 2,3)$ хв за однакових умов проведення процесу.

Досліджено вплив колагенвмісного інгредієнта на перебіг процесу коагуляції білків молочної сироватки та вихід АМ. «Колагенрго 4402» вносили

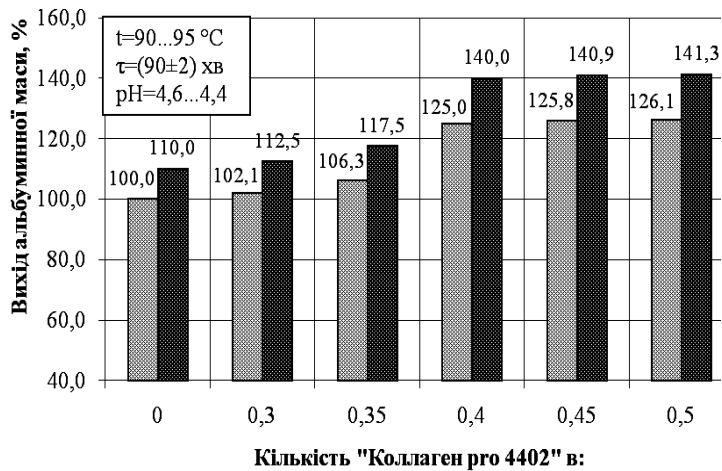


Рисунок 3 – Вихід альбумінної маси залежно від кількості «Колагенрго 4402»

в підсирну сироватку з м.ч.с.р. $6 \pm 0,5$ % за температури $90 \dots 95$ °С, перемішували і піддавали тепловій обробці протягом (90 ± 2) хв до утворення пластівців і фіксували значення ваговим методом. Вихід альбумінної маси з нативної сироватки та КСБУФ в залежності від кількості «Коллагенрго 4402» (%), за однакових умов проведення процесу та відкоригований в залежності від кількості сухих речовин

внесеного колагенвмісного інгредієнта представлено на рис. 3. Введення в середовище «Коллагенрго 4402» у кількість 0,4 % підвищує вихід альбумінної маси як з білкового концентрату так і з нативної сироватки в середньому на 25 % за однакових умов проведення термокислотної коагуляції. Це можна пояснити руйнуванням третинної структури колагену з подальшим частковим гідролізом його субодиниць у желатин. Розгорнуті ланцюги пептидів желатину приєднують певну кількість води, в тому числі і з водної оболонки сироваткових білків, з утворенням гідратованих молекул. Це викликає часткове зневоднення, зниження заряду і стимулює випадіння білкових молекул в осад. Органолептичні показники АМ, отриманої з «Коллагенрго 4402», відповідають вимогам нормативної документації.

Досліджено кількість зв'язаної вологи в модельних зразках: для контролю – $44,6 \pm 0,1$ % від загального вмісту, для зразка АМ отриманого з колагенвмісним інгредієнтом – $73,32 \pm 0,2$ %.

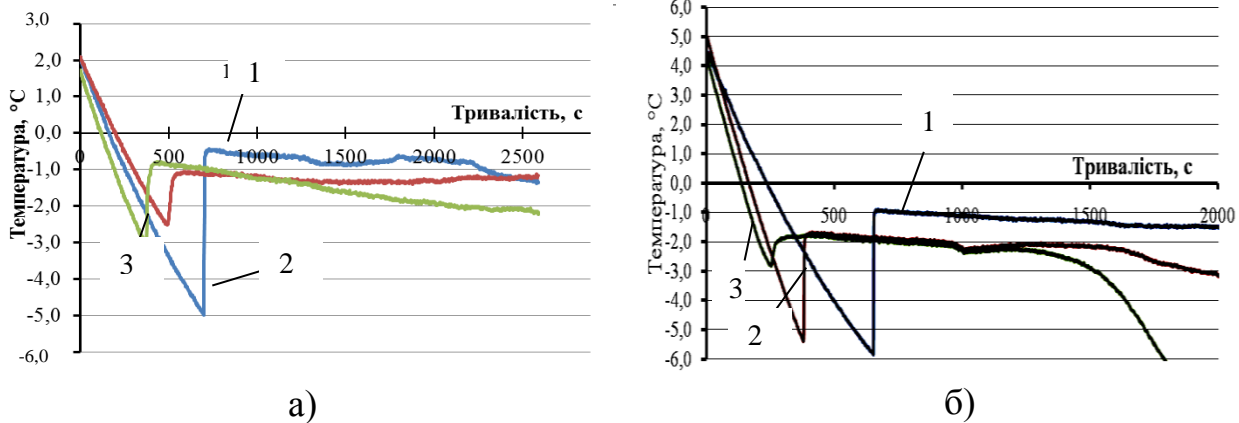
Вологоутримувальну здатність АМ визначали гравіметричним методом Грау-Хамма в модифікації А.А. Алексеєва. Цей показник для АМ отриманої з «Коллагенрго 4402» склав $41,2 \pm 2,1$ %. Різниця між контрольним значенням (АМ вироблена без колагенвмісного інгредієнта) знаходиться в межах похибки, що підтверджує виключно інтенсифікуючу дію «Коллагенрго 4402» на термокислотну коагуляцію без впливу на вологозв'язуючі властивості осадженої АМ.

У четвертому розділі «Обґрунтування складу білково-рослинних сумішей для заморожування» представлено вибір молочно-білкової основи для заморожування. Встановлено, що після розморожування втрати маси сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 9 % становлять $6 \pm 0,2$ %; для 5 % – $7 \pm 0,3$ %, а для нежирного – $9 \pm 0,4$ %. Враховуючи максимальні втрати при

розморожуванні було обрано сир кисломолочний нежирний в якості основи БРС для подальшого вивчення в процесі зберігання при від'ємних температурах.

Вміст рослинного інгредієнта (6...7) % обрано відповідно до мінімальної кількості борошна пшеничного в традиційних напівфабрикатах на основі сиру кисломолочного вітчизняного асортименту.

Визначено кріоскопічну температуру молочно-білкових сумішей із КМ та ЕКМ. Динаміку льодоутворення при заморожуванні СКМ з КМ (а) та ЕКМ (б) і контрольних зразків представлено на рис. 4.



а) б)
1 – контроль (СКМ знежирений), 2 – СКМ+6 % КМ (а) або ЕКМ (б),
3 – СКМ+7 % КМ (а) або ЕКМ (б)

Рисунок 4 – Динаміка льодоутворення при заморожуванні сиру кисломолочного з крупою манною та екструдованою

Згідно інформації (рис. 4. (а, б)), кріоскопічна температура для контролю (СКМ) становить – мінус 0,74 °С; для зразків з КМ у кількості 6 і 7 % – мінус 1,01 та мінус 1,14 °С відповідно, а для зразків з ЕКМ в такій же кількості – мінус 1,76 і мінус 1,82 °С.

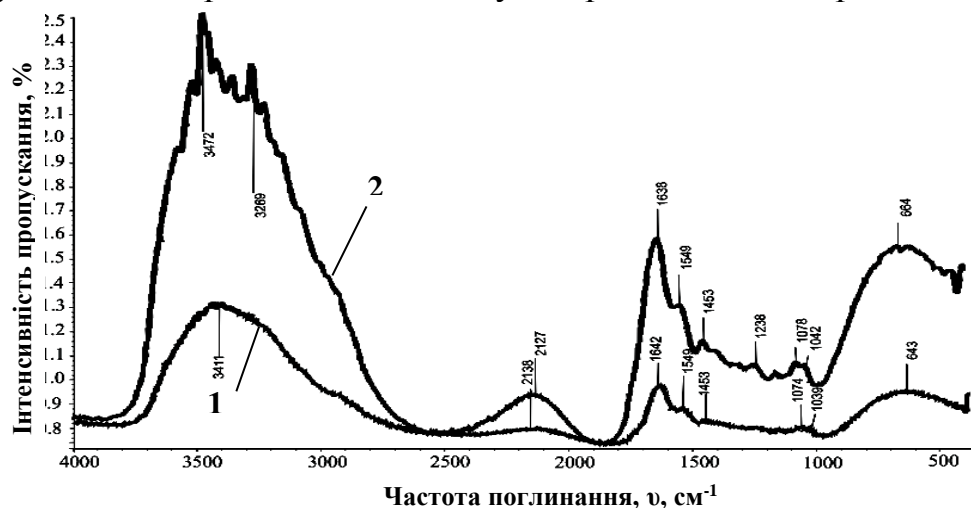
Найвища кріоскопічна температура встановлена для сиру кисломолочного, а найнижча – для СКМ з ЕКМ в кількості 7 %, що підтверджує вплив вуглеводів рослинної складової. Збільшення відсотка ЕКМ з 6 до 7 % призводить до зменшення кількості вимороженої води на 0,75 °С. Кріозахисну дію пов'язують з тим, що гідроксильні групи вуглеводів не можуть ефективно вбудувати Н-зв'язок у кристалічну решітку льоду і перешкоджають зростанню великих кристалів. У нерозчинних полісахаридах, які входять до складу КМ та ЕКМ, гальмування рухливості води може обумовлюватись довгодіючими силами адсорбційного зв'язування води поверхнями харчових волокон рослинних інгредієнтів.

Згідно значень кріоскопічної температури розраховано кількість вимороженої вологи БРС (у %), для зразків з додаванням КМ у кількості 6 та 7 % цей показник склав $86,61 \pm 0,2$ і $85,54 \pm 0,1$ відповідно, а з ЕКМ в таких же кількостях – $80,12 \pm 0,1$ та $79,37 \pm 0,1$. Для контрольного зразка (СКМ) визначено на рівні $88,75 \pm 0,3$ %.

Визначено кріоскопічну температуру АМ отриманої з «Коллаген рго 4402» на рівні мінус 0,6 °С (контроль – мінус 0,3 °С). Аналіз отриманих

результатів свідчить, що введення колагенвмісного інгредієнта під час коагуляції дещо збільшує кількість води, яка не переходить у лід при заморожуванні. Результати досліджень доцільно використати для уточнення режимів повного циклу – заморожування, зберігання, розморожування білково-рослинних сумішей.

Методом ІЧ-спектроскопії визначено вплив заморожування на форми зв'язку вологи в сири кисломолочному та представлено на рис. 5.



1 – до заморожування; 2 – після розморожування

Рисунок 5 – Інфрачервоні спектри поглинання сиру кисломолочного нежирного

Інфрачервоні спектри поглинання сиру кисломолочного нежирного до заморожування та після розморожування за наявності основних смуг подібні. Широка смуга в області $\nu=2500\dots2000\text{ см}^{-1}$ відноситься до рухливого протона, що здатен утворювати Н-зв'язки «місткового» типу. Максимум поглинання в області $1700\dots1500\text{ см}^{-1}$ є деформаційним коливанням води. Зміна інтенсивності широкої смуги в області $\nu=3500\dots3200\text{ см}^{-1}$ характерної для валентних коливань Н-зв'язаних ОН-груп, що знаходяться у вільному стані і беруть участь у внутрішньо- та міжмолекулярних водневих зв'язках трьохмірних структур, свідчить про незначну трансформацію під дією від'ємних температур, що можуть бути зафіксовані фізичними методами. Отримані дані підтверджують втрати частини вологи сиром кисломолочним після розморожування і можливість використання вологозв'язуючих інгредієнтів.

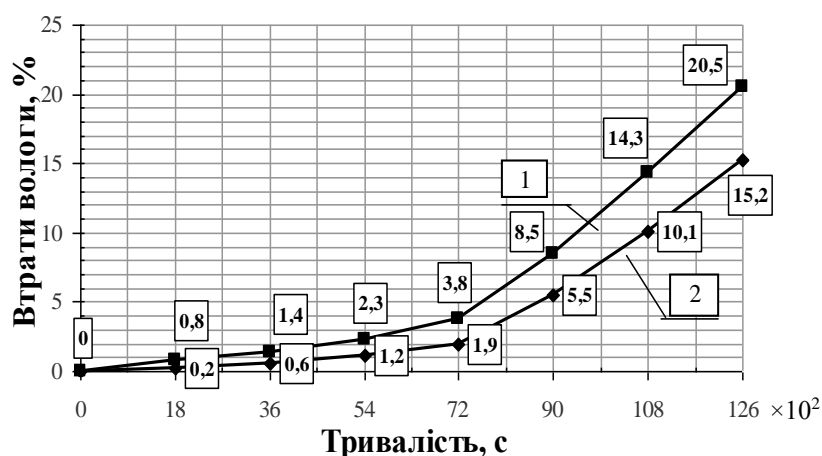
Ваговим методом встановлено, що зі збільшенням вмісту як КМ так і ЕКМ від 6 до 7 % зменшуються втрати маси БРС після розморожування. При додаванні КМ в кількості від 5 до 8 % втрати маси варіюють у межах від $7,8\pm0,2$ до $6,9\pm0,1$ %. Найменші втрати маси $4,47\pm0,1$ % спостерігаються при введенні до білкової основи 7 % ЕКМ.

БРС для заморожування досліджували за вологоутримувальною здатністю, титрованою кислотністю та ефективною в'язкістю. Останній показник важливий для прийняття технологічних рішень щодо умов формування та вилучення БРС з упаковки при розморожуванні. Встановлено, що зі збільшенням вмісту КМ в БРС титрована кислотність знижується з

206±0,3 до 188±0,1 °Т, а для ЕКМ – до 186±0,1 °Т. Отже, кислотність БРС залежить в основному від вмісту та кислотності молочно-білкової складової. Після розморожування БРС, тенденція щодо зміни вище вказаного показника зберігається. Встановлено, що внесення крупи манної та екструдованої підвищують ефективну в'язкість БРС. Так, при додаванні до сиру кисломолочного нежирного КМ та ЕКМ в діапазоні від 5 до 8 %, ефективна в'язкість збільшувалась: для КМ з 426,3±1,3 до 759,1±1,5 Па·с, а для ЕКМ – з 452,6±1,2 до 904,9±1,7 Па·с відповідно.

Досліджено вміст зв'язаної води в БРС методом Р. Грау і Р. Хамма в модифікації Воловинської та Кельма. При додаванні крупи манної та екструдованої у кількості 6 % вміст зв'язаної води в білково-рослинних сумішах збільшувався. Так при додаванні КМ в СКМ до заморожування вміст зв'язаної води збільшувався на 7,5±0,1 % порівняно із контролем, а у зразках з ЕКМ – на 24±0,2 %. Після розморожування ці показники склали 10,9±0,1 та 31,5±0,2 % відповідно для білково-рослинної суміші з КМ та з ЕКМ порівняно з сиром кисломолочним. Це ймовірно пов'язано зі зміною хімічного складу, зокрема з різною кількістю декстринів, у складі КМ та ЕКМ.

Визначено втрати маси при розморожуванні АМ (контроль) та АМ отриманої з колагенвмісним інгредієнтом – «Коллаген про 4402» (рис. 6).



Із зразка АМ, отриманого з «Коллаген про 4402», виділилось 15,2 % вологи, а зі зразка, отриманого за класичною технологією – 20,5 %, що пов'язано з частковим зв'язуванням вільної вологи у продукті колагенвмісним інгредієнтом.

Умовні позначення:

1 – альбумінна маса (контроль); 2 – альбумінна маса, отримана з «Коллаген про 4402»

Рисунок 6 – Втрати вологи при розморожуванні альбумінної маси

для АМ і АМ, отриманої з «Коллаген про 4402» відповідно. Масова частка вологи зменшилась за рахунок виділення сироватки з альбумінної маси при розморожуванні, а вологоутримувальна здатність підвищилась. Зменшити вплив від'ємних температур на якісні та кількісні показники АМ, що направляється на виробництво напівфабрикатів для повторної термічної обробки, можливо за рахунок зниження кількості вільної вологи, яка й визначає вміст вимороженої вологи.

Показники альбумінно-рослинних сумішей (АРС) оптимізовано методом математичного моделювання – Бокса-Уілсона на кубі. Залежність фізико-

Досліджено фізико-хімічні показники АМ після розморожування. Титрована кислотність контролю змінювалась незначно і становила 90±1,5 та 89,1±1,4 °Т –

хімічних показників альбумінно-рослинних сумішей від масової частки вологи альбумінної маси та кількості ЕКМ представлено на рис. 7.

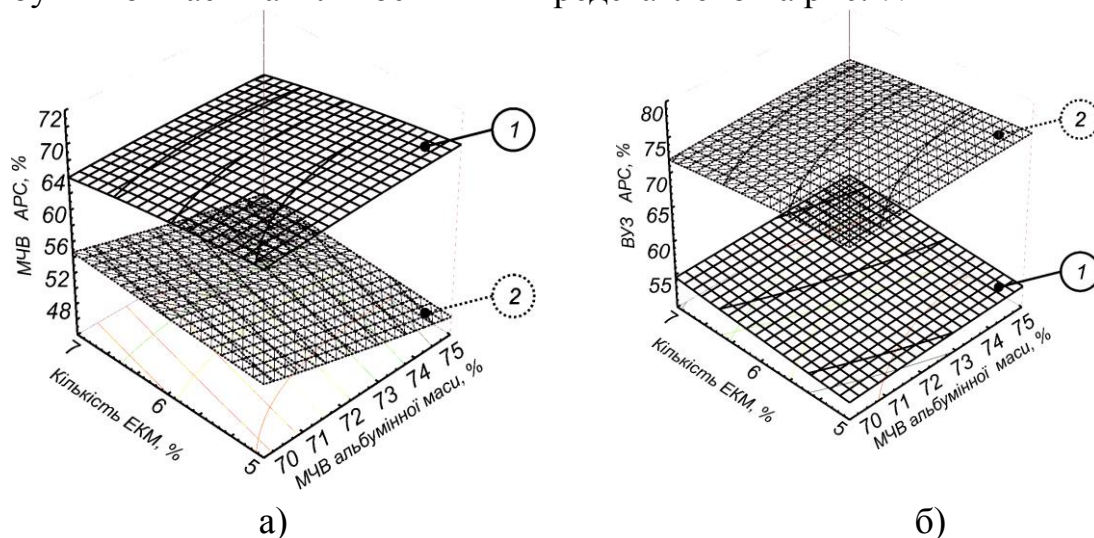


Рисунок 7 – Поверхні відгуку та математичні моделі масової частки вологи (а), %, та вологоутримувальної здатності (б), %, альбумінно-рослинних сумішей до заморожування (1) та після розморожування (2).

Математичні моделі зміни вмісту вологи в АРС (рис. 7а) до заморожування та після розморожування показують, що найвагомим для забезпечення сталих показників є вміст вологи в альбумінній масі, ніж кількість ЕКМ. Максимальне значення масової частки вологи у сумішах до заморожування зафіксоване за найвищої масової частки вологи альбумінної маси – 75 % та кількості ЕКМ – 5 %. Після розморожування найвищі значення МЧВ мали зразки з вологою альбумінної маси – 70 % та кількістю ЕКМ – 7 %.

Крім того ваговим методом встановлено зменшення втрат вологи після розморожування на $13,26 \pm 0,1$ % за зміни кількості ЕКМ від 5 до 7 % в АРС.

Аналіз впливу змінного факторного простору на активну кислотність досліджуваних АРС вказує, що середнє значення цього показника в першу чергу залежить від величини рН альбумінної маси. Після розморожування значення рН змінювався в межах одного відсотка, що не перевищує граничні відхилення вимірювань.

Зміни вологоутримувальної здатності АРС з ЕКМ до заморожування та після розморожування (рис. 7б) також залежать від масової частки вологи АМ. Кількість ЕКМ в однаковій мірі впливає на ВУЗ зразків АРС як до так і після дії від'ємних температур. У розморожених АРС вологоутримувальної здатність зростає в 1,3–1,44 рази порівняно з вище зазначеними зразками та набуває пікових значень при більшій масовій частці вологи 75 % і кількості ЕКМ 7 %. Цей ефект пояснюється гідрофільними властивостями вуглеводної складової ЕКМ в процесі набухання та підсиленням їх в часі.

З технологічної точки зору для зниження втрат та стабілізації якісних показників альбумінно-рослинних сумішей після розморожування оптимальна кількість ЕКМ складає $6,5 \pm 0,5$ %. Отримані АРС рекомендовано

використовувати для корегування складу напівфабрикатів на молочно-білковій основі.

Розроблено технологічну схему підготовки БРС до заморожування та тривалого зберігання з подальшим використанням в технології напівфабрикатів на основі молочно-білкових концентратів (рис. 8).

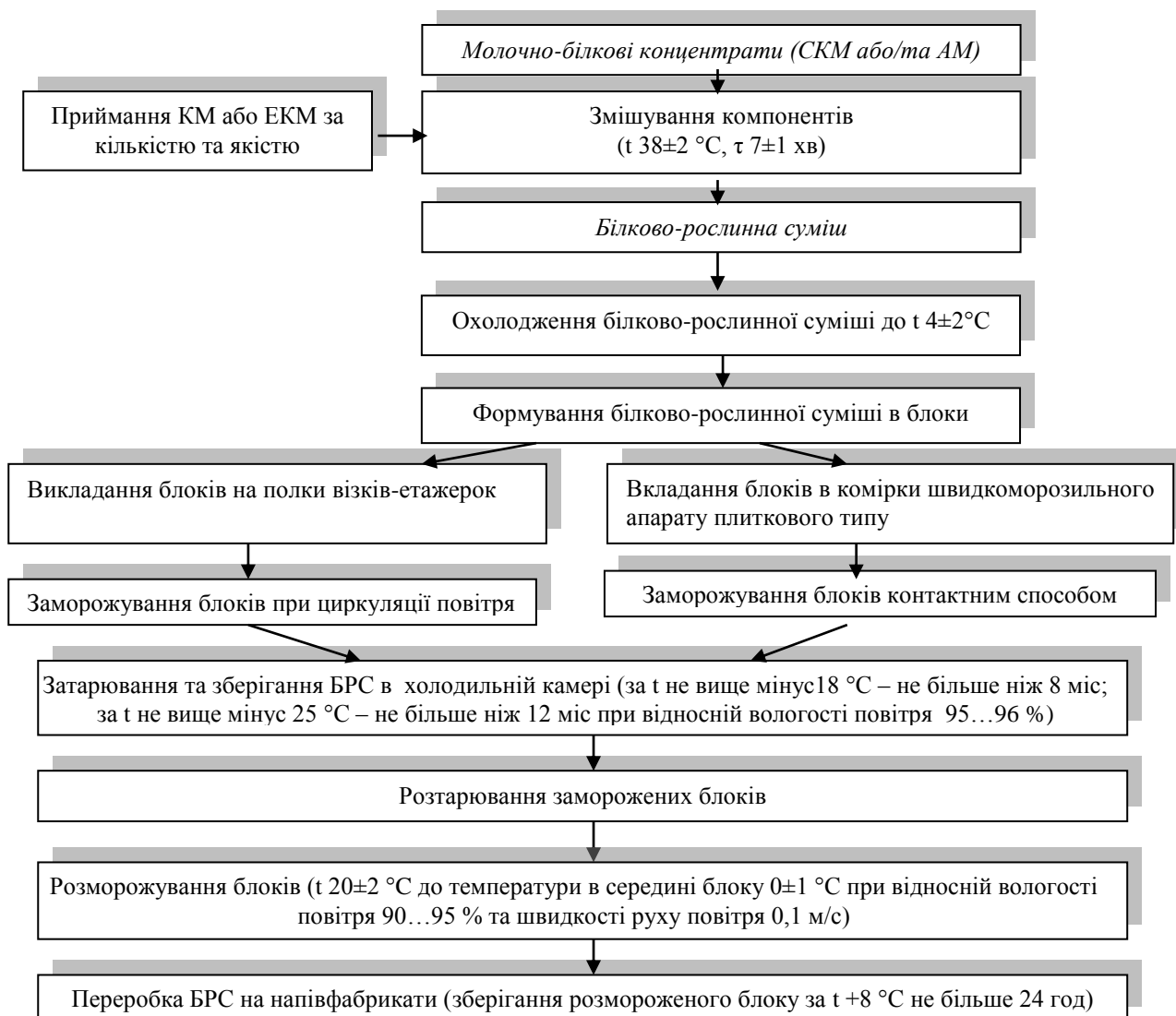


Рисунок 8 – Технологічна схема підготовки БРС до заморожування та використання

Враховуючи необхідність уніфікації сумішей для заморожування обґрунтовано кількість КМ або ЕКМ у складі БРС для збереження органолептичних показників, характерних для традиційних напівфабрикатів на основі сиру кисломолочного, які піддаються повторній термічній обробці.

У п'ятому розділі «Використання розморожених білково-рослинних сумішей в класичних технологіях напівфабрикатів» досліджено вплив традиційних рецептурних компонентів та розмороженої БРС на якість напівфабрикатів. Компоненти, які додаються до розмороженої БРС – цукор білий (10 %), меланж (10 %), борошно (2...8 %), не підвищують кислотність.

Цей показник залежить в основному від вмісту та показників БРС і знаходиться в діапазоні 186...200 °Т.

Значне підвищення вологоутримувальної здатності та ефективної в'язкості модельних зразків напівфабрикатів небажано – ускладнюється механічне формування виробів. Оптимальним варіантом є додавання до розмороженої БРС одночасно двох компонентів – борошна та меланжу в вище зазначених кількостях. Так, при внесенні до БРС яєчного меланжу і борошна, вологоутримувальна здатність модельних зразків напівфабрикатів підвищується з $57,5 \pm 0,1$ до $59,57 \pm 0,1$ %, а ефективна в'язкість зростає з $352,2 \pm 1,1$ до $672,17 \pm 1,1$ Па·с.

Надалі, при повторній термічній обробці, білки яєчного меланжу коагулюють, утворюючи разом з БРС та іншими традиційними рецептурними компонентами не тільки міцну структуру, а й однорідну консистенцію. Процес формування виробів з розмороженого сиру кисломолочного (контроль) та з БРС після розморожування не потребував додаткових операцій або обладнання.

Крім того в результаті досліджень визначено оптимальне співвідношення ППП в суміші – 7,3 : 40,0 : 52,7 (борошно пшеничне : крупа манна : екструдат крупи манної), що забезпечує необхідну вологоутримувальна здатність БРС на етапі змішування з іншими рецептурними компонентами та формуванні напівфабрикатів.

Дослідження вказують на можливість додавання ППП до БРС вже після розморожування в залежності від виду напівфабрикатів. У зв'язку з цим було перераховано існуючі рецептури з використанням в якості основи білково-рослинної суміші.

ВИСНОВКИ

На основі проведених аналітичних та експериментальних досліджень розроблено технологію заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці. Основні результати проведених досліджень наступні:

1. За даними визначень гранулометричного складу та технологічних характеристик обґрунтовано вибір КМ та ЕКМ як складових сумішей на основі молочно-білкових концентратів для стабілізації якісних та кількісних показників в циклі заморожування-розморожування. Встановлено водопоглинальну здатність ЕКМ на рівні $470,8 \pm 2,2$ %, розчинність – $18 \pm 0,1$ %, ступінь набухання – $78,2 \pm 0,5$ % в молочної сироватці. При вологотермічному обробленні збільшується частка низькомолекулярних вуглеводів і пептидів більш доступних для молекул води. Така особливість рослинного компоненту забезпечує зменшення втрат маси МБК при розморожуванні.

2. Визначено кріоскопічну температуру, яка складає мінус $1,01$ °С і мінус $1,14$ °С для БРС з КМ (6 % та 7 %), а для БРС з ЕКМ у вище зазначених кількостях – мінус $1,76$ °С і мінус $1,82$ °С відповідно. Найвищу кріоскопічну температуру зафіксовано для сиру кисломолочного (контроль), а найнижчу для БРС з ЕКМ в кількості 7 %, що підтверджує кріопротекторну дію вуглеводів екструдату крупи манної. Збільшення кількості ЕКМ від 6 до 7 % зменшує

кількість вимороженої води на 0,75 % за температури мінус 25 °С, що важливо для збереження нативних властивостей білків МБК.

3. Методом ІЧ-спектроскопії досліджено форми зв'язку вологи в сирі кисломолочному за дії від'ємних температур. Отримані експериментальні дані свідчать про втрату частини вологи молочними білками після розморожування і можливість використання вологозв'язуючих інгредієнтів. Диференціально термічним аналізом визначено кількість зв'язаної вологи у білково-рослинних сумішах. Цей показник для зразку з КМ становить - 29,01±0,1 %, а з ЕКМ – 32,79±0,2 % відповідно. Отримані результати мають практичне значення для розроблення технологічних заходів зі збереження маси сиру кисломолочного, у тому числі з рослинними інгредієнтами, в процесі його резервування шляхом заморожування.

4. Інтенсифіковано процес термокислотної коагуляції сироваткових білків з КБСУФ та в присутності колагенвмісного інгредієнта, який попереджає диспергування коагульованого альбуміну і сприяє концентруванню пластівців. Час коагуляції білків КБСУФ із масовою часткою сухих речовин 16±2 % з «Коллаген рго 4402» в кількості 0,4 % за температури 92...95 °С зменшився на 10 хв у порівнянні з контролем при однакових умовах.

5. Методами експериментально-статистичного моделювання розроблено ряд математичних моделей показників альбумінно-рослинних сумішей після розморожування. Оптимальна кількість внесення ЕКМ до АМ складає 6,5±0,5 %, як результат – зниження втрат білкової маси при розморожуванні на 4,5±0,2 %. Отримані АРС рекомендовано використовувати для корегування складу напівфабрикатів на основі сиру кисломолочного.

6. Розроблено технологічну схему підготовки БРС до заморожування і тривалого зберігання з подальшим використанням в технології напівфабрикатів на основі молочно-білкових концентратів.

7. Досліджено вплив розмороженої БРС і традиційних рецептурних компонентів на фізико-хімічні та реологічні показники модельних зразків напівфабрикатів. Доведено, що вологоутримувальна здатність та ефективну в'язкість збільшує борошно, що додається в кількостях 2...8 % і ячний меланж (10 %), а зменшує цукор (10 %) за рахунок дегідратуючих властивостей. Кислотність модельних напівфабрикатів визначає кислотність основного компонента – розмороженої БРС. Цю інформацію використано при формуванні виробів для забезпечення якості напівфабрикатів, які піддаються повторній термічній обробці.

8. Розроблено технологію заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці та проект нормативної документації. Доцільність технологічних рішень підтверджена апробацією у виробничих умовах ПАТ «Канівський маслосирзавод» (Черкаська обл.). Соціально-економічний ефект полягає у мінімізації втрат молочно-білкової сировини під час тривалого зберігання при від'ємних температурах, а також використанні АМ отриманої з молочної сироватки у виробництві напівфабрикатів на основі концентратів, розширенні асортименту сучасних продуктів.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Грек О. Кріоскопічна температура сумішей на основі сиру кисломолочного / Олена Грек, Алла Тимчук // Продовольча індустрія АПК. – 2011. – №3. – С. 20-23.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень щодо визначення кріоскопічної температури білково-рослинних сумішей, підготовка матеріалів до друку.

2. Грек О. Технологічні прийоми збереження маси молочно-білкових сумішей з продуктами переробки зернових / Олена Грек, Алла Тимчук // Вісник Харківського національного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – 2012. – Випуск 131. – С. 302-307.

Особистий внесок: проведення інформаційного пошуку та експериментальних досліджень щодо впливу продуктів переробки зернових на кількісні показники молочно-білкових сумішей після розморожування, підготовка матеріалів до друку.

3. Грек Е. Интенсификация процесса денатурации белков молочной сыворотки / Елена Грек, Алла Тимчук // Maisto chemija ir technologija. Mokslo darbai (Food chemistry and technology. Proceedings). Kauno technologijos universiteto maisto institutas. Kaunas. – 2013. – T.47, Nr. 2. – P. 23-31. **Фахове видання Литовської Республіки. Міжнародна наукометрична база Index Copernicus.**

Особистий внесок: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень способів інтенсифікації осадження сироваткових білків при термокислотній коагуляції, підготовка матеріалів до друку.

4. Грек О.В. Математичне моделювання показників альбуміно-рослинних сумішей після розморожування / О.В. Грек, О.О. Онопрійчук, А.В. Тимчук // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – №2. – С. 15-18.

Особистий внесок: експериментальне встановлення оптимальної кількості продуктів переробки пшениці як складових сумішей на основі альбумінної маси для стабілізації якісних та кількісних показників в циклі заморожування-розморожування.

5. Onopriychuk O. Optimization of the composition of the mixture by simplex method / O. Onopriychuk, O. Grek, A. Tymchuk // Ukrainian Food Journal. – 2015. – Volume 4 (1) – P. 50-59. **Міжнародна наукометрична база Index Copernicus.**

Особистий внесок: проведення досліджень щодо оптимізації співвідношення трикомпонентної суміші з вологозв'язуючими властивостями для забезпечення вологоутримуючої здатності білково-рослинних сумішей на етапі змішування з рецептурними компонентами та формуванні напівфабрикатів.

6. Сучасний підхід до розроблення сиркових виробів / А.В. Тимчук, О.О. Онопрійчук, О.В. Грек, А.Г. Пухляк, В.М. Пасічний // Продовольча індустрія АПК. – 2015. – №1 – 2. – С. 25-29.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень щодо визначення технологічних характеристик молочно-рослинних систем, підготовка матеріалів до друку.

7. Пат. 44733 Україна, МПК А 23 D 23/00. Спосіб отримання замороженої молочно-білкової маси / Ковбаса В.М., Грек О.В., Савченко О.А., Тимчук А.В.; заявник та патентокористувач Нац. унів. харч. технологій. – № u200904952; заявл. 19.05.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку щодо використання екструдату зернових для складання білково-рослинних сумішей, які в подальшому направляються на тривале зберігання, підготовка матеріалів до патентування.

8. Пат. 92842 Україна, МПК А 23 D 23/00. Спосіб отримання замороженої молочно-білкової маси / Ковбаса В.М., Грек О.В., Савченко О.А., Тимчук А.В.; заявник та патентокористувач Нац. унів. харч. технологій. – № a200904940; заявл. 19.05.2009; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.

Особистий внесок: проведення інформаційного пошуку щодо застосування продуктів переробки пшениці для зменшення втрат молочно-білкових концентратів після розморожування, підготовка матеріалів до патентування.

9. Пат. 83993 Україна, МПК А 23 С 21/00. Спосіб виробництва альбумінної маси із підсирної сироватки / Грек О.В., Тимчук А.В., Хижняк Н.О., Кушнір Т.В.; заявник та патентокористувач Нац. унів. харч. технологій. – № u201303617; заявл. 22.03.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

Особистий внесок: проведення патентного пошуку щодо способів інтенсифікації процесу термокислотної коагуляції сироваткових білків, підготовка матеріалів до патентування.

10. Пат. 86852 Україна, МПК А 23 С 23/00. Спосіб виробництва альбумінного продукту з екструдатом рису / Грек О.В., Онопрійчук О.О., Тимчук А.В.; заявник та патентокористувач Нац. унів. харч. технологій. – № u201309455; заявл. 29.07.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.

Особистий внесок: проведення літературного та патентного пошуку, узагальнення та систематизація одержаних експериментальних даних, підготовка матеріалів до патентування.

11. Тимчук А. Білково-рослинна суміш для напівфабрикатів на основі сиру кисломолочного / Алла Тимчук, Олена Грек // Продукты & ингредиенты. – 2010. – №1(65). – С. 38-39.

Особистий внесок: проведення досліджень щодо розроблення білково-рослинних сумішей для напівфабрикатів на основі сиру кисломолочного та дослідження їх технологічних характеристик.

12. Тимчук А. Стабілізація молочних білково-жирових продуктів при дефростації / Алла Тимчук, Олена Грек // Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування: всеукр. наук.-практ. конф., 21 – 22 жовтня, 2009 р.: матеріали конф. – Харків, 2009. – С. 175 – 178.

Особистий внесок: встановлення способів зменшення втрат молочних білково-жирових продуктів після розморожування, підготовка матеріалів до друку.

13. Грек О. Визначення кількості вимороженої вологи білково-рослинних сумішей / Олена Грек, Алла Тимчук / Сучасні технології та обладнання харчових виробництв: міжнар. наук.-практ. конф., 29-30 вересня 2011 р.: матеріали конф. – Тернопіль, 2011. – С. 22.

Особистий внесок: дослідження впливу продуктів переробки пшениці на кількість вимороженої вологи білково-рослинних сумішей, підготовка матеріалів до друку.

14. Тимчук А. Технологічні характеристики білково-рослинних сумішей на основі сиру кисломолочного / Алла Тимчук, Олена Грек // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодні та перспективи: міжнар. наук.-практ. конф., 27–28 вересня 2012 р.: матеріали конф. – Київ, 2012. – С. 29.

Особистий внесок: аналітичний огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та оброблення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

15. Грек Е. Перспективи производства полуфабрикатов / Елена Грек, Алла Тимчук // Украина-Болгария – Европейский союз: современное состояние и перспективы: междунар. науч.-практ. конф., 13-19 сентября 2012 г.: материалы конф. – Варна, 2012. – С. 227-230.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку щодо перспективності виробництва напівфабрикатів зокрема і на молочно-білковій основі, підготовка матеріалів до друку.

16. Грек Е. Пути уменьшения потерь массы полуфабрикатов на молочно-белковой основе после дефростации / Елена Грек, Алла Тимчук // Актуальные научные вопросы: реальность и перспективы: междунар. науч.-практ. конф., 26 декабря 2011 г.: материалы конф. – Тамбов, 2012. – С. 149-150.

Особистий внесок: проведення інформаційного пошуку та експериментальних досліджень щодо способів зменшення втрат молочно-білкової основи після дефростації.

17. Тимчук А. Удосконалення технології альбумінної маси / Алла Тимчук, Олена Грек // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей: міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 березня 2013 р.: матеріали конф. – Київ, 2013. — С. 82.

Особистий внесок: встановлення впливу колагенвмісного інгредієнта на зменшення тривалості процесу термокислотної коагуляції сироваткових білків, підготовка матеріалів до друку.

18. Modern technologies of dairy protein products / O.V. Grek, O.A. Savchenko, O.O. Krasulia, A.V. Timchuk // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: междунар. науч.-практ. конф., 17-18 октября 2013 г.: материалы конф. – Алмата, 2013. – С. 21-23.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду літературних джерел сучасних технологій молочно-білкових продуктів, підготовка матеріалів до друку.

19. Тимчук А.В. Вплив колагенвмісного інгредієнта на процес осадження альбумінів сироватки / А.В. Тимчук, О.О. Онопрійчук, О.В. Грек // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей: III міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 березня 2014 р.: матеріали конф. – Київ, 2014. – С. 76-77.

Особистий внесок: аналітичний огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та оброблення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

20. Грек О. Раціоналізація технології альбумінної маси / О.В. Грек, А.В. Тимчук // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: міжнар. наук.-техн. конф., 13-17 жовтня 2014 р.: матеріали конф. – Київ, 2014. – С. 302.

Особистий внесок: підбір і аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до друку.

21. Тимчук А. Вплив заморожування на показники альбумінної маси / Алла Тимчук, Олена Грек // Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції: IV міжнар. наук.-техн. конф., 24-25 березня 2015 р.: матеріали конф. – Київ, 2015. – С. 110-111.

Особистий внесок: встановлення впливу заморожування на втрату вологи альбумінної маси після розморожування, підготовка матеріалів до друку.

АНОТАЦІЯ

Тимчук А.В. Розроблення технології заморожених молочно-білкових сумішей з продуктами переробки пшениці. – 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, 2016.

Дисертаційну роботу присвячено розробленню технології заморожених молочно-білкових сумішей із продуктами переробки пшениці, а саме крупи манної та екструдованої, для забезпечення стабільних якісних і кількісних показників після розморожування при використанні в технологіях напівфабрикатів. Досліджено технологічні характеристики продуктів переробки пшениці, щодо можливостей вологоутримання при поєднанні з молочно-білковими концентратами. Доведено можливості використання колагенвмісного інгредієнту для інтенсифікації процесу термокислотної коагуляції білків молочної сироватки. Досліджено вплив низьких температур на якість молочно-білкових концентратів та втрати після розморожування і визначено кріоскопічну температуру білково-рослинних сумішей. На основі використання методів експериментально-статистичного моделювання розроблено ряд математичних моделей показників якості альбумінно-

рослинних сумішей після розморожування. Досліджено вплив розмороженої білково-рослинної суміші та традиційних рецептурних компонентів (борошна, меланжу, цукру) на органолептичні, фізико-хімічні та реологічні показники модельних зразків напівфабрикатів, що підлягають повторній термічній обробці.

Ключові слова: сир кисломолочний нежирний, альбумінна маса, розморожування, заморожування, білково-рослинна суміш, колагенвмісний інгредієнт, крупа манна, екструдат крупи манної.

АННОТАЦІЯ

Тимчук А.В. Разработка технологии замороженных молочно-белковых смесей с продуктами переработки пшеницы. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробионтов. – Национальный университет пищевых технологий МОН Украины, Киев, 2016.

Диссертационная работа посвящена разработке технологии замороженных молочно-белковых смесей с продуктами переработки пшеницы, для стабилизации качественных и количественных показателей после размораживания и последующим использованием для полуфабрикатов.

На основе изучения технологических свойств круп манной и манной экструдированной (способности к набуханию, растворимости, водопоглощению), а также гранулометрического состава обосновано их применение в белково-растительных смесях для замораживания.

Подтверждена целесообразность использования коллагенсодержащего ингредиента в количестве 0,4 % для интенсификации процесса термокислотной коагуляции белков нативной молочной сыворотки и белкового концентрата с массовой долей сухих веществ (16 ± 2) %, полученного методом ультрафильтрации. При использовании коллагенсодержащего ингредиента продолжительность выше указанного процесса составляет для сыворотки молочной нативной (55 ± 2) мин, а для белкового концентрата соответственно – (40 ± 2) мин, что делает процесс менее энергозатратным.

Доказана возможность сохранения альбуминной массы при минусовых температурах с последующим использованием в качестве молочно-белковой основы для полуфабрикатов.

Методом ИК-спектроскопии подтверждено влияние замораживания на формы связи влаги в твороге. Изменение интенсивности широкой полосы в области характерной для валентных колебаний Н-связанных ОН-групп, находящихся в свободном состоянии и участвующих во внутри- и межмолекулярных водородных связях трехмерных структур, свидетельствует о незначительной трансформации под действием отрицательных температур, которые могут быть зафиксированы физическими методами. Это подтверждает потери влаги творога после размораживания и необходимость использования водосвязывающих ингредиентов.

Исследована криоскопическая температура смесей на основе творога с крупой манной и экструдированной, а также альбуминной массы полученной с использованием при термокислотной коагуляции «Коллаген pro 4402». Незначительные изменения под действием низких температур качества белково-растительных смесей после размораживания, подтверждают криопротекторное действие углеводов и коллагенсодержащего ингредиента. Рассчитано количество вымороженной влаги в молочно-белковых смесях с продуктами переработки пшеницы.

На основе использования методов экспериментально-статистического моделирования разработан ряд математических моделей качественных показателей альбуминно-растительных смесей после размораживания. Оптимальное количество, для снижения потерь при размораживании, экструдата крупы манной составляет $(6 \pm 0,5)$ % в смесях с альбуминной массой. Полученные альбуминно-растительные смеси рекомендовано использовать для корректировки состава полуфабрикатов на основе молочно-белковых концентратов.

Исследовано влияние размороженной белково-растительной смеси и традиционных рецептурных компонентов на органолептические, физико-химические и реологические показатели модельных полуфабрикатов. Влагоудерживающую способность и эффективную вязкость образцов повышает мука пшеничная и яичный меланж, а уменьшает сахар за счет своих дегидратирующих свойств. Кислотность модельных полуфабрикатов определяется кислотностью основного компонента – размороженной белково-растительной смеси.

При повторной термической обработке, белки яичного меланжа коагулируют, образуя вместе с белково-растительной смесью и другими традиционными рецептурными компонентами не только прочную структуру, но и однородную консистенцию. Дальнейшее формирование изделий как с размороженного творога (контроль), так и с белково-растительной смесью подобно.

Установлено оптимальное соотношение в смеси продуктов переработки пшеницы – 7,3 : 40,0 : 52,7 (мука пшеничная : крупа манная : экструдат крупы манной), внесение которых удовлетворяет требованию по влагоудерживающей способности белково-растительной основы на этапе ее смешивания с другими рецептурными компонентами и формирования полуфабрикатов.

Разработана технологическая схема подготовки белково-растительных смесей до замораживания и низкотемпературного хранения с последующим использованием в технологии полуфабрикатов на основе молочно-белковых концентратов.

Практическая новизна подтверждена патентами Украины. Разработаны проекты нормативной документации ТУ У 15.5-02070938-108:2011 «Замороженная основа для полуфабрикатов на основе творога» и ТУ У 15.5-02070938-099:2009 «Концентрат сывороточный белковый, полученный методом ультрафильтрации и диафильтрации» с экспертным выводом центра

оценки качества сырья и готовой продукции Национального университета пищевых технологий.

Технология молочно-белковых смесей с продуктами переработки пшеницы апробирована в производственных условиях ПАО «Каневский маслосырзавод» (Черкасская обл.).

Ключевые слова: творог, альбуминная масса, размораживание, замораживание, белково-растительная смесь, коллагенсодержащий ингредиент, крупа манная, крупа манная экструдированная.

ANNOTATION

Tymchuk A.V. Development of technology of frozen milk-protein mixtures with products processing wheat. – Manuscript copyright.

Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in speciality 05.18.04 - Technology of meat, dairy products and products made of hydrobionts. - National University of Food Technologies MES of Ukraine, Kyiv, 2016.

The thesis is devoted to technology development of frozen milk-protein mixtures with wheat products, namely extruded semolina, to ensure stability of quality and quantity parameters after thawing when used in semi-finished products technologies. Technological characteristics of wheat products and their water retention capabilities when combined with milk-protein concentrates were researched. It was proven that it is possible to use collagen ingredient for process intensification of thermoacid coagulation of whey proteins. The effect of low temperatures on the quality of the milk-protein concentrates and the loss after thawing was researched and the cryoscopic temperature of the protein-plant mixtures were determined. Using methods of experimental-statistical modeling a series of mathematical models for quality indicators of albumin-plant mixture after thawing were developed. The effect of thawed protein-plant mixture and traditional prescription ingredients (flour, melange, sugar) on the organoleptic, physico-chemical and rheological parameters of model samples of semi-finished products, that are going to be reheated, were researched.

Key words: low-fat cottage cheese, albumen mass, thawing, freezing, protein-plant mixture, collagen-containing ingredient, semolina, semolina extrudate.