

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

СКОЧКО ОЛЕКСІЙ ІВАНОВИЧ



УДК 637. 513.8

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ
НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КРІОПРОТЕКТОРІВ**

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

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2020

Робота виконана на кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Шевченко Ірина Іванівна**, Національний університет харчових технологій МОН України, професор кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Ощипок Ігор Миколайович**, Львівський торговельно-економічний університет Центральної спілки споживчих товариств України, завідувач кафедри харчових технологій

кандидат технічних наук, доцент **Поварова Наталя Миколаївна**, Одеська національна академія харчових технологій МОН України, доцент кафедри технології м'яса, риби і морепродуктів

Захист відбудеться « 24 » вересня 2020 р. 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 – 311.

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

Автореферат розісланий « 22 » серпня 2020 р.

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



Н. М. Ющенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дисертації. Забезпечення населення України якісними продуктами харчування завжди було одним із актуальних напрямків діяльності м'ясопереробної галузі харчової промисловості. Особливості функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини, різноманітність фізико-хімічних і мікробіологічних процесів, що супроводжують її зберігання та промислову переробку, зумовлюють необхідність комплексного підходу до вивчення та оцінки інгредієнтів, що формують кількісні та якісні показники м'ясних продуктів.

Одним з технологічних прийомів підвищення якості заморожених напівфабрикатів є використання білково-полісахаридних сумішей, механізм кріопротекторної дії яких пов'язаний з утворенням аморфної структури всередині продукту, зменшенням кількості центрів кристалізації та зниженням активності води a_w , що особливо важливо для м'ясопродуктів тривалого зберігання при мінусових температурах.

Вирішенню технологічних проблем якості напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених присвячені наукові праці багатьох вчених: Ф. В. Холодова, В. І. Криштафовича, Н.К. Журавської, І.О. Рогова, Л. А. Яблоненко, М. С. Алієва, О. В. Ізотова, Л. Г. Віннікової, М. О. Янчевої, E. Dickinson, L. Klara, P. Z. Lian, J. Milani та ін.

Разом з тим, не зважаючи на значний за обсягом та ґрунтовний теоретичний та експериментальний матеріал робіт вищезгаданих науковців, існують достатньо чисельні практичні проблеми, що потребують вирішення відповідно до сучасного науково-технічного рівня розвитку м'ясопереробної промисловості.

Найбільший інтерес на сучасному етапі розвитку технології як науки спрямований на використання в складі м'ясних продуктів із низькосортної сировини білків тваринного походження та харчових волокон, які виявляють функціонально-технологічні властивості та характеризуються високою харчовою і біологічною цінністю.

Саме тому доволі перспективним напрямком розвитку технології напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених є пошук і наукове обґрунтування нових видів технологічно-ефективних білково-полісахаридних композицій, які були б здатні нівелювати недоліки низькофункціональної м'ясної сировини, запобігати негативному впливу низьких температур при тривалому зберіганні та покращувати склад та якість напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених.

Вирішення питань, пов'язаних зі створенням науково-обґрунтованих підходів до удосконалення існуючої технології посічених напівфабрикатів шляхом використання білково-полісахаридних композицій з метою моделювання їх складу, відповідно до існуючих медико-біологічних вимог, та в якості кріостабілізуючих комплексів представляється доцільним та актуальним на даному етапі розвитку технології м'ясних продуктів.

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

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів в Національному університеті харчових технологій в межах госпдоговірної науково-дослідної роботи на тему «Використання казеїнату натрію у виробничому процесі різних видів харчових продуктів» (договір підряду 374/16-3) та в межах держбюджетної тематики: «Науково-практичне обґрунтування технологій м'ясних та м'ясомістких продуктів подовженого терміну зберігання», № держреєстрації 0118U003557.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення технології напівфабрикатів м'ясних посічених шляхом використання кріостабілізуючої білково-полісахаридної композиції для усунення недоліків низькосортної м'ясної сировини та нівелювання негативних наслідків тривалого зберігання в замороженому стані.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні **завдання**:

- на підставі аналізу науково-технічної інформації обґрунтувати основні проблеми, пов'язані з впливом негативних наслідків процесів заморожування та тривалого зберігання при мінусових температурах на якість напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених, та розглянути шляхи їх вирішення;
- дослідити функціонально-технологічні властивості білкових компонентів та харчових волокон з урахуванням їх фізико-хімічних параметрів та вихідних властивостей;
- теоретично та експериментально обґрунтувати та оптимізувати склад білково-полісахаридної композиції з функціонально-технологічними, у тому числі кріостабілізуючими властивостями шляхом використання тваринних білків та харчових волокон: білка плазми крові Verpro 75 PSC, казеїнату натрію «Dairy Co», харчових волокон льону і подорожнику;
- дослідити вплив розробленої білково-полісахаридної композиції на якість напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених в умовах їх тривалого зберігання в замороженому стані;
- розробити практичні рекомендації з використання білково-полісахаридної композиції у технології напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених. Провести промислову апробацію удосконаленої технології та оцінити її економічну ефективність.

Об'єкт дослідження – технології напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених.

Предмет дослідження – білкові добавки тваринного походження (білок плазми крові, казеїнат натрію), харчові волокна льону, подорожнику, білково-полісахаридні композиції, м'ясні фаршеві системи, напівфабрикати м'ясні посічені заморожені класичних і нових видів, їх показники якості, технологічні процеси.

Методи дослідження. У роботі використано аналітичні та експериментальні методи досліджень: фізико-хімічні (для визначення якісного і кількісного складу, функціонально-технологічних характеристик білкової і жирової сировини), інструментальні (для визначення стану води в харчових системах, структурно-механічних характеристик, амінокислотного та

жирнокислотного складу), біологічні (для визначення мікробіологічних показників), математичні та математично-статистичні (для математичного моделювання, оптимізації й статистичного оброблення експериментальних даних).

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі вперше теоретично і експериментально обґрунтовано склад функціональної білково-полісахаридної композиції з кріостабілізуючими властивостями для використання у напівфабрикатах м'ясних посічених заморожених.

Науково доведено ефективність використання білково-полісахаридної композиції (білок плазми крові, казеїнату натрію, харчові волокна льону та подорожнику за співвідношення 1:1:2:2) як технологічного чинника впливу на функціонально-технологічні та кріостабілізуючі властивості модельних м'ясних фаршевих систем з низькофункціональної м'ясної сировини.

Встановлено закономірність зміни стабільності функціонально-технологічних властивостей м'ясних модельних фаршевих систем залежно від вмісту білково-полісахаридної композиції, тривалості холодильного оброблення та кількості вимороженої води.

На основі пошуку екстремумів математичної залежності кількості вимороженої вологи від тривалості зберігання посічених м'ясних напівфабрикатів за температури мінус 10 °С визначено раціональний вміст білково-полісахаридної композиції – 3 %, при якій кількість вимороженої води є мінімальною, що дозволяє сформувати та зберегти стабільно високі функціонально-технологічні, структурно-механічні, органолептичні властивості продуктів на всіх етапах технологічної обробки та зберігання.

Практичне значення отриманих результатів. Проведені в дисертаційній роботі теоретичні та експериментальні дослідження дозволили розробити науково-практичні рекомендації щодо удосконалення технології напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених з високою харчовою цінністю.

Удосконалено ресурсозберігаючу технологію напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених, що сприяє покращенню властивостей низькосортної м'ясної сировини, уповільненню перебігу процесу заморожування, попереджає значне кристалоутворення та нівелює негативні наслідки тривалого зберігання в замороженому стані.

Обґрунтовано раціональний вміст кріопротекторної композиції у складі посічених напівфабрикатів, що підвищує їх показники якості.

На основі визначення залежності зміни структурно-механічних властивостей та функціонально-технологічних характеристик напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених від складу білково-полісахаридної композиції, удосконалено технологію напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених.

Удосконалену технологію напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених апробовано в умовах ТОВ «Тернопільський м'ясокомбінат» та ТОВ «НАША», що підтверджено актами виробничої перевірки.

Розроблено ТУ У 15.1 – 0207938-288:2019 на «Напівфабрикати м'ясні посічені з використанням білково-полісахаридних добавок».

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес і наукову роботу кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій (м. Київ)

Розраховано очікувану економічну ефективність від впровадження удосконаленої технології, що складає 2190 грн/т.

Впровадження даної технології можливе на існуючому обладнанні м'ясопереробних підприємств і не потребує залучення додаткового обладнання.

Особистий внесок здобувача. Усі експериментальні дослідження проведені здобувачем самостійно, за наукового керівництва доктора технічних наук, професора І.І. Шевченко. Серед них – окреслення проблеми, завдань і програми досліджень, аналіз, оброблення та узагальнення результатів, формулювання висновків, підготовка матеріалів до опублікування, розроблення патентів, нормативних документів, участь у промисловій апробації розробки.

Експериментальну частину роботи виконано в лабораторіях кафедр технології м'яса і м'ясних продуктів, фізичної і колоїдної хімії, холодильної техніки, проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ.

Ряд досліджень виконано у співавторстві зі співробітниками кафедри технології зберігання і переробки зерна, кафедри мікробіології та мікробного синтезу Національного університету харчових технологій; кріопротекторні властивості та кріоскопічну температуру у модельних системах досліджено разом з к.т.н., М. М. Масліковим; моделювання складу білково-полісахаридних комплексів, напівфабрикатів м'ясних, посічених заморожених та математичне опрацювання результатів - з к.т.н. Н. М. Бреус. Дослідження амінокислотного складу продуктів проведено зі співробітниками Інституту біохімії ім. О. В. Палладіна НАН України, мікробіологічного забруднення сировини і продуктів – зі співробітниками Центру оцінки якості НУХТ.

Аналіз та узагальнення результатів проведено особисто автором.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися на 82-й міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 2016 р., П'ятій міжнародній науково-технічній конференції, 2016 р., 83-й Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 2017 р., 84-й міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 2018 р., VII-й Міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції», 2018 р.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 19 наукових робіт, у тому числі 5 статей у наукових фахових виданнях України та інших держав, п'ять патентів на корисну модель, 5 публікацій у матеріалах міжнародних, всеукраїнських, наукових, науково-практичних і науково-технічних конференцій та конгресів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі змісту, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів з висновками, загальними висновками, списку використаних джерел (176 найменувань на 20

сторінках) та додатків з актами дегустацій, досліджень і впровадження. Робота містить 142 сторінки основного тексту, 15 рисунків та 21 таблицю.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи. Сформульовано мету, завдання досліджень, об'єкт та предмет досліджень, наукову новизну, практичне значення, а також основні положення, які захищаються здобувачем.

У першому розділі «Наукові та практичні передумови удосконалення технології напівфабрикатів м'ясних посічених на основі використання кріопротекторів» представлено аналітичний огляд науково-технічної та патентної літератури щодо науково-практичного стану досліджень, направлених на збереження якісних показників напівфабрикатів м'ясних посічених при низькотемпературному заморожуванні та тривалому зберіганні.

Доведено, що важливим аспектом управління технологічними процесами виробництва заморожених м'ясних напівфабрикатів є науково обґрунтований підхід до визначення якісного та кількісного складу рецептурних інгредієнтів напівфабрикатів, що формують їх функціонально-технологічні властивості, хімічний склад та харчову цінність з урахуванням специфіки процесів, що супроводжуються кріостабілізуючим впливом низьких температур.

Теоретично обґрунтовано доцільність використання харчових інгредієнтів кріопротекторної дії, які дозволяють зменшити витрати м'ясної сировини під час холодильної обробки та зберігання, знизити інтенсивність перебігу фізико-хімічних та біохімічних процесів, отримати широкий асортимент продукції високої якості в умовах тривалого зберігання в замороженому стані (до 30 діб за температури мінус 10 °C);

Узагальнення даних літературного огляду дозволило обґрунтувати науково-технічні та економічні передумови удосконалення технології напівфабрикатів м'ясних посічених шляхом використання кріопротекторів та сформулювати робочу гіпотезу, завдання та обрати напрямки досліджень.

У другому розділі «Об'єкти та методи дослідження, постановка експерименту» представлено загальну схему проведення досліджень, наведено характеристики об'єктів досліджень, викладено методологічні підходи відповідно до поставлених завдань.

У роботі використано аналітичні та експериментальні методи досліджень відповідно до ДСТУ, методичних вказівок МОЗ України: інструментальні, фізичні, хімічні, біохімічні, гістологічні, мікробіологічні.

Структурно-механічні показники визначали на пенетрометрі Ulab3-31M. Показник активності води a_w модельних фаршевих систем та м'ясних посічених напівфабрикатів визначали за допомогою аналізатора Rotronic Hygro Palm – 23. Кріоскопічну температуру модельних фаршевих систем та м'ясних посічених напівфабрикатів визначали методом термічного аналізу, що базується на побудові кривих зміни температури у часі.

У роботі використано методи математичного планування експерименту, оброблення даних та їх графічну ілюстрацію з використанням комп'ютерних методик.

У третьому розділі «Теоретичне та експериментальне обґрунтування складу білково-полісахаридної композиції з функціонально-технологічними властивостями» науково обґрунтовано можливість використання в складі функціональної білково-полісахаридної композиції з кріостабілізуючими властивостями харчових волокон льону та подорожника, тваринних білків плазми крові Verpro 75 PSC та казеїнату натрію «Dairy Co».

Науково доведено, що харчові волокна льону та подорожника є поліфункціональними компонентами, які здатні покращувати консистенцію, адсорбувати воду, зменшувати втрати маси та збагачувати кінцевий продукт баластними речовинами. У той же час, як і для більшості волокон, що містять суміш розчинних і нерозчинних фракцій, вони мають невисоку здатність адсорбувати жир.

З метою покращення здатності до формування на механізованих лініях м'ясних посічених напівфабрикатів, до складу яких входять окремі види харчових волокон, досліджено можливість поєднання функціонально-технологічних властивостей харчових волокон льону та подорожнику у діапазоні співвідношень від 60:40 до 70:30 у складі фаршевих систем (табл. 1).

Таблиця 1 – Функціонально-технологічні властивості модельних м'ясних систем з сумішшю харчових волокон льону та подорожнику (n=3, P≥0,95)

Склад суміші харчових волокон	pH, од.	Волого-утримувальна здатність, %	Жиро-утримувальна здатність, %	Емульгувальна здатність, %	Стабільність емульсії, %
Льон:подорожник 50:50	7,10	72,60±3,18	72,20±3,41	67,62±2,98	71,24±2,79
Льон:подорожник 60:40	6,93	71,82±3,43	71,42±3,13	67,12±3,06	69,61±3,24
Льон:подорожник 70:30	6,85	71,43±3,07	71,13±3,19	67,09±2,84	69,25±2,63

Відповідно до результатів досліджень наведених у табл. 1, встановлено, що найкращі функціональні властивості в модельних м'ясних системах виявляє суміш харчових волокон льону та подорожнику у співвідношенні 50:50 (1:1).

Для визначення раціонального співвідношення між білками плазми крові Verpro 75 PSC та казеїнатом натрію, було використано непрямий метод – метод амінокислотних шкал, шляхом порівняння відсоткового вмісту амінокислот у досліджуваному білковому продукті і у такій же кількості умовного “ідеального” білку, що цілком задовольняє потреби організму за вимогами FAO/WHO і який найчастіше використовується для визначення біологічної цінності білкових продуктів.

За результатами розрахунків (табл. 2) встановлено раціональне співвідношення між білками плазми крові та казеїнатом натрію, як 1:1. Амінокислотні скори по кожній амінокислоті у складі суміші білків становлять

не менше 92,5 %, порівняно з білковими інгредієнтами – 60 %, отже суміш білків краще за білкові інгредієнти відповідає еталонному білку.

Таблиця 2 – Амінокислотний склад білків та композиційної суміші

Назва амінокислоти	Амінокислотний склад, г/100 г білку				Амінокислотний скор, %, білків		
	Verpro 75 PSC	казеїнат натрію	суміш білкова 1:1	FAO/WHO	Verpro 75 PSC	казеїнат натрію	суміш білків 1:1
Вал	4,1	6,2	5,2	5,0	82,0	124,0	104,0
Іле	3,4	4,5	4,0	4,0	60,0	112,5	100,0
Лей	6,7	7,3	7,0	7,0	95,7	104,3	100,0
Ліз	5,7	7,4	6,6	5,5	103,6	134,5	118,2
Мет+цис	4,6	2,1	3,4	3,5	131,4	60,0	97,1
Тре	4,2	3,2	3,7	4,0	105,0	80,0	92,5
Три	1,2	1,2	1,2	1,0	120,0	120,0	120,0
Фен+тир	7,0	4,2	5,6	6,0	116,7	70,0	93,3
Сума	36,9	36,1	36,7	36,0			

Комбінування м'ясної сировини з додатковими джерелами тваринного білку дозволяє збалансувати м'ясний білок, знизити частину надлишку незамінних амінокислот, які не засвоюються організмом, і підвищити біологічну цінність посічених напівфабрикатів шляхом наближення їх до потреб організму.

На підставі отриманих експериментальних даних за рівнем вологоутримувальної, жирутримувальної, емульгувальної здатності та стабільності емульсії, було науково обґрунтовано та розроблено функціональну білково-полісахаридну композицію, до складу якої увійшли білок плазми крові Verpro 75 PSC, казеїнату натрію «Dairy Co», клітковина подорожника та льону за співвідношення 1:1:2:2 та визначено їх рекомендовану ступінь гідратації для отримання стабільних модельних м'ясних систем (табл. 3).

Таблиця 3 – Функціонально-технологічні властивості модельних м'ясних систем з білково-полісахаридною композицією за різного співвідношення між складовими (n=3, P≥0,95)

Співвідношення між сумішами тваринних білків та клітковини	pH, од.	Вологоутримувальна здатність, %	Жирутримувальна здатність, %	Емульгувальна здатність, %	Стабільність емульсії, %
контроль	6,30±0,02	68,33±3,31	60,69±3,18	65,78±2,69	70,05±2,68
1:2	6,35±0,02	74,91±3,19	65,54±3,04	69,35±2,65	74,13±2,68
1:1	6,30±0,02	74,32±3,08	65,19±3,15	68,71±2,73	73,81±2,24
2:1	6,35±0,02	74,62±3,21	64,31±3,12	69,30±2,63	74,01±2,69

Проведені дослідження доводять синергетичну взаємодію між тваринними білками та харчовими волокнами за рекомендованого співвідношення. Завдяки гідрофільним властивостям білково-полісахаридна композиція запропонованого складу може захистити м'ясні системи від деструкції клітин при кріоконсервуванні та сприятиме раціональному

використанню додаткових джерел тваринної та рослинної сировини, що потребує додаткових досліджень.

У четвертому розділі «Обґрунтування рецептурного складу модельних зразків напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених» вивчено вплив білково-полісахаридної композиції на фізико-хімічні, функціонально-технологічні та структурно-механічні показники модельних фаршевих м'ясних систем та органолептичні показники дослідних зразків посічених напівфабрикатів.

Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що введення у якості функціонального інгредієнту у м'ясні фаршеві системи білково-полісахаридної композиції у кількості 2,0 % ... 3,5 % підвищує їх вологоутримувальну здатність – на 9,7...17,3 %, а жирутримувальну здатність – на 9,4...9,7 %, що безумовно сприяє покращенню структури модельних зразків посічених напівфабрикатів (табл. 4).

Таблиця 4 – Структурно-механічні характеристики дослідних зразків посічених напівфабрикатів з білково-полісахаридною композицією після термічного оброблення

Вміст білково-полісахаридної композиції	Пенетрація (глибина занурення голкового індентора, мм)	Пенетраційна напруга, Па
Контроль	$28,40 \pm 0,15$	$17,25 \pm 0,09$
Зразок 1 – 2,0 %	$19,70 \pm 0,10$	$24,87 \pm 0,12$
Зразок 2 – 2,5 %	$17,90 \pm 0,09$	$27,37 \pm 0,14$
Зразок 3 – 3,0 %	$17,60 \pm 0,10$	$27,54 \pm 0,12$
Зразок 4 – 3,5 %	$17,09 \pm 0,09$	$27,63 \pm 0,14$

Виявлений ефект можна пояснити тим, що рекомендовані до використання у складі БПК харчові волокна мають низьку температуру клейстеризації, близьку до температури денатурації білків м'яса, при якій відбувається відділення води, що забезпечує поглинання її білково-полісахаридними комплексами при набуханні.

Результати досліджень також свідчать про зростання стабільності м'ясних систем дослідних зразків на 15,7...16,5 %, порівняно з контрольним зразком.

Також виявлено, що введення до складу рецептур посічених напівфабрикатів білково-полісахаридної композиції у кількості 3 % дозволяє знизити втрати їх маси при термічному обробленні на 2,08...6,10 % (табл. 5).

Таблиця 5 – Втрати маси термооброблених модельних фаршевих систем з білково-полісахаридними композиціями

Втрати маси, % під час	Вміст білково-полісахаридної композиції, %				
	контроль	2,0	2,5	3,0	3,5
теплого оброблення до заморожування	$29,33 \pm 1,12$	$20,25 \pm 0,93$	$17,50 \pm 0,78$	$16,23 \pm 0,78$	$16,42 \pm 0,79$
заморожування	$2,64 \pm 0,12$	$1,96 \pm 0,09$	$1,76 \pm 0,07$	$1,65 \pm 0,08$	$1,66 \pm 0,08$

Так як процеси в циклі кріозаморожування та розморожування відбуваються з великою швидкістю за малий проміжок часу і в малих об'ємах середовища, відсутньою є можливість спостереження за температурою зразка і середовища за допомогою термометрів та візуального контролю зміни агрегатного стану розчину. Тому опис кінетики процесу виморожування вологи у м'ясних фаршевих системах було здійснено математично.

Моделювання та обробка експериментальних даних виконувались за допомогою математичного пакету MathCad 15. Отримане рівняння математичної моделі має вигляд:

$$Z = 0.344 - 0.164x + 0.041x^2 + 0.166y - 0.003y^2 - 0.009xy, \quad (1)$$

Описаний поліном (1) в графічному вигляді демонструє сукупний вплив технологічних факторів – кількості білково-полісахаридної композиції (x) та тривалості холодильного оброблення (y) на кількість вимороженої вологи (z) в модельних зразках посічених напівфабрикатів. 3D графік площини відгуку та лінії постійних значень площини відгуку, представлено на рис. 1, 2.

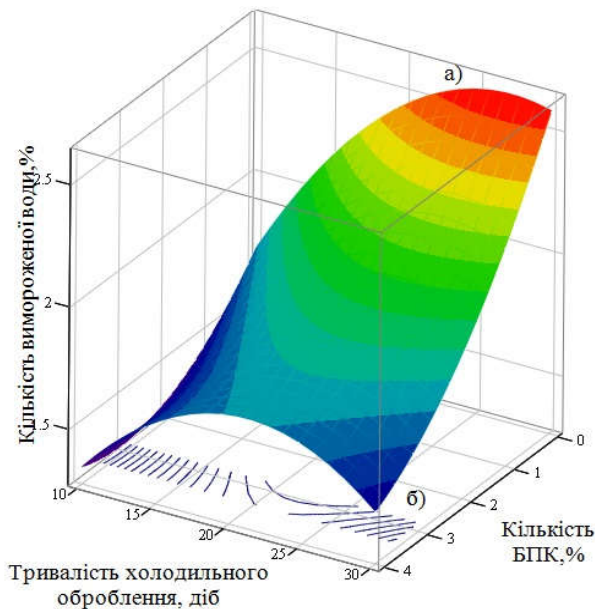


Рисунок 1 – 3D графік площини відгуку а) та графік оптимальних ліній рівня б) залежності кількості вимороженої води від кількості білково-полісахаридної композиції та тривалості холодильного оброблення

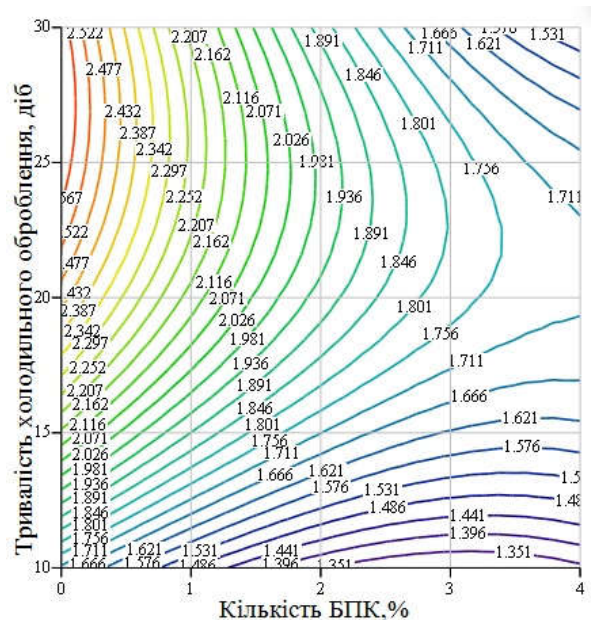


Рисунок 2 – Лінії постійних значень залежності кількості вимороженої води від кількості білково-полісахаридної композиції та тривалості холодильного оброблення

Розраховане середньоквадратичне відхилення $\sigma=0,012$ % свідчить про досить високий ступінь відтворюваності процесу зберігання при температурі 10 °C за допомогою площини відгуку. На основі пошуку екстремумів математичної залежності визначено раціональний вміст БПК та тривалість холодильного оброблення, за яких кількість вимороженої води мінімальна і дорівнює:

$$Y(x, y) \rightarrow \min \text{ при } y = 3\%; y = 10..30 \quad (2)$$

Таким чином, можна зробити висновок, що використання функціональної білково-полісахаридної композиції у кількості 3 % здатне мінімізувати кількість вимороженої води протягом усього передбаченого технологією терміну зберігання за температури мінус 10 °С.

Визначення втрат при термічному обробленні модельних фаршевих систем показало, що всі розроблені зразки мають більший вихід, а максимальний вихід мають зразки з використанням 3,0 % білково-полісахаридної композиції. Найвищу органолептичну оцінку, у порівнянні з контрольним зразком, отримали зразки з вмістом білково-полісахаридної композиції 3,0 %, що характеризувалися більшою соковитістю та міцністю структури (рис. 3). Найбільші зміни органолептичних показників якості (після заморожування, зберігання протягом 30 діб і розморожування) спостерігались в контрольних зразках, що характеризувалися недостатньою соковитістю, крихкістю структури, меншим виходом та більш високими на 6,18...7,25 % втратами при термообробленні.

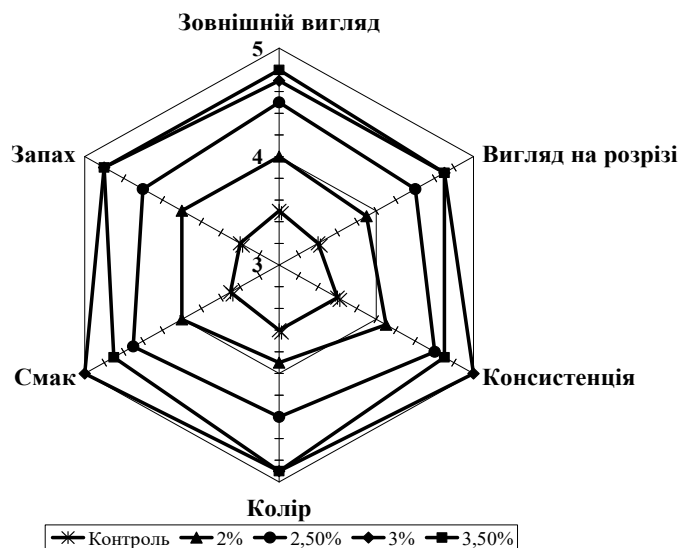


Рисунок 3 – Профілі якості модельних зразків посічених напівфабрикатів за органолептичними показниками та рецептурним складом

Білково-полісахаридна композиція як кріопротектор у складі модельних і фаршевих систем також знижує показник активності води a_w на 0,031...0,067 порівняно з контрольним зразком (рис.4).

При виморожуванні води підвищується концентрація розчинів сполук у м'ясних системах, що, в свою чергу, впливає на зміну показника рН та сили іонних взаємодій в наближеному до молекули білку шарі. Це явище є наслідком не лише дегідратації та агрегації, але й розпаду глікогену, що залишився у м'ясі до заморожування, та утворення молочної кислоти. Під час заморожування, зберігання, розморожування та термічного оброблення у посічених напівфабрикатах спостерігалось незначне зниження величини активної кислотності на 0,02...0,04 од. рН відносно початкового рівня рН. Значення рН дослідних зразків знаходиться у діапазоні 6,05...6,07, що вказує на достатньо

високі показники стабільності білкової системи та вологоутримувальної здатності.

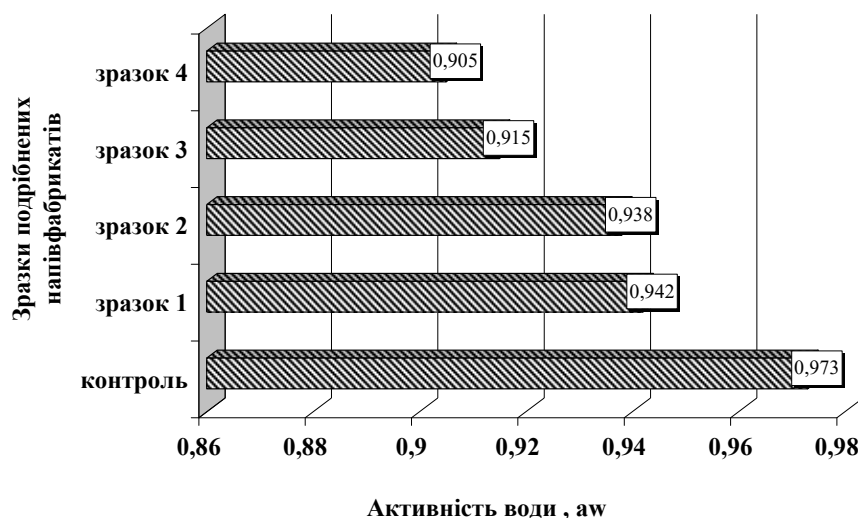


Рисунок 4 – Динаміка зміни показника активності води термооброблених зразків посічених напівфабрикатів після 30 днів зберігання за температури мінус 10 °C

Використання білково-полісахаридної композиції у складі фаршевих м'ясних систем перед процесом заморожування, завдяки гідрофільним властивостям, здатне знизити негативний вплив фізико-хімічних факторів та захистити м'ясні системи від деструкції клітин при кріоконсервуванні. Так, значення кріоскопічної температури становить для контрольного зразка мінус 1,75 °C. Кріоскопічна температура дослідних зразків суттєво знижувалася і становила для зразків: №1 – мінус 3,84 °C; №2 – мінус 4,16 °C; №3 – мінус 4,58 °C; №4 – мінус 4,56 °C (рис. 5).

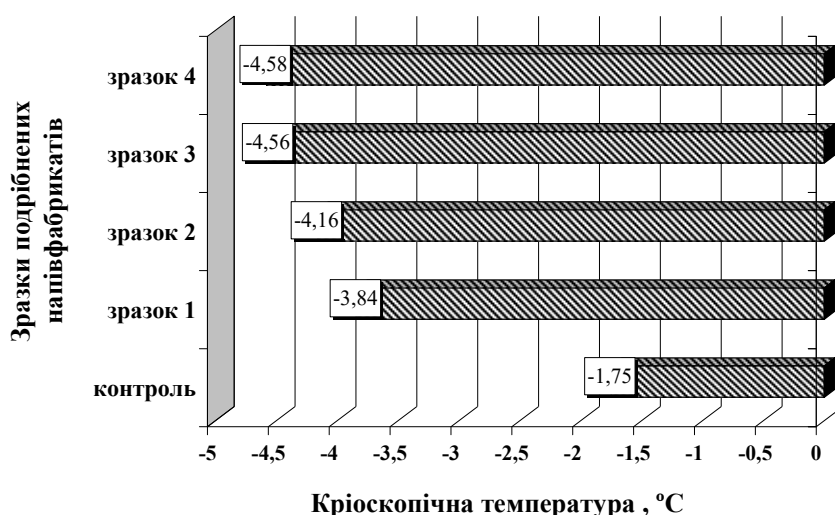


Рисунок 5 – Кріоскопічна температура зразків посічених напівфабрикатів

Крім того, кріоконсервування дозволяє уповільнити окиснювальні процеси та попередити денатурацію білків, молекулярних комплексів і пігментів, деароматизацію вихідної сировини. Для ілюстрації характеру впливу білково-

полісахаридної композиції у зразках модельних фаршевих систем на розміри кристалів льоду, на рис. 6 наведено мікрофотографії контрольного та дослідного зразків заморожених напівфабрикатів з використанням 3 % білково-полісахаридної композиції. Дослідні зразки піддавали низькотемпературному обробленню за температур заморозжування (мінус 18 °С) та зберігання (мінус 10 °С) протягом 1 місяця. Відповідно до наведених на рис. 5 мікрофотографій, очевидним є суттєвий кріостабілізуючий ефект у разі використання 3 % білково-полісахаридної композиції у складі посічених напівфабрикатів.

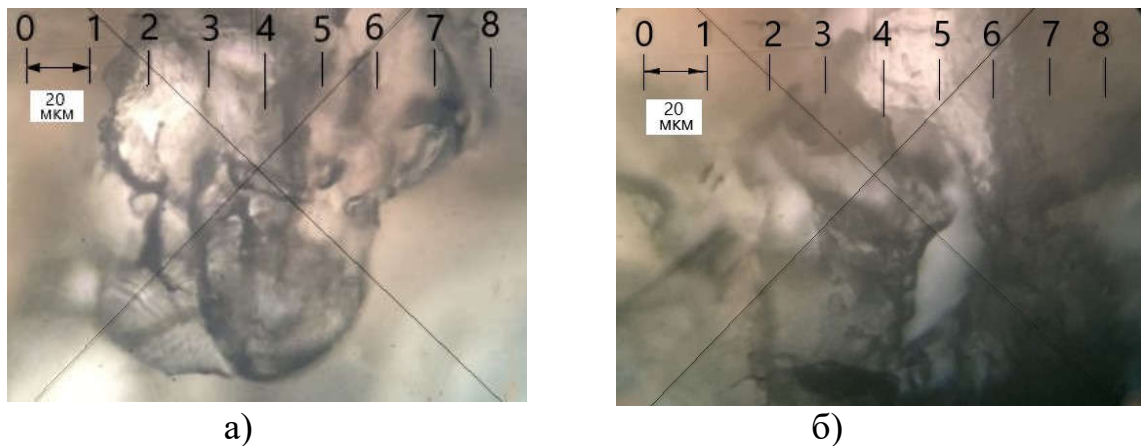


Рисунок 6 – Мікроструктура контрольного – а) та дослідного – б) зразків заморожених посічених напівфабрикатів за збільшення у 600 разів

Середній розмір кристалів льоду у напівфабрикатах зменшився з 129,5...130,1 мкм (контроль) до 58,7...64,2 мкм (з використанням 3 % білково-полісахаридної композиції). Отже, можна стверджувати, що введення до складу посічених напівфабрикатів 3 % білково-полісахаридної композиції перешкоджає утворенню грубокристалічної структури.

Проведені дослідження доводять функціонально-технологічні та кріостабілізуючі властивості розробленої білково-полісахаридної композиції за підібраним співвідношенням білків та полісахаридів, що забезпечує підвищення вологутримувальної, жиротримувальної та емульгувальної здатності та формує стабільні властивості модельних м'ясних фаршевих систем.

Отримані результати підтверджують доцільність використання білково-полісахаридної композиції у кількості 3 % як композиції інгредієнтів, дії яких направлених на кріозахист м'ясних фаршевих систем від впливу низьких температур, що позитивно впливає на зниження показника активності води a_w на 0,031...0,067.

При розробленні рекомендацій щодо використання білково-полісахаридної композиції в якості функціонально-технологічного інгредієнту з кріостабілізуючими властивостями у складі посічених напівфабрикатів, досліджено хімічний склад та функціонально-технологічні властивості модельних м'ясних фаршевих систем котлет з різним рівнем її використання. Результати досліджень представлені в табл. 6.

Таблиця 6 – Хімічний склад і функціонально-технологічні властивості модельних фаршевих систем з використанням білково-полісахаридної композиції

Показники	Масова частка білково-полісахаридної композиції, %				
	0	2,0	2,5	3,0	3,5
Масова частка вологи, %	69,95±3,18	71,47±3,35	71,50±3,40	72,67±3,39	72,56±3,41
Масова частка білку, %	9,89±0,34	10,61±0,41	10,63±0,28	10,60±0,31	10,65±0,29
Масова частка жиру, %	19,46±0,81	17,19±0,77	17,14±0,71	16,00±0,79	16,06±0,78
Масова частка золи, %	0,70±0,02	0,73±0,02	0,73±0,01	0,73±0,02	0,73±0,02
pH, од	6,09±0,20	6,05±0,21	6,06±0,17	6,07±0,19	6,07±0,07
Вологозв'язуюча здатність, %	78,20±3,6	79,09±3,5	79,85±3,6	80,10±3,7	81,14±3,5
Вологоутримувальна здатність, %	67,90±3,0	74,50±3,1	74,70±3,1	75,1±3,0	75,79±3,0
Жирутримувальна здатність, %	68,00±3,2	74,40±3,2	74,52±3,1	74,63±3,4	74,57±3,4
Емульгувальна здатність, %	69,80±3,2	79,90±3,3	79,86±3,1	79,91±3,3	79,88±3,4
Стабільність емульсії, %	77,30±3,1	89,40±3,3	89,95±3,1	90,40±3,2	90,02±3,5
Пенетраційна напруга, Па	17,25±0,74	24,87±0,95	27,37±1,06	27,54±1,08	27,63±1,07
Вихід, %	74,58±3,2	80,76±3,4	81,30±3,4	81,78±3,3	81,83±3,3

При органолептичному дослідженні модельних зразків котлет встановлено, що використання розробленої білково-полісахаридної композиції у кількості 3 % не призводить до помітних змін органолептичних властивостей м'ясних систем.

Усі зразки до заморожування мали рожево-червоне забарвлення, запах, властивий свіжому м'ясу та ніжну консистенцію. Дослідні зразки характеризувалися більшою липкістю порівняно з контрольним. Після розморожування дослідні зразки мали більш темне забарвлення. Найбільші зміни органолептичних показників після зберігання протягом 30 діб в замороженому стані і після розморожування були властиві контрольним зразкам, що характеризувалися розрихленою структури м'язової тканини та кислуватим запахом.

При визначенні втрат маси термооброблених модельних зразків напівфабрикатів було виявлено, що застосування у їх складі БПК у кількості від 2,0 до 3,5% дозволяє знизити втрати маси не залежно від виду їх оброблення. Так, втрати маси дослідних зразків котлет після розморожування та теплового оброблення зменшувалися порівняно з контрольним зразком на 10,24 – 14,67% відповідно (табл. 7).

Таблиця 7 – Втрати маси термооброблених модельних зразків напівфабрикатів з білково-полісахаридними композиціями (n=3; P ≥ 9)

Вид оброблення	Втрати маси, %,				
	Контроль	Дослідні зразки з вмістом білково-полісахаридної композиції, %			
		2,0	2,5	3,0	3,5
теплове оброблення до заморожування	29,33 ±1,12	20,25±0,93	17,50 ± 0,78	16,23±0,78	16,42 ±0,79
заморожування	2,64 ±0,12	1,96 ±0,09	1,76 ±0,07	1,65± 0,080	1,66 ±0,08
теплове оброблення після розморожування	33,68±1,39	23,44±1,14	20,49 ±0,98	18,93±0,92	19,02 ±0,90

Встановлено, що введення у якості кріопротекторів у м'ясні фаршеві системи функціональних білково-полісахаридних композицій позитивно впливає на збільшення їх вологоутримувальної здатності на 9,7...15,3 %, порівняно з контролем, що безумовно сприяє покращенню структури посічених напівфабрикатів.

Проведені дослідження змін кислотного та пероксидного чисел посічених напівфабрикатів показали, що гідролітичні і окиснювальні процеси більш виражені у контрольному зразку котлет, порівняно з дослідним зразком, виготовленим з використанням БПК. За 30 діб зберігання окислювальні процеси не встигають розвиватися, тому не спостерігається яскраво вираженої динаміки (рис. 7). Як дослідний, так і контрольний зразки після закінчення терміну зберігання відповідали вимогам ДСТУ 4668:2006.

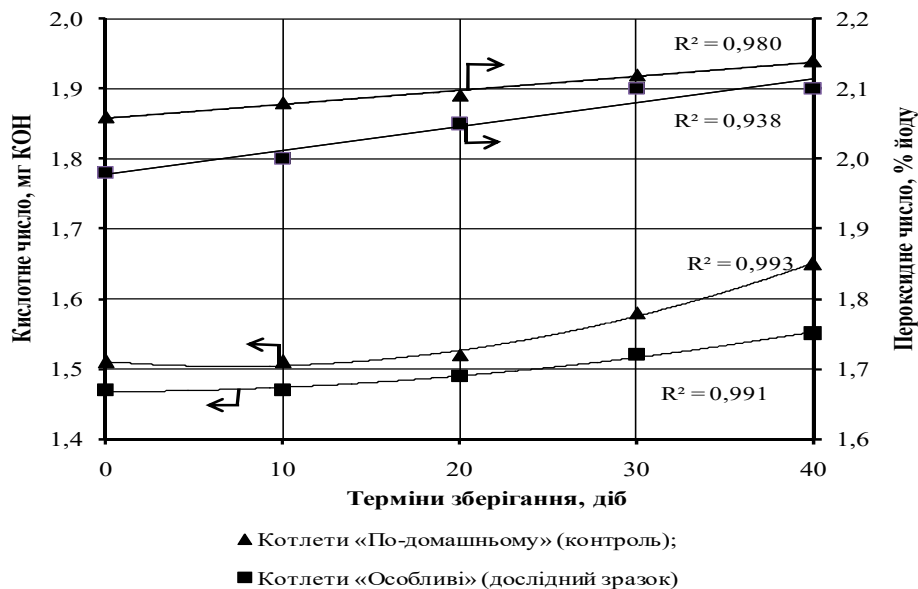


Рисунок 7 – Динаміка зміни кислотного і пероксидного чисел котлет при зберіганні у замороженому стані

Порівняльний аналіз показників біологічної цінності розроблених посічених напівфабрикатів дозволяє стверджувати, що за найважливішим

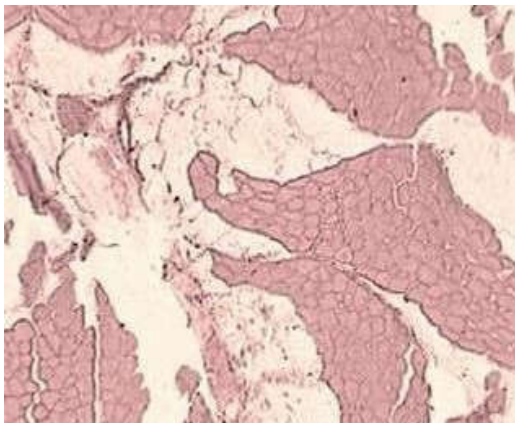
критерієм якості білка – збалансованістю НАК, дослідні зразки перевищують контрольні на 20 %.

Встановлено, що використання розробленої білково-полісахаридної композиції у кількості 3 % також сприяє збільшенню на 11,3 % перетравлюваності розроблених зразків котлет порівняно з контрольними зразками, що обумовлено денатураційними та агрегаційними змінами білкових макромолекул та збільшенням їх доступності ферментам травлення зі збільшенням вмісту вологи.

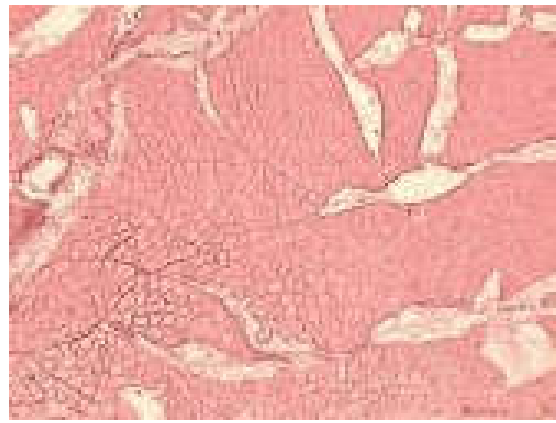
Результати мікроструктурних досліджень контрольного зразка котлет після зберігання в замороженому стані протягом 30 діб свідчать про деформацію і потоншення м'язових волокон, дрібне і послаблене поперекове пересікання, гомогенність ядер волокон. Між пучками волокон знаходиться багато мікроутворень різної форми та розмірів (300...350 мкм) - ділянки локалізації кристалів льоду (рис. 8).

Сполучнотканинні прошарки в контрольному зразку є розрихленими, в мікроутвореннях знаходиться незначна кількість білкової маси. Результати мікроструктурних досліджень зразка котлет, що містить білково-полісахаридну композицію (рис. 8), свідчать про те, що м'язеві волокна деформовані в меншому ступені порівняно з контрольним зразком. Ці волокна є набухлими та з округлими краями, розмір мікроутворень становить 150...200 мкм.

Ядра волокон гомогенні, сполучнотканинні прошарки щільні. Між м'язевими волокнами знаходиться дрібнозерниста білково-полісахаридна маса.



а)



б)

Рисунок 8 – Мікроструктура котлет за збільшення у 600 разів: а) – контроль, б) – дослід

Використання білково-полісахаридної композиції дозволяє знизити руйнівну дію фізико-хімічних факторів при кріоконсервуванні за рахунок інгібування рекристалізації конгломеративної кристалізації та знижує формування мікроскопічних кристалів льоду всередині.

Удосконалена технологічна схема виготовлення посічених напівфабрикатів представлена на рис. 9.



Рисунок 9 – Удосконалена технологічна схема виготовлення напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених з композицією кріопротекторної дії

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу та узагальнення науково-технічної літератури, обґрунтовано основні проблеми, пов'язані з впливом негативних наслідків заморожування та тривалого зберігання при мінусових температурах на якість напівфабрикатів м'ясних посічених заморожених та розглянуто шляхи їх вирішення шляхом використання кріостабілізуючої композиції.

2. Теоретично доведено можливість створення та експериментально обґрунтовано склад білково-полісахаридної композиції з високими функціонально-технологічними та кріостабілізуючими властивостями: білок плазми крові Vepro 75 PSC, казеїнат натрію «Dairy Co», харчові волокна льону та подорожнику за співвідношенні 1:1:2:2.

3. Встановлено, що використання функціональної білково-полісахаридної композиції у кількості 3 % в рецептурах посічених напівфабрикатів сприяє структуруванню напівфабрикатів, покращенню їх органолептичних, фізико-хімічних та структурно-механічних характеристик.

4. Використання розробленої функціональної білково-полісахаридної композиції з кріопротекторними властивостями у складі модельних м'ясних фаршевих систем знижує кріоскопічну температуру на $2,1\ldots2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, зменшує

масову частку вимороженої вологи на 1,7 % та підвищує вологоутримувальну здатність на 9,7...15,3 %, порівняно зі зразками, отриманими за традиційною технологією, що позитивно впливає на показники якості готових виробів.

5. Результати гістологічних досліджень доводять, що механізм кріопротекторної дії білково-полісахаридної композиції пов'язаний з утворенням аморфної структури всередині посічених напівфабрикатів і зменшенням розмірів кристалів (з 129,5...130,1 мкм до 58,7...64,2 мкм) та кількості центрів кристалізації

6. Удосконалена технологія м'ясних посічених напівфабрикатів з використанням 3 % білково-полісахаридної композиції є ресурсозберігаючою і вигідно відрізняється від традиційної технології раціональним використанням низькосортної м'ясної сировини, можливістю ефективного впливу на якість м'ясних виробів при тривалому зберіганні в умовах заморожування, а також регулюванням біологічної та харчової цінності продукту.

Економічна ефективність удосконаленої технології лише від економії сировини складає від 2190 грн. на 1 т готової продукції.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у фахових виданнях України та інших держав:

1. Скочко, О. І., & Кишенько І. І. (2017). Оцінка впливу речовин кріопротекторної дії на показники якості посічених напівфабрикатів. *Харчова промисловість*, 21, 89-94. (Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar).

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, опрацювання методів досліджень, оцінка впливу тваринних білків та харчових волокон на показники якості посічених напівфабрикатів, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.

2. Шевченко І. І., & Скочко, О. І. (2017). Вивчення кріопротекторних властивостей харчових волокон в складі м'ясних фаршевих систем. *Наукові праці НУХТ*, 23 (6), 167-181. (Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук; міжнародна індексація: Index Copernicus, EBCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Facto, Google Scholar).

Особистий внесок: підготовка зразків, проведення досліджень, узагальнення отриманих даних результатів дослідження та підготовка матеріалів до друку.

3. Скочко, О. І., Шевченко, І. І., & Поліщук Г. Є. (2018). Оцінка впливу харчових кріопротекторів на якісні показники посічених напівфабрикатів. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького*, 20 (90), 27-31. (Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Index Copernicus, Google Scholar).

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, опрацювання методів досліджень, дослідження функціональних властивостей речовин

кріопротекторної дії та визначення їх впливу на показники якості посічених напівфабрикатів, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.

4. Скочко, О. І., Друговейко, В. О., Шевченко, І. І., & Масліков, М. М. (2018). Вивчення кріопротекторних властивостей білково-полісахаридних сумішей в складі посічених напівфабрикатів. *Наукові праці НУХТ*, 24 (5), 203-207. (Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних та економічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus, EBCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Facto, Google Scholar*).

Особистий внесок: опрацювання методів досліджень, моделювання складу білково-полісахаридної композиції для виготовлення посічених напівфабрикатів, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.

5. Shevchenko, I., & Skochko, A. (2018). Advantages of using proteins in the production of truncated semi-finished products. *Food and Environment Safety*, 17 (3), 272-277. Retrieved from <http://www.fia.usv.ro/fiajournal/index.php/FENS/article/view/595>. (Міжнародна індексація: *Index Copernicus, EBSCO, Ulrich's Web*).

Особистий внесок: підбір та опрацювання літературних джерел, методів досліджень, виготовлення посічених напівфабрикатів з використанням білково-полісахаридної композиції, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.

Патенти України на корисну модель

6. Скочко, О. І., & Тимченко, О. А. (2016). Патент України 110500. Київ: український інститут інтелектуальної власності (*Особистий внесок: літературний та патентний пошук, складання опису, складання формули винаходу та подання заявки на патент*).

7. Кишенько, І. І., Скочко, О. І., & Тарадай, Р.С. (2017). Патент України 116662. Київ: український інститут інтелектуальної власності (*Особистий внесок: запропоновано формулу винаходу та подано заявку на патент*).

8. Кишенько, І. І., Скочко, О. І., & Тимченко, О. А. (2017). Патент України 121750. Київ: український інститут інтелектуальної власності (*Особистий внесок: проведено літературний та патентний пошук, складено опис, запропоновано формулу винаходу та подано заявку на патент*).

9. Кишенько, І. І., Скочко, О. І., & Глухова, А. А. (2017). Патент України 121750. Київ: український інститут інтелектуальної власності (*Особистий внесок: проведено літературний та патентний пошук, складено опис, запропоновано формулу винаходу*).

10. Шевченко, І. І., Друговейко, В. О., & Скочко, О. І. (2018). Патент України 129071. Київ: український інститут інтелектуальної власності (*Особистий внесок: проведено літературний та патентний пошук, складено опис, запропоновано формулу винаходу*).

Публікації в інших виданнях

11. Шевченко, І. І., Скочко, О. І., & Крижова, Ю. П. (2017). Вплив кріопротекторів на якісні показники напівфабрикатів глибокого

заморожування. *Научный взгляд в будущее*. 1 (7), 76-79 (Міжнародна індексація: *Index Copernicus*, РИИЦ).

Особистий внесок: проведення опрацювання методів досліджень, проведення досліджень, обробка та обґрунтування отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

12. Кишенько, И., Крижова, Ю., & Скочко, А. (2016). Использование криопротекторов в технологии мясных замороженных полуфабрикатов. *Мясной бизнес*, 8, 30-34. (*Науково-практичний журнал*).

Особистий внесок: опрацювання результатів на основі комплексних експериментальних досліджень, підготовка та оформлення матеріалів до друку.

13. Кишенько, И., Крижова, Ю., & Скочко, А. (2016). Новые возможности использования нанотехнологий для мясоперерабатывающей промышленности. *Мясной бизнес*, 9, 38-40. (*Науково-практичний журнал*).

Особистий внесок: підбір та опрацювання літературних джерел, узагальнення отриманих даних, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.

14. Кишенько, И., Крижова, Ю., & Скочко, А. (2016). Новые возможности использования нанотехнологий для мясоперерабатывающей промышленности. *Мясной бизнес*, 10, 36-38. (*Науково-практичний журнал*).

Особистий внесок: аналіз літературних джерел за темою роботи, формулювання висновків та оформлення матеріалів до друку.

Публікації у матеріалах конференцій

15. Скочко, О., Николайчук, Ю., & Голуб А. (2016). Моделирование состава сичених напівфабрикатів із зниженою кріоскопічною температурою, Програма і матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті». Київ: НУХТ. (*Особистий внесок: розробка методики проведення експериментів, узагальнення результатів, підготовка тез до друку*).

16. Скочко, О. І. (2016). Розробка композиційної суміші з кріопротекторними властивостями для сичених напівфабрикатів, Програма і матеріали п'ятої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузі у контексті Євроінтеграції». Київ: НУХТ. (*Особистий внесок: розробка методики проведення експериментів, узагальнення результатів проведених досліджень, підготовка тез до друку*).

17. Скочко, О. І., & Тимченко, О. А. (2017). Використання кріопротекторів при виготовленні посичених напівфабрикатів, Матеріали 83 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування у ХХІ столітті». Київ: НУХТ. (*Особистий внесок: літературний пошук, підготовка тез до друку*).

18. Skochko, A., & Shevchenko, I. (2018). Use of protein-carbohydrate compositions in the production of truncated semifinished products, Book of abstracts

of 84 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", Kyiv NUFT. (*Особистий внесок: літературний пошук, підготовка тез до друку*).

19. Скочко, О. І., Друговейко, В. О., Шевченко, І. І., & Масліков, М. М. (2018). *Використання харчових волокон у виробництві посічених напівфабрикатів*, Програма та тези матеріалів VII-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції». Київ: НУХТ. (*Особистий внесок: аналіз функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів, узагальнення отриманих результатів, підготовка тез до друку*).

АНОТАЦІЯ

Скочко О.І. Удосконалення технології посічених напівфабрикатів з використанням кріопротекторів. – 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, 2020.

В дисертаційній роботі експериментально та аналітично обґрунтовано доцільність удосконалення технології посічених напівфабрикатів шляхом використання кріопротекторів на основі розробленої білково-полісахаридної композиції з тваринних білків та харчових волокон.

Розроблено білково-полісахаридну композицію з високими функціонально-технологічними властивостями, до складу якої увійшли білок плазми крові Verpro 75 PSC, казеїнат натрію «DairyCo», клітковина подорожника та льону. Співвідношення між білковою складовою та полісахаридною становило 1: 2.

Доведено, що введення у якості функціонального інгредієнту у м'ясні фаршеві системи білково-полісахаридної композиції позитивно впливає на збільшення вологоутримувальної здатності м'ясних фаршевих систем на 9,7...17,3 % та жирутримувальної здатності на 9,4...9,7 %, що безумовно сприяє покращенню структури посічених напівфабрикатів.

Виявлено, що введення у рецептури посічених напівфабрикатів білково-полісахаридної композиції дозволяє знизити втрати маси при термообробці на 2,08 ...6,10 % залежно від її кількості.

Визначено, що внесення білково-полісахаридної композиції в якості кріостабілізуючого інгредієнта в м'ясні фаршеві системи позитивно впливає і на зниження показника активності води a_w на 0,031...0,067 одиниць.

Виявлено, що кріоскопічна температура дослідних зразків суттєво знижувалася і становила для зразків: №1 – мінус 3,84 °С; №2 – мінус 4,16 °С; №3 – мінус 4,58 °С; №4 – мінус 4,56 °С

Встановлено, що механізм кріопротекторної дії білково-полісахаридної композиції пов'язаний з утворенням аморфної структури всередині продукту,

зменшенням кількості центрів кристалізації та зниженням активності води a_w , що особливо важливо для м'ясопродуктів тривалого зберігання при мінусових температурах.

Ключові слова: тваринні білки, білок плазми крові, казеїнат натрію, харчові волокна льону, подорожнику, білково-полісахаридні композиції, м'ясні фаршеві системи, напівфабрикати м'ясні посічені заморожені.

АННОТАЦІЯ

Скочко А. И. Совершенствование технологии рубленых полуфабрикатов с использованием криопротекторов. – Квалификационный 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, 2020.

В диссертационной работе экспериментально и аналитически обоснована целесообразность совершенствования технологии рубленых полуфабрикатов путем использования криопротекторов на основе разработанной белково-полисахаридной композиции из животных белков и пищевых волокон.

Разработана белково-полисахаридная композиция с высокими функционально-технологическими свойствами, в состав которой вошли белок плазмы крови Verro 75 PSC, казеинат натрия «DairyCo», клетчатка подорожника и льна. Соотношение между белковой составляющей и полисахаридной составляло 1:2.

Доказано, что введение в качестве функционального ингредиента в мясные фаршевые системы белково-полисахаридной композиции положительно влияет на увеличение влагоудерживающей способности мясных фаршевых систем на 9,7...17,3% и жирудерживающей способности на 9,4...9,7%, что безусловно способствует улучшению структуры рубленых полуфабрикатов.

Выявлено, что введение в рецептуры рубленых полуфабрикатов белково-полисахаридной композиции позволяет снизить потери массы при термообработке на 2,08...6,10% в зависимости от ее количества.

Определено, что внесение белково-полисахаридной композиции в мясной фарш в качестве криостабилизирующего ингредиента положительно влияет и на снижение показателя активности воды a_w на 0,031...0,067 единиц.

Выявлено, что криоскопическая температура опытных образцов существенно снижалась и составляла для образцов: №1 - минус 3,84 °С; №2 - минус 4,16 °С; №3 - минус 4,58 °С; №4 - минус 4,56 °С

Установлено, что механизм криопротекторного действия белково-полисахаридной композиции связан с образованием аморфной структуры внутри продукта, уменьшением количества центров кристаллизации и снижением активности воды a_w , что особенно важно для мясопродуктов длительного хранения при отрицательных температурах.

Ключевые слова: животные белки, белок плазмы крови, казеинат натрия, пищевые волокна льна, подорожника, белково-полисахаридные композиции, мясные фаршевые системы, полуфабрикаты мясные рубленые замороженные.

ABSTRACT

Skochko O. Improving the technology of truncated semi-finished products using cryoprotectants. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of a candidate of technical sciences in specialty 05.18.04 - "Technology of meat, dairy products and products from hydrobionts". - National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2020.

In the dissertation work, experimentally and analytically substantiated the expediency of improving the technology of truncated semifinished products by using cryoprotectants on the basis of the developed protein-polysaccharide composition of animal proteins and food fibers.

In the work, the search and scientific substantiation of the choice of various types of protein and polysaccharide raw materials with high functional and technological properties that would be able to level out the functional and technological deficiencies of low-yielding meat raw materials, prevent the negative influence of low temperatures and improve the composition and quality of frozen semifinished products. The energetic interaction between the substantiated composition of animal proteins, food fibers and meat raw material is proved.

It has been scientifically proven that fiber flax and plantain are polyfunctional components that can improve consistency, adsorb water, reduce mass loss and enrich the final product with ballast substances, but as with most fibers containing a mixture of soluble and insoluble fractions, they have a low absorption capacity.

A protein-polysaccharide composition with high functional and technological properties has been developed, which includes the Vepro 75 PSC blood plasma protein, sodium caseinate «DairyCo», fiber of plantain and flax.

The correlation between the protein component and the polysaccharide was 1: 2 and an optimal degree of hydration was determined, with a view to obtaining stable meat-based stuffing systems, 1: 6.

It was found that the introduction of a protein-polysaccharide composition as a functional ingredient in meat stuffings in the protein-polysaccharide composition positively affects the increase of the moisture-retaining capacity by 9.7 ... 17.3% and the fat-retaining ability by 9.4 ... 9.7% , which certainly contributes to the improvement of the structure of truncated semi-finished products.

The results of the studies also indicate that the stability of the meat systems of the experimental samples increased by 15.7 ... 16.5%, compared with the control sample.

In determining the mass losses of heat-treated model samples of semi-finished products, it was discovered that the introduction into the formulation of truncated semi-finished protein-polysaccharide compositions can reduce the mass loss in the heat treatment by 2.08 ... 6.10%, depending on its quantity. It has been determined

that the addition of protein-polysaccharide composition as a cryoprotector ingredient in meat-stuffed meat systems has a positive effect on the reduction of the activity of water a_w by 0.031 ... 0.067 units.

It was found that the cryoscopic temperature of the experimental samples was significantly reduced and made for samples: № 1 - minus 3,84 °C; № 2 - minus 4,16 °C; № 3 - minus 4,58 °C; № 4 - minus 4,56 °C. It was established that the mechanism of cryoprotective action of the protein-polysaccharide composition is associated with the formation of an amorphous structure within the product, a decrease in the number of crystallization centers and a decrease in the water activity, which is especially important for meat products of long-term storage at minus temperatures.

The theoretical and experimental researches carried out in the dissertation have allowed to develop scientific and practical methods for improving the technology of semifinished meat, grated frozen with high nutritional value.

The improved technology of semifinished meat, grated frozen helps to eliminate the disadvantages of low-yielding meat raw materials, slowing down the process of freezing, prevents significant crystallization and alleviates the negative effects of prolonged storage in a frozen state, therefore, it is resource-saving.

The dependence of the change in the structural and mechanical properties and functional and technological characteristics of semifinished meat, crossed frozen from the amount of protein-polysaccharide composition and its influence on the quality indices of branched semi-finished products has been determined.

As a result of the improvement of the technology of truncated semi-finished products with the use of functional cryostabilizing composition, there was an improvement of functional-technological and structural-mechanical properties of meat sausage systems and truncated semi-finished products.

Based on the search for extremes of the mathematical dependence of the amount of frozen moisture on the duration of storage at a temperature minus 10 °C, a rational content of the protein-polysaccharide composition is determined, in which the amount of frozen water is minimal. It has been established that the use of protein polysaccharide composition in the amount of 3% effectively influences the qualitative characteristics of semifinished meat, grated frozen, which allows to form and maintain stable high functional-technological, structural-mechanical, organoleptic properties of products at all stages of technological processing and storage.

The conducted studies indicate that the use of protein-polysaccharide composition with animal proteins and edible fibers in the technology of truncated semi-finished products, which will expand the range of products with stable high qualitative indicators, increase their yield and reduce losses during freezing, storage and defrosting, and therefore reduce the cost products.

Key words: animal protein, blood plasma protein, sodium caseinate, flax fiber, plantain, protein polysaccharide compositions, meat stuffing systems, frozen semifinished products of truncated meat.