

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

МОСКАЛЕНКО ОЛЬГА ВАСИЛІВНА

УДК 637.522.001.5:577.15

**ТЕХНОЛОГІЯ БІЛКОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ
З КОЛАГЕНВМІСНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ М'ЯСНИХ СІЧЕНИХ ВИРОБІВ**

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент

Коваленко Валентина Олексіївна,

Харківський державний університет харчування та торгівлі, доцент
кафедри гігієни харчування та мікробіології

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Клименко Михайло Миколайович,

Національний аграрний університет,
завідувач кафедри технології переробки
продукції тваринництва та рибицтва

кандидат технічних наук, доцент

Луконіна Ірина Миколаївна,

Одеська національна академія харчових технологій,
доцент кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів

Захист відбудеться «26» листопада 2008 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий «21» жовтня 2008 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. А. Дубініна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Виробництво м'ясних виробів і м'ясопродуктів в Україні на сьогодні характеризується дефіцитом сировинного забезпечення, а також погіршенням низки показників якості м'ясної сировини. При цьому економіка країни ставить нові завдання з підвищення якості та розширення асортименту м'ясних виробів і м'ясопродуктів, що зобов'язує фахівців шукати нетрадиційні шляхи вирішення технологічних проблем, які виникають, здатних забезпечити рентабельну та безперебійну роботу підприємств.

В умовах сучасної ринкової економіки розвиток виробництва базується на ресурсозберігаючих технологіях, як реальному джерелі посилення сировинної бази переробних галузей. У вітчизняній м'ясопереробній галузі близько 14% ресурсів, що містять білок, залишаються невикористаними. Серед них особливий інтерес являє вторинна м'ясна сировина, багата білком колагеном, на частку якого приходиться від 25 до 33% загальної маси білків забійних тварин.

Останнім часом роль у харчуванні колагену – основного білка сполучної тканини – переглянута. Фізіологічна дія колагену дозволяє захувати його до харчових волокон. Попередня обробка цієї сировини дає можливість оптимально використовувати білкові ресурси, інтенсифікувати технологічні процеси, розширити асортимент продукції.

На сьогодні широкі перспективи для обробки колагеновмісної сировини (КС) мають біотехнологічні методи. Для направлено розщеплювання хімічних зв'язків колагену ферментативний протеоліз має певні переваги порівняно з хімічною або фізичною обробкою, яку використовують в технологічних процесах переробки КС. Ці переваги обґрунтовано: високою каталітичною активністю ферментів, що дозволяє економити енергію, яка витрачається під час фізичних та хімічних методів обробки; можливістю реалізації в «м'яких» умовах обробки, що дозволяє уникнути екстремальних температур та концентрацій; специфічністю дії ферментів, що виключає можливість небажаних побічних реакцій; простотою інактивації за традиційних температур термообробки м'ясних виробів.

Теоретичним та практичним роботам, заснованим на фундаментальних дослідженнях у галузі біотехнології КС, присвячені численні наукові праці вчених: І.О. Рогова, Л.В. Антипової, Н.К. Журавської, В.Г. Борескова, Н.М. Крилової, М.М. Ліпатова (мол.), W.R. Dayton, R. Hamm, H. Oskerman та ін.

Разом з тим, широке використання методів біотехнології для обробки КС і залучення її у виробництво м'ясних виробів і м'ясопродуктів стримується низкою чинників, у тому числі обмеженим переліком протеолітичних ферментів вітчизняного виробництва і недоліком науково обґрунтованих технологій їхнього застосування.

Виходячи з вищевикладеного, актуальними є дослідження з вивчення доцільності застосування ферментних композицій для більш раціонального використання КС в м'ясопереробній промисловості. Це дозволить підвищити ефективність виробництва, збільшити обсяги, розширити асортимент продукції, що випускається, знизити дефіцит білка в раціонах харчування населення України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри гігієни харчування та мікробіології Харківського державного університету харчування та торгівлі за темами: №20-02-04Б «Наукове обґрунтування технології нової кулінарної продукції підвищеної біологічної цінності»; №7-05-07Б (0105U002059) «Наукове обґрунтування технології продуктів харчування з функціональними властивостями»; №1-08БО «Теоретичні основи технологій дієтичних добавок, продуктів оздоровчого харчування з вторинної м'ясної сировини».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування та розробка ресурсозберігаючої технології білкового напівфабрикату (БН) для м'ясних січених виробів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- обґрунтувати і розробити композицію ферментів з високою колагеназною активністю для обробки КС, обґрунтувати параметри ферментативного протеолізу, що забезпечують направлене формування функціонально-технологічних властивостей сировини;
- розробити технологію виробництва БН, вивчити показники його якості, умови сушіння і терміни зберігання;
- вивчити вплив додавання БН на функціонально-технологічні властивості та показники якості яловичих фаршів;
- розробити рецептури і технологічні схеми виробництва м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з БН; вивчити харчову, біологічну цінність і безпеку нових видів продукції;
- визначити економічну ефективність впровадження у виробництво розроблених технологій м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з БН.

Об'єкти дослідження – технологія БН, заснована на ферментативному протеолізі КС композицією ферментів, технології м'ясних січених виробів з його використанням.

Предмети дослідження – протомегатерин Г20Х, папаїн, композиція ферментів, БН, яловичі фарші з БН, м'ясні січені вироби на основі яловичого фаршу з БН.

Методи дослідження – фізико-хімічні, реологічні, органолептичні, біохімічні, мікробіологічні, гістологічні, методи математичного моделювання і статистичної обробки експериментальних даних з використанням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше встановлено закономірності змін активності ферментів протомегатерина Г20Х та папаїну за умов їх спільного використання в процесі ферментативного протеолізу КС;
- встановлено закономірності змін вмісту водорозчинних продуктів гідролізу КС залежно від співвідношення ферментів у композиції та її кількості, яка додається до сировини;

- визначено кількісне співвідношення ферментів у складі композиції, температурний оптимум її протеолітичної активності та температуру інактивації;
- встановлено закономірності змін функціонально-технологічних властивостей КС при ферментативному протеолізі композицією ферментів; одержано комплекс даних, що обґрунтовує можливість її використання в технологіях м'ясних січених виробів;
- науково обґрунтовано і оптимізовано параметри технологічних процесів виробництва БН; визначено фізико-хімічні, органолептичні і мікробіологічні показники та закономірності їхньої зміни під впливом технологічних чинників; визначено умови і терміни зберігання БН;
- отримано комплекс даних, що характеризують технологічні властивості, структурно-механічні, органолептичні і мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з БН.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено рецептури та технологічні схеми яловичого фаршу з використанням БН та асортимент м'ясних січених виробів на його основі з високими органолептичними характеристиками і показниками харчової цінності;
- встановлено, що запропоновані технології БН і м'ясних січених виробів з його використанням забезпечують істотний економічний ефект за рахунок розширення сировинної бази;
- розроблено та затверджено нормативну документацію на БН (ТУ У 15.1-01566330-169:2005), яловичий фарш з БН і м'ясні січені вироби на його основі (технологічні карти).

Реалізація роботи. Здійснено випуск і реалізацію розроблених партій БН і м'ясних січених виробів з його використанням на підприємствах ресторанного господарства м. Харкова: ТОВ «Світло Шахтаря» (акт від 26.03.2007 р.), кафе «Чашка» (акт від 20.03.2007 р.), ТОВ «Аніс» (акт від 12.09.2007 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в плануванні експерименту, проведенні аналітичних і експериментальних досліджень, участі у розробці наукових гіпотез і моделюванні технологічних процесів, обробці, узагальненні, трактуванні отриманих результатів, підготовці матеріалів до публікацій, підготовці заявок на винахід, розробці нормативної документації, проведенні заходів із впровадження нових технологій у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу і аспірантів ХДУХТ (2005-2008 рр.); 71-й та 74-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, НУХТ, 2005 р. та 2008 р.); IX-й Міжнародній науково-технічній конференції «Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення та перспективи» (Київ, НУХТ, 2005 р.); IX-й Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Технологія – 2006» (Сєверодонецьк, СТІ СНУ ім. В. Даля, 2006 р.); Міжна-

родній науково-практичній конференції СДАУ ім. М.І. Вавілова «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2007 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, у тому числі 4 статті, серед яких 3 в наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 2 патенти України на корисну модель, 6 тез доповідей.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 160 найменувань, у тому числі 16 іноземних, 7 додатків. Дисертацію викладено на 152 сторінках друкованого тексту, вона містить 51 таблицю та 30 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання, викладено наукову новизну та практичне значення роботи.

У першому розділі «Характеристика вторинної м'ясної сировини, технологій та продуктів її переробки» на основі аналітичних досліджень обґрунтовано доцільність розробки технології білкового напівфабрикату з колагенвмісної сировини, обробленої композицією ферментів, для м'ясних січених виробів.

У другому розділі «Організація експериментальних досліджень» надано стислу характеристику предметів, матеріалів та методів досліджень. Протеолітичну активність ферментів визначали за ГОСТ 20264.2 (модифікований метод Ансона). Колагеназну активність визначали за накопиченням вільного оксипроліну в гідролізатах колагенвмісної сировини (А. Endo). Вміст оксипроліну визначали методом Р. Неймана і М. Логана. Вміст вологи визначали за ГОСТ 9793, загального білка – методом К'ельдаля за ГОСТ 25011, золи – методом спалювання наважки за температури 400...500⁰ С, розчинних продуктів гідролізу білка – спектрофотометричними методами, амінного азоту – методом формольного титрування, жиру – екстракційно-ваговим методом Сокслета в модифікації Рушковського. Ступінь гідролізу і окислення жиру оцінювали за показниками пероксидного та тіобарбітурового чисел. Мінеральний склад визначали на атомно-адсорбційному спектрофотометрі. Величину рН – на рН-метрі, амінокислотний склад – на амінокислотному аналізаторі Т 339 М (Чехословаччина). Амінокислотний скор білків і ступінь збалансованості амінокислот визначали за методом ФАО/ВООЗ. Перетравлення білків *in vitro* досліджували за методом А. Покровського і Н. Ертанова. Вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) визначали методом пресування в модифікації Л.М. Крайнюк зі співавторами. Емульгуючу здатність модельних систем оцінювали за методикою Л.В. Антипової, агрегативну (кінетичну) стійкість емульсії визначали шляхом відношення об'єму олії (води), що залишилася в емульсії після центрифугування, до загального об'єму олії (води) в емульсії. Вивчення структурно-механічних властивостей модельних фаршів проводили на плоско-паралельному еластопластометрі Толстого. Граничну напругу зсуву досліджували методом пенетрації на напівавтоматичному пенетрометрі. Визначення ефективної в'язкості проводили на ротаційному віскозиметрі типу «Реотест». Дослідження теплотехнічного стану харчових продуктів (температурних полів) визначали на експериментальній

установці ІК-апарата КАТОХП-0,02. Вивчення гістологічних зрізів з по-дальшим їх фотографуванням проводили на світловому мікроскопі Jenaval (Німеччина) з використанням об'єктивів від 6 до 60-кратного збільшення, відеокамери системи аналізу зображення та морфологічної комп'ютерної програми. Перелік мікробіологічних показників, за якими проводили контроль якості, встановлювали керуючись вимогами ДСП 4.4.5.078 та МБТ №5061. Вихід готового продукту визначали як різницю у вазі напівфабрикату і готового продукту. Органолептичну оцінку якості готової продукції проводили відповідно до ГОСТ 9959. Інтегральний показник якості визначали за допомогою функції бажаності Харінгтона. Отримані дані опрацьовували методами математичної статистики та кореляційного аналізу з використанням програмного забезпечення MathCad. Економічну ефективність визначали за діючими в галузі методиками розрахунку.

У третьому розділі «Обґрунтування та розробка технології білкового напівфабрикату з колагенвмісної сировини» обґрунтовано доцільність спільного використання протомегатерину Г20Х та папаїну для ферментативного протеолізу КС та спрямованого формування його функціонально-технологічних властивостей, визначено технологічні параметри виробництва БН для використання його в технологіях м'ясних січених виробів.

При розробці кількісного складу композиції ферментів визначення раціональних значень співвідношення в ній ферментів, а також кількості композиції, яка додається до КС, проводили з використанням методу повного факторного експерименту з подальшим математичним моделюванням (рис. 1).

- | | |
|--|--|
| а) | б) |
| 1. Питомий вміст водорозчинних продуктів гідролізу (А) за різних значень співвідношення ферментів у композиції (S_{ϕ}) та її кількості (C_{ϕ}) у КС: | а) – модель поверхні відгуку; б) – зона раціональних значень |

В рамках квадратичної моделі, що складається з двох параметрів, вміст водорозчинних продуктів гідролізу залежно від співвідношення ферментів у композиції та її кількості до маси КС розраховували за рівнянням:

$$A(C_{\phi}, S_{\phi}) = -232,02 + 2523,5 \times C_{\phi} + 132,88 \times S_{\phi} - 8066,8 \times C_{\phi}^2 - 47,47 \times S_{\phi}^2 + 27 \times C_{\phi} \times S_{\phi}, \quad (1)$$

де A – вміст водорозчинних продуктів гідролізу, мг/г білка; S_{ϕ} – співвідношення ферментів у композиції; C_{ϕ} – кількість композиції, % до маси КС.

Зона раціональних значень кількості композиції до КС складає 0,14...0,18%, співвідношення ферментів у композиції – 1,16...1,75. У подальших дослідженнях нами було використано композицію протомегатерину Г20Х та папаїну у співвідношенні 1,5:1.

Встановлено, що оптимум рН композиції, як і ферментів, які входять до її складу, знаходиться в нейтральній зоні. Повна інактивація композиції ферментів спостерігається за температури $85 \pm 2^{\circ} \text{C}$, що обґрунтовує можливість її використання для ферментативного протеолізу КС.

Під час обґрунтування раціональних параметрів досліджено вплив температури та тривалості ферментативного протеолізу композицією ферментів на накопичення водорозчинних продуктів гідролізу КС. Отримані результати дозволили закріпити як раціональні параметри наступні значення: тривалість ферментативного протеолізу – $(50...66) \times 60$ с та температуру ферментації – $53...60^{\circ} \text{C}$. Під час визначення мінімального співвідношення вода:сировина встановлено, що для ефективного протеолізу достатнім є гідромодуль «вода:КС» – 3:1.

Зміну білкового компонента КС після проведення ферментативного протеолізу і подальшої теплової обробки оцінювали за такими показниками: вміст загального білка, водорозчинного білка, амінного і небілкового азоту, загального та вільного оксипроліну. Встановлено, що ферментативний протеоліз переводить 70% білків КС у водорозчинний стан. Основна частина азоту водорозчинної фракції білка знаходиться у складі пептидів та амінокислот, тобто ферментативний протеоліз КС композицією ферментів не призводить до глибоких деструктивних змін колагену, при цьому 95% оксипроліну також знаходиться у складі пептидів (табл. 1).

Таблиця 1

**Характеристика білкового компонента ферментованого КС
у процесі зберігання**

Термін зберігання $\tau \times 60^{-2}$, с	Вміст білка, г/100 г продукту		Вміст азоту та оксипроліну в водорозчинній фракції, мг/г білка			
	Загальний білок	Білок водорозчинної фракції	Амінний азот	Небілковий азот	Загальний оксипролін	Вільний оксипролін
0	12,4 \pm 0,2	8,7 \pm 0,2	15,8 \pm 0,3	1,8 \pm 0,1	58,0 \pm 1,2	2,9 \pm 0,1
6	12,3 \pm 0,2	8,6 \pm 0,2	15,6 \pm 0,2	1,8 \pm 0,1	58,0 \pm 1,2	2,9 \pm 0,1
12	12,4 \pm 0,2	8,6 \pm 0,2	15,7 \pm 0,3	1,8 \pm 0,1	58,0 \pm 1,2	2,9 \pm 0,1

Дослідження вказаних показників у процесі зберігання ферментованої КС свідчить про відсутність ферментативної активності композиції ферментів та її

повну інактивацію за умов нагрівання суміші після проведення ферментативного протеолізу до $96...100^{\circ}\text{C}$ протягом $(5\pm 0,2)\times 60$ с.

Для отримання більш стабільного і зручного для транспортування продукту вивчено процеси сушіння з використанням методу змішаного теплопідводу (ЗТП). Встановлено, що раціональними параметрами є: температура сушильного агента – 75°C , тривалість сушіння до вологості 5% – 90×60 с.

За органолептичними показниками висушений БН є порошком без грудок і сторонніх включень, із запахом, властивим продукту з м'ясної сировини, від білого до кремового кольору. Вологий БН має однорідну, фаршеподібну консистенцію, запах і колір подібний висушеному БН.

Обґрунтування термінів зберігання БН проводили за показниками окислювальних змін ліпідів (табл. 2) та мікробіологічними показниками.

Таблиця 2

Окислювальні зміни ліпідів БН під час зберігання

Середній діаметр часток БН $d\times 10^3, \text{м}$	Показники окислювальних змін ліпідів							
	Пероксидне число, моль активного оксигену на 1 г БН				Тіобарбітурове число, нмоль МДА на 1 г БН			
	Тривалість зберігання, діб							
	0	60	120	180	0	60	120	180
<0,5	4,0±0,1	6,4±0,3	7,9±0,5	8,9±0,4	4,2±0,1	98±2	156±4	235±5
0,5...1,0	4,0±0,1	4,4±0,2	4,9±0,3	5,3±0,2	4,2±0,1	63±1	93±3	135±4
1,0...1,5	4,0±0,1	4,1±0,1	4,4±0,2	4,7±0,2	4,2±0,1	60±1	88±2	124±3

Тривалість зберігання склала 180 діб, подрібнений БН зберігали у вакуумній упаковці за температури $18\pm 2^{\circ}\text{C}$. Встановлено, що зі збільшенням тривалості зберігання зростають значення пероксидного та тіобарбітурового чисел. Діаметр часток впливає на дані показники: чим менший їхній розмір, тим інтенсивніше протікають процеси окислювальних змін ліпідів у часі.

За мікробіологічними показниками БН відповідає нормативам, встановленим для даного виду продукції в Україні. Таким чином, термін зберігання БН з вологістю $86\pm 1\%$ за температури $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ складає 12 годин, а з вологістю $5\pm 0,2\%$ (у вакуумній упаковці) за температури $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ – 180 діб.

Досліджено тривалість регідратації БН залежно від діаметру часток. Встановлено, що за гідромодуля сировина:вода – 1:6 та температури води $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ для відновлення висушеного БН до вологості $86\pm 1\%$ достатньо 10×60 с.

Результати проведених досліджень було покладено в основу розробки технологічної схеми виробництва БН, яка в рамках підсистем складається з блоку «D₁» – підготовка сировини, блоку «D₂» – підготовка композиції ферментів, блоку «С» – проведення ферментативного протеолізу КС, блоку «В» – сушіння та блоку «А» – дозування, фасування, пакування та зберігання (рис. 2).

За умов використання БН у технологічних процесах безпосередньо на підприємствах етап сушіння може бути виключений.

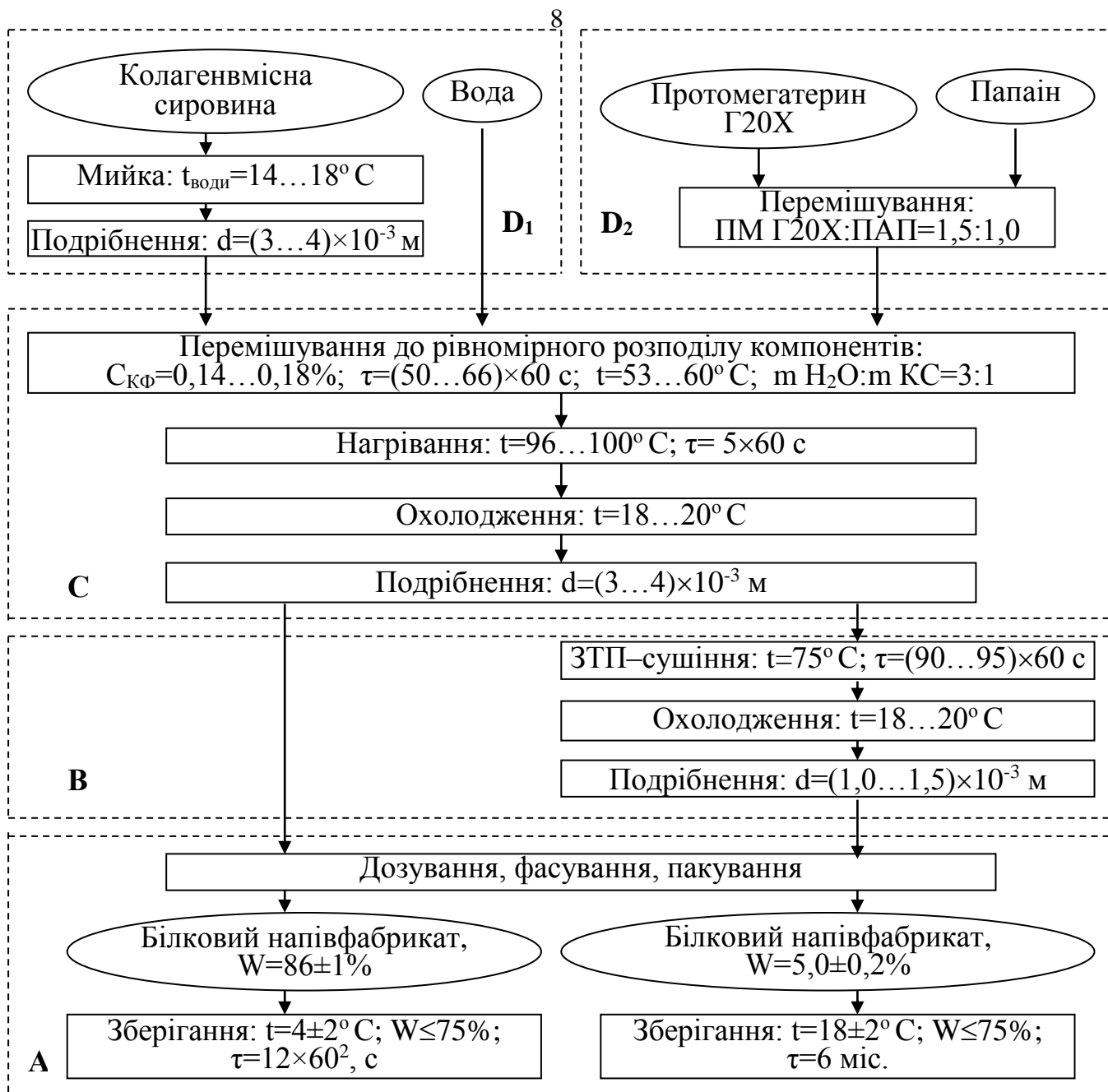


Рис. 2. Технологічна схема виробництва БН: А, В, С, D₁, D₂ – підсистеми

Встановлено, що ферментативний протеоліз КС сприяє підвищенню її ВЗЗ з 67,6 до 72,7% та емульгуючої здатності з 81 до 84%. В емульсіях, виготовлених на основі БН, масова частка водної фази, що відокремилася, на 15% менша (кінетична стійкість), а жирової фази на 12% менша (агрегативна стійкість) порівняно з контрольним зразком, що свідчить про наявність більш стабільної системи. Регідратований БН має такі ж функціонально-технологічні властивості, що і свіжовиготовлений.

Встановлено, що під дією ферментативного протеолізу збільшується гранична напруга зсуву (ГНЗ) та ефективна в'язкість, що свідчить про значне зміцнення структури (структурування).

Під час дослідження мікроструктури КС встановлено, що ферментативний протеоліз призводить до набухання та помірного гідратування окремих ко-

лагенових фібрил і їхніх пучків без фрагментування. Дія композиції на КС проявляється в незначних деструктивних змінах загальної маси речовин.

Визначено хімічний склад БН. Він містить 87,3% білка, 6,3% жиру та 1,4% зольних елементів. У складі білків БН ідентифіковано та кількісно визначено 18 амінокислот, серед яких переважають глутамінова кислота, гліцин, оксипролін, пролін.

Одержані результати стали теоретичною та експериментальною передумовою для розробки технологій м'ясних січених виробів з БН.

У четвертому розділі «Розробка технології яловичого фаршу з використанням білкового напівфабрикату та м'ясних січених виробів на його основі» обґрунтовано доцільність додавання БН в яловичі фарші та розроблено асортимент м'ясних січених виробів на його основі.

Встановлено, що заміна основної сировини на БН у кількості від 5 до 20% підвищує ВЗЗ яловичих фаршів, що пов'язано з модифікацією колагенових білків БН у процесі ферментативного протеолізу, в результаті якого відбувається звільнення гідрофільних груп, здатних зв'язувати та утримувати воду. Зі збільшенням вмісту БН до 20% ВЗЗ модельних фаршів збільшується з 60,7 до 69,9%. Спостерігається також підвищення загальної вологості в системі.

Під час вивчення молекулярно-кінетичних характеристик водної компоненти яловичих фаршів встановлено, що додавання БН збільшує міцність зв'язку води з білковими молекулами, внаслідок чого знижується її рухливість. Додавання 5% БН зменшує рухливість вологості в 1,13 рази, 10% БН – в 1,25 рази, 15 та 20% БН – в 1,3 рази.

У всіх зразках яловичих фаршів з БН спостерігається збільшення модуля пружності, в'язкості, адгезії, ГНЗ та зниження піддатливості м'ясної системи (табл. 3). Це свідчить про зміну консистенції фаршу та корелює з даними про те, що БН є структуроутворювачем. Вірогідно, що збільшення кількості БН у фарші призводить до збільшення кількості і сили контактів між часточками та робить фарші більш в'язкими. Додавання БН призводить також до посилення адгезії яловичих фаршів з БН, що пов'язано з підвищенням частки розчинних білків м'ясної системи, які знаходяться у складі БН. Ці зміни призводять до збільшення еластичності частинок фаршу та створюють умови для розвитку прошарків дисперсійного середовища (водного розчину білків), що руйнує маломіцні агрегати у фарші та підвищує його адгезію.

Таблиця 3

Реологічні характеристики яловичих фаршів з БН

Об'єкт дослідження	Найменування показників				
	Модуль пружності $G \times 10^{-3}$, Па	Піддатливість системи $I \times 10^3$, Па ⁻¹	В'язкість $\eta \times 10^{-3}$, Па·с	Адгезія ρ_0 , Н/м ²	ГНЗ τ_0 , Па
Контроль	0,88±0,05	1,14±0,05	3,6±0,1	0,56±0,02	285±14
Фарш з 5% БН	1,39±0,06	0,72±0,03	4,7±0,2	0,74±0,03	292±14
Фарш з 10% БН	1,59±0,07	0,63±0,02	5,5±0,3	0,87±0,04	303±15
Фарш з 15% БН	1,88±0,08	0,58±0,01	6,2±0,3	0,90±0,05	310±15
Фарш з 20% БН	2,02±0,09	0,45±0,01	6,9±0,3	0,95±0,06	316±17

Збільшення вмісту БН в фарші яловичому до 15...20% суттєво впливає на його функціонально-технологічні та структурно-механічні властивості, проте, така кількість БН призводить до зниження біологічної цінності та появи лімітуючих амінокислот: триптофану за вмісту 15% БН, триптофану та валіну за вмісту 20% БН. Таким чином, раціональним значенням вмісту БН в яловичому фарші є 10% від маси м'ясної сировини.

Показано, що рівень загального мікробного забруднення як свіжовиго-товленого, так і фаршу, що зберігався протягом 12 годин, не перевищував вимог мікробіологічних нормативів, встановлених для даного виду продукції в Україні. Бактерії групи кишкових паличок не виявлені в 0,001 г, а патогенні мікроорганізми – в 25 г.

Дослідженнями мікроструктури встановлено, що додавання БН в рецептуру яловичого фаршу в кількості 10% не призводить до погіршення загальної структури фаршу і порушення компоновки його складових.

Одержані дані було покладено в основу розробки технологічної схеми виробництва яловичого фаршу з БН.

Розроблений яловичий фарш з БН за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідає вимогам нормативної документації, що діє для м'ясних фаршів в Україні.

На основі яловичого фаршу з БН розроблено низку рецептур натуральних м'ясних січених виробів і виробів з котлетної маси: шніцель натуральний січений, біфштекс січений та котлети.

Встановлено, що додавання БН в яловичий фарш дозволяє скоротити тривалість теплової обробки м'ясних січених виробів на 5,8...10% порівняно з виробами, виготовленими за традиційною технологією. Це сприяє збереженню харчової та біологічної цінності нових виробів і зниженню енерговитрат під час нагрівання.

Втрати маси м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з БН знижуються на 4,4...6,0% порівняно з контрольними зразками.

Виявлено тенденцію до незначного збільшення ГНЗ (на 1,2...2,4%), що узгоджується з даними про реологічні характеристики БН та його здатністю до структуроутворення.

За висновком експертної дегустаційної комісії загальна органолептична оцінка м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з різним вмістом БН наближена до виробів, виготовлених за традиційними рецептурами.

У м'ясних січених виробках, виготовлених на основі яловичого фаршу з БН, спостерігаються незначні зміни хімічного складу, які виражаються в підвищенні частки загальної вологи і незначному зниженні масової частки білка, жиру та зольних елементів. В цілому, за вмістом основних нутрієнтів нові види виробів наближені до контрольних.

Біологічну цінність м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з БН оцінювали за такими розрахунковими показниками: амінокислотним скором, коефіцієнтом різниці амінокислотного скору (КРАС), коефіцієнтом утилітарності (U). Встановлено, що в нових виробках відсутні лімітуючі амінокисло-

ти, показники КРАС і коефіцієнта утилітарності вказують на поліпшення збалансованості незамінних амінокислот (табл. 4).

Таблиця 4

Показники біологічної цінності шніцеля натурального січеного

Найменування амінокислот	Вимоги ФАО/ВООЗ до вмісту не- замінних амінокислот, мг/г білка	Шніцель натуральний січе- ний, рецептура №657		Шніцель натуральний сі- чений на основі яловичого фаршу з 10% БН	
		Вміст амінокислот, мг в 1 г білка	Аміно- кислотний скор, %	Вміст амінокис- лот, мг в 1 г білка	Аміно- кислотний скор, %
Валін	50	55,0	110,0	51,3	102,6
Ізолейцин	40	42,0	105,0	40,3	100,7
Лейцин	70	79,2	113,1	75,5	107,9
Лізин	55	80,6	146,5	74,8	136,0
Метионін+ цистин	35	38,8	110,8	36,5	104,3
Треонін	40	42,4	105,9	41,9	104,8
Триптофан	10	11,4	114,1	10,3	103,0
Фенілаланін+ тирозин	60	78,4	130,7	77,2	128,7
КРАС, %			12,1		10,2
U, %			0,89		0,91

Експериментальними даними встановлено деяке збільшення ступеня перетравлюваності білків ферментами шлунково-кишкового тракту *in vitro*. Це може бути пов'язано з частковим гідролізом білків сполучної тканини, що входять до складу БН та мікроструктурними змінами м'ясної системи, що забезпечує кращий доступ ферментів до білкових субстратів (рис. 3).

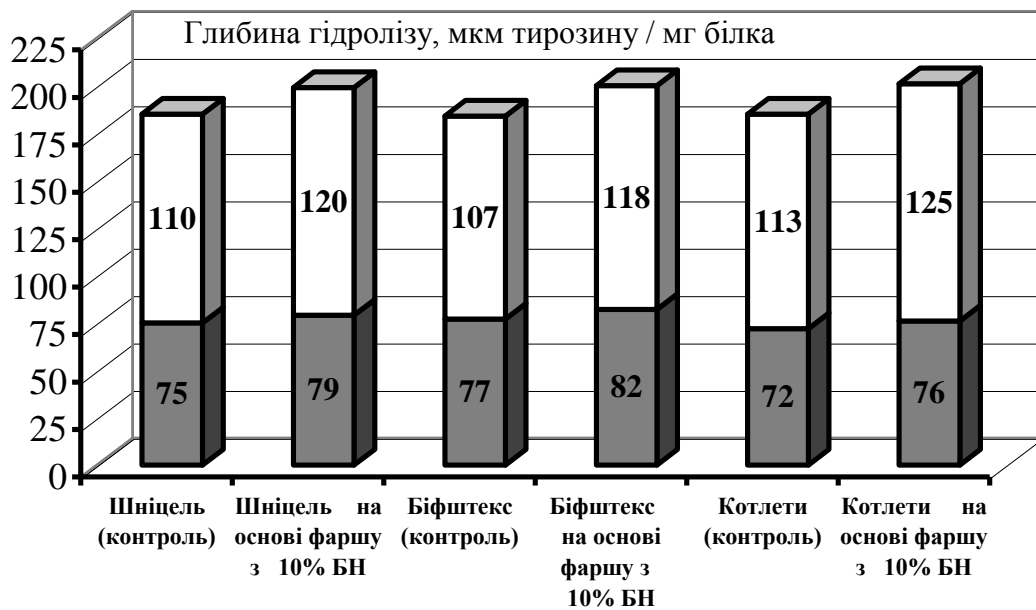


Рис. 3. Перетравлюваність білкового компонента м'ясних січених виробів ферментами шлунково-кишкового тракту *in vitro*: ■ – пепсиноліз; □ – трипсиноліз

За мікробіологічними показниками розроблені м'ясні січені вироби відповідають нормативам безпеки, що діють для даного виду продукції в Україні.

Технологічна схема процесу виробництва м'ясних січених виробів на основі фаршу з 10% БН не має суттєвих відмінностей від традиційної схеми і включає наступні операції: підготовку рецептурних компонентів, приготування рецептурної суміші, порціонування, формування, для шніцеля натурального січеного та котлет – панірування, теплову обробку.

Розрахунок інтегрального показника якості м'ясних січених виробів включав визначення комплексного показника якості та економічної ефективності від впровадження нових видів виробів. Для побудови «дерева властивостей» було обрано групові показники органолептичних властивостей, харчової та біологічної цінності, технологічних та структурно-механічних властивостей. Результати розрахунків свідчать, що інтегральний показник якості нових видів м'ясних січених виробів вищий порівняно з виробами, виготовленими за традиційними рецептурами: на 9,7% у біфштекса «Здоров'я», на 11,3% у шніцеля натурального січеного «Богатир» та на 10,15% у котлет «Ніжність».

У п'ятому розділі «Економічна ефективність та результати впровадження досліджень в практику» розраховано економічний ефект від впровадження технології м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з 10% БН та їх роздрібну ціну, яка на 3,25...5,5% нижча, ніж у виробів виготовлених за традиційною технологією. Виконано комплекс робіт з впровадження результатів. Розроблено та затверджено ТУ У 15.1-01566330-169:2005 «Протоген – обогатитель белковый», технологічну інструкцію з його виробництва, технологічні карти на м'ясні січені вироби з БН. Нові технології апробовано в закладах ресторанного господарства міста Харкова: ТОВ «Світло Шахтаря», кафе «Чашка», ТОВ «Аніс».

ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних даних свідчить про те, що КС є цінним джерелом тваринних білків для виробництва м'ясних виробів і м'ясопродуктів. Проте необхідні для його використання методи біотехнології в Україні обмежені недовідомістю ферментів вітчизняного виробництва, які відповідають вимогам технологічного процесу переробки м'ясної сировини, багатой на колаген. У зв'язку з цим актуальними є пошуки і вивчення ферментів з колагеназною активністю, створення на їх основі ефективних композицій ферментів, а також розробка нових біотехнологій м'ясних виробів з використанням КС.

2. На основі аналітичних та експериментальних даних розроблено і науково обґрунтовано композицію ферментів для обробки КС, що складається з протомегатерину Г20Х та папаїну. З використанням методів математичного моделювання оптимізовано співвідношення ферментів у складі запропонованої композиції: Г20Х:ПАП=1,16...1,75.

3. Розроблено та оптимізовано технологічні параметри ферментативного протеолізу КС композицією ферментів, що забезпечують направлене формування його функціонально-технологічних властивостей: вміст композиції ферментів

до маси сировини – 0,14...0,18%; тривалість протеолізу – (50...66)×60 с; температура – 53...60° С; гідромодуль – 3:1; рН – 7,0.

4. Розроблено та науково обґрунтовано ресурсозберігаючу технологію БН на основі КС, ферментованої композицією ферментів. Багатоплановими дослідженнями функціонально-технологічних, реологічних та мікроструктурних характеристик БН встановлено, що обробка КС композицією ферментів дозволяє направлено регулювати вказані вище властивості, зокрема підвищувати гелеутворюючу, вологозв'язуючу, емульгуючу здатності, підсилює деструкцію нативної сировини.

5. Визначено показники якості БН – його хімічний склад, біологічну цінність та показники безпеки. На основі досліджень окислювальних змін ліпідів БН, характеристик його білкового компоненту і рівнів мікробіологічних показників якості встановлено допустимі терміни зберігання БН (з вологістю 86±1% за температури 4±2° С – до 12 годин, з вологістю 5±0,2% у вакуумній упаковці за температури 18±2° С – до 180 діб).

6. Багатоплановими дослідженнями вивчено показники якості яловичого фаршу, виготовленого з використанням БН. Встановлено, що раціональна кількість додавання БН замість основної м'ясної сировини складає 10%.

7. Розроблено та науково обґрунтовано технології м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з 10% БН: біфштекса січеного, шніцеля натурального січеного та котлет. Встановлено, що заміна основної сировини на 10% БН не впливає на харчову та біологічну цінність готових виробів при певній тенденції до підвищення амінокислотної збалансованості і перетравлюваності білків *in vitro*; забезпечує мікробіологічну безпеку виробів у межах діючих санітарних вимог.

8. Розраховано інтегральний показник якості м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з 10% БН. Встановлено, що додавання БН в яловичий фарш у кількості 10% збільшує інтегральний показник якості нових видів готових виробів: на 9,7% у біфштекса «Здоров'я», на 11,3% у шніцеля натурального січеного «Богатир» та на 10,15% у котлет «Ніжність».

9. Встановлено, що сукупний максимальний економічний ефект для біфштекса «Здоров'я» складає 18,15%, для шніцеля натурального січеного «Богатир» – 20,25%, для котлет «Ніжність» – 24,75%. Дослідні партії нових м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з БН випущено та реалізовано на підприємствах ресторанного господарства м. Харкова.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Коваленко В. А. Влияние температурных режимов и способов тепловой обработки на протеолитическую активность ферментной композиции / В. А. Коваленко, Е. Д. Розанова, В. Г. Горбань, О. В. Москаленко // Вестник Национального технического университета «ХПИ» «Новые решения в современных технологиях»: сб. науч. тр. / НТУ «ХПИ». – Х., 2004. – № 47. – С. 126–129. (Внесок здобувача: досліджено вплив температурних режимів на протеолітичну активність композиції ферментів).

2. Коваленко В. О. Протеолітична активність ферментних композицій для переробки м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини / В. О. Коваленко, Л. О. Чернова, О. В. Москаленко // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2004. – Ч. 1. – С. 107–111. (Внесок здобувача: досліджено протеолітичну активність композиції ферментів з протомегатерину Г20Х та папаїну).
3. Коваленко В. О. Оцінка якості збагачувача білкового «Протоген» / В. О. Коваленко, О. В. Москаленко // Вестник Национального технического университета «ХПИ» «Новые решения в современных технологиях»: сб. науч. тр. / НТУ «ХПИ». – Х., 2006. – № 10. – С. 158–163. (Внесок здобувача: досліджено хімічний склад збагачувача білкового «Протоген» та його мікробіологічні показники).
4. Черевко А. И. Влияние ферментативной обработки на микроструктуру вторичного коллагенсодержащего мясного сырья и говяжьих фаршей с его использованием / А. И. Черевко, В. А. Коваленко, С. И. Хвыля, О. В. Москаленко // Мясная индустрия. – 2007. – № 12. – С. 17–27. (Внесок здобувача: досліджено мікроструктурні зміни у колагенвмісній сировині та яловичих фаршах з додаванням збагачувача білкового «Протоген»).
5. Пат. 10130 Україна, МПК⁷ А23J1/02. Спосіб виробництва біологічно-активної добавки «Протоген» / Черевко О. І., Коваленко В. О., Розанова К. Д., Погожих М. І., Чернова Л. О., Москаленко О. В., Горбань В. Г. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна) – № 2005 00017 ; заявл. 04.01.05 ; опубл. 15.11.05, Бюл. № 11 – 3 с. (Внесок здобувача: проаналізовано прототипи винаходу та сформульовано формулу винаходу).
6. Пат. 27526 Україна, МПК (2006) А23L/31. Спосіб виробництва м'ясних січених виробів з додаванням збагачувача білкового «Протоген» / Черевко О. І., Коваленко В. О., Москаленко О. В., Горбань В. Г., Чернова Л. О. ; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна) – № 2007 04804 ; заявл. 28.04.07 ; опубл. 12.11.07, Бюл. № 18 – 3 с. (Внесок здобувача: проаналізовано прототипи винаходу, сформульовано формулу винаходу та загальні висновки).
7. Коваленко В. А. Технология получения коллагенсодержащей белковой добавки «Протоген» / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : прогр. і матер. 71-ої наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 18-19 квітня 2005 р. – У 2 ч. – К., 2005. – Ч. 2. – С. 129. (Внесок здобувача: досліджено дію ферментної композиції на структуру колагенвмісної сировини).
8. Коваленко В. О. Показники якості м'ясних січених виробів з використанням збагачувача білкового «Протоген» / В. О. Коваленко, О. В. Москаленко // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи : прогр. і матер. ІХ Міжнар. наук.-техн. конф., 17-19 жовтня 2005 р. – У 2 ч. – К., 2005. – Ч. 1. – С. 122. (Внесок здобувача: досліджено вихід м'ясних виробів з додаванням збагачувача білкового «Протоген»).

9. Москаленко О. В. Ресурсосберегающая биотехнология переработки вторичного коллагенсодержащего мясного сырья / О. В. Москаленко // *Технологія – 2006 : тези доп. ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 13-14 квітня 2006 р. – Сєверодонецьк, 2006. – С. 62.*

10. Коваленко В. А. Разработка ресурсосберегающей биотехнологии белкового обогатителя из вторичного мясного сырья / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко, С. Н. Коваленко // *Технология и продукты здорового питания : матер. Междунар. науч.-практ. конф., 2007 г. – Саратов, 2007. – С. 64. (Внесок здобувача: розроблено асортимент кулінарних м'ясних січених виробів з додаванням збагачувача білкового «Протоген»).*

11. Коваленко В. А. Реологические характеристики говяжьих фаршей с использованием полуфабриката белкового «Протоген» / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко // *Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., 17 жовтня 2007 р. – У 2 ч. – Х., 2007. – Ч. 1. – С. 33. (Внесок здобувача: досліджено реологічні зміни у яловичих фаршах з додаванням збагачувача білкового «Протоген»).*

12. Москаленко О. В. Виробництво м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з напівфабрикатом білковим (НБ) / О. В. Москаленко, С. М. Коваленко // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : прогр. і матер. 74-ої наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 21-22 квітня 2008 р. – К., 2008. – С. 200. (Внесок здобувача: досліджено органолептичні характеристики готових м'ясних січених виробів на основі яловичого фаршу з різною кількістю БН).*

АННОТАЦІЯ

Москаленко О.В. Технологія білкового напівфабрикату з колагенвмісної сировини для м'ясних січених виробів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2008 р.

У дисертації науково обґрунтовано та розроблено технологію білкового напівфабрикату з колагенвмісної сировини для м'ясних січених виробів.

Обґрунтовано якісний склад композиції ферментів для обробки КС, співвідношення ферментів в композиції та її кількості, яка вноситься до сировини. Науково обґрунтовано та оптимізовано параметри технологічного процесу виробництва БН, заснованого на ферментативному протеолізі КС композицією ферментів; визначено фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники і закономірності їхніх змін під впливом технологічних чинників; встановлено умови і терміни зберігання БН. Вивчено функціонально-технологічні властивості БН, які обґрунтовують можливість його використання в технологіях м'ясних січених виробів.

Розроблено технологію м'ясних січених виробів з використанням БН. Визначено комплекс їхніх технологічних властивостей, структурно-механічних, органолептичних і мікробіологічних показників, харчову та біологічну цінність. Розроблено та затверджено нормативну та технологічну документацію, здійснено впровадження нових технологій у підприємства ресторанного господарства, розраховано економічний ефект від їх впровадження.

Ключові слова: композиція ферментів, протомегатерин Г20Х, папаїн, ферментативний протеоліз, білковий напівфабрикат, яловичий фарш, м'ясні січені вироби.

АННОТАЦІЯ

Москаленко О.В. Технология белкового полуфабриката на основе коллагенсодержащего сырья для мясных рубленых изделий. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология продуктов питания. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2008 г.

В диссертации научно обоснована и разработана ресурсосберегающая технология белкового полуфабриката (БП) на основе коллагенсодержащего сырья (КС) для мясных рубленых изделий.

Обоснована и разработана композиция ферментов для обработки КС, состоящая из протомегатерина Г20Х и папаина, соотношение которых в композиции составляет (ПМ:ПАП) 1,16...1,75. Научно обоснованы и оптимизированы параметры ферментативного протеолиза КС композицией ферментов: количество композиции ферментов к массе сырья, продолжительность ферментативного протеолиза, температура, гидромодуль и рН.

Установлено, что основная часть азота водорастворимой фракции белка находится в составе пептидов и аминокислот, а, следовательно, ферментативный протеолиз КС композицией ферментов не приводит к глубоким деструктивным изменениям коллагена, при этом 95% оксипролина также находится в составе пептидов. Обоснованы сроки хранения БП: с влажностью 86±1% при температуре 4±2⁰ С – 12 часов; с влажностью 5±0,2% (в вакуумной упаковке) и температуре 18±2⁰ С – 180 суток.

Разработанная технологическая схема получения БП легко вписывается в работу мясных цехов, не требует выделения дополнительных площадей и может быть реализована в предприятиях любой мощности. Установлено, что ферментативный протеолиз КС композицией ферментов обеспечивает направленное изменение реологических характеристик, микроструктуры и функционально-технологических свойств исходного сырья, основная масса сухих веществ БП представлена белком, содержание водорастворимого белка составляет 71%. Микробиологические показатели БП соответствуют санитарно-микробиологическим требованиям, установленным для данного вида продукции в Украине.

Обоснована целесообразность использования БП в говяжьих фаршах. Установлено, что использование БП увеличивает прочность связи воды с белковыми молекулами, в результате чего снижается ее подвижность, а также оказывает положительное влияние на его функционально-технологические и структурно-механические свойства. Рациональным является введение БП в говяжьи фарши в количестве 10%, что не приводит к снижению его биологической ценности.

На основе говяжьего фарша с БП разработан ряд рецептур натуральных мясных рубленых изделий и изделий из котлетной массы: шницель натуральный рубленый, бифштекс рубленый и котлеты. Установлено, что использование БП в говяжьем фарше позволяет сократить продолжительность тепловой обработки, что способствует сохранению пищевой и биологической ценности новых видов изделий и снижению энергозатрат при нагревании.

Общая органолептическая оценка мясных рубленых изделий на основе говяжьего фарша с БП приближена к изделиям, приготовленным по традиционным рецептурам.

Установлено, что в новых изделиях отсутствуют лимитирующие аминокислоты и наблюдается улучшение сбалансированности незаменимых аминокислот. По микробиологическим показателям разработанные мясные рубленые изделия отвечают нормативам безопасности, действующим для данного вида продукции в Украине.

Разработана и утверждена нормативная и технологическая документация. Технологии внедрены в предприятиях ресторанного хозяйства г. Харькова, рассчитан экономический эффект от их внедрения.

Ключевые слова: композиция ферментов, протомегатерин Г20Х, папаин, ферментативный протеолиз, белковый полуфабрикат, говяжий фарш, мясные рубленые изделия.

ANNOTATION

Moskalenko O.V. Technology of protein semi-product from collagen raw material for mince meat products. – Manuscript.

Thesis for Candidate's degree by speciality 05.18.16 – Technology of Food Products. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2008.

Technology of protein semi-product from collagen-containing raw material (CCRM) for minced meat products is scientifically substantiated and developed.

Qualitative composition of enzymes for CCRM treatment, correlation of enzymes in the composition and its amount that is brought into the raw material is grounded. Parameters of technological process for the semi-product manufacture, which is based on CCRM enzymatic proteolysis by the enzymes composition, are scientifically substantiated and optimized. Physical, chemical, organoleptic and microbiological indexes and conformities of their changes under the influence of technological factors are determined. Conditions and terms of protein semi-product storage are determined. Functional and technological properties of protein semi-

product, which prove the possibility of its use in minced meat semi-products' technologies, are studied.

Technology of minced meat products with the use of protein semi-product is worked out. The complex of their technological properties, structural, mechanical, organoleptic and microbiological indexes, nutritive and biological value is determined. Normative and technological documentation is worked out and proved. New technologies are introduced in restaurant business. Economic effect of the products' introduction is calculated.

Key words: composition of enzymes, protomegaterin G20X, papain, enzymatic proteolysis, protein semi-product, minced meat products.

Автор висловлює подяку доктору технічних наук, професору Пивоварову Павлу Петровичу за наукові консультації, що були надані під час виконання дисертаційної роботи.

Харківський державний університет харчування та торгівлі,
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Підп. до друку 14.10.08 р. Формат 60×90/16. Папір офсет. Друк. офсет.
Обл.-вид. арк. 1,0. Умов. друк. арк. 1,1. Умов. фарб.-відб. 1,1.
Тираж 100 прим. Зам. №317

ДОД ХДУХТ, вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.