

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

КОВАЛЕНКО ВАЛЕНТИНА ОЛЕКСІЇВНА

УДК 637.522.7:637.62

НАУКОВІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ
З ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук

Харків – 2009

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії
України у галузі науки і техніки
Черевко Олександр Іванович,
Харківський державний університет харчування та торгівлі, завідувач
кафедри процесів, апаратів та автоматизації харчових вироб-
ництв

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент

Кравченко Михайло Федорович,

Київський національний торговельно-економічний університет, до-
цент кафедри технології та організації ресторанного господарства

доктор сільськогосподарських наук, професор

Пешук Людмила Василівна,

Національний університет харчових технологій, завідувач кафедри
технології м'яса, м'ясних та олієжирових продуктів

доктор біологічних наук, професор

Перський Євген Ефроїмович,

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, завідувач
кафедри біохімії

Захист відбудеться «28» травня 2009 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за ад-
ресом: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного університе-
ту харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий «27» квітня 2009 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 показників якості м'ясної сировини. При цьому економіка країни ставить нові завдання з підвищення якості та розширення асортименту продукції, що зобов'язує фахівців впроваджувати нові технології, здатні забезпечити рентабельну та безперебійну роботу підприємств.

Ресурсозберігаючі технології харчових продуктів є реальним джерелом посилення сировинної бази переробних галузей. Відомо, що у вітчизняній м'ясопереробній галузі близько 14% ресурсів, що містять білок, залишаються невикористаними. Зростаюча потреба в забезпеченні виробництва м'ясними ресурсами призводить до необхідності залучення в технологічні процеси сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини та пошуку шляхів підвищення її технологічних властивостей. Перспективним у цьому напрямку є використання біотехнологічних способів ферментативної обробки м'ясної сировини. Переваги використання протеолітичних ферментних препаратів обумовлені їх високою каталітичною активністю, можливістю реалізації без використання екстремальних температур та агресивних середовищ, специфічністю дії ферментів та простотою інактивації за традиційних температур термообробки м'ясних виробів.

Технології м'ясних напівфабрикатів і кулінарних виробів з використанням прийомів біотехнології на основі ферментативного протеолізу м'ясної сировини широко використовуються в міжнародній практиці. Вагомий вклад в розробку даного наукового напрямку внесли вчені О.І. Жаринов, М.М. Ліпатов, Н.К. Журавська, І.В. Леріна, Л.В. Антипова, В.А. Алексахіна, І.О. Рогов, О.С. Ратушний, Л.Ф. Мітасева, W. R. Dayton, R. Hamm, H. Oskerman та ін.

Разом з тим, широке впровадження методів біотехнології для обробки м'ясної сировини стримується низкою чинників, в тому числі обмеженим переліком протеолітичних ферментів вітчизняного виробництва, методів оцінки їх ефективності та науково обґрунтованих рекомендацій з їх використання в м'ясопереробній галузі.

Аналіз відомих технологій та узагальнення даних про активність протеолітичних ферментів вказує на те, що традиційно вплив на технологічні властивості м'ясних систем досягається шляхом використання окремих ферментних препаратів імпортного виробництва (папаїну, фіцину, бромеліну та ін.), що не дозволяє здійснити комплексну переробку м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини. Сучасні досягнення теорії та практики ферментативного протеолізу свідчать, що доцільним є створення композицій ферментних препаратів з вираженою колагеназною та еластазною активністю. У зв'язку з вищенаведеним актуальним напрямком є пошук нових ферментних препаратів вітчизняного виробництва, наукове обґрунтування та розробка композицій ферментних препаратів, впровадження нових біотехнологій, що дозволить в повному обсязі реалізувати потенціал м'ясної сировини, підвищити ефективність виробництва, забезпечити високу якість продукції та розширити її асортимент.

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 наступними темами: №2-95-96Б «Функціонально-технологічна та мікробіологічна характеристика ферментованого м'яса і виготовлених з нього кулінарних виробів»; №13-98-99Б «Технологія м'ясних виробів з ферментованої сировини»; №14-2000-2001Б «Наукове обґрунтування та розробка інтенсивної технології м'ясних виробів з використанням ферментованої сировини та мікрохвильового нагрівання»; №20-02-04Б (0105U002059) «Наукове обґрунтування технології нової кулінарної продукції підвищеної біологічної цінності»; №8-04Д «Розробка технології та інструкції з використання харчової добавки на основі ферментного препарату папаїну в технологіях переробки яловичини другого сорту»; №7-05-07Б (0105U002059) «Наукове обґрунтування технології продуктів харчування з функціональними властивостями»; №1-08БО (0108U001333) «Теоретичні основи технологій дієтичних добавок, продуктів оздоровчого харчування з вторинної м'ясної сировини».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є теоретичне обґрунтування та розробка технологій м'ясних напівфабрикатів та кулінарних виробів із сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини з використанням композицій ферментних препаратів.

Для досягнення поставленої мети сформульовано та вирішено наступні завдання:

- проведено аналітичні дослідження сучасних технологій м'ясних напівфабрикатів та кулінарних виробів із сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, а також механізмів дії і властивостей протеолітичних ферментних препаратів, що використовуються в технологічних процесах переробки вказаної сировини;
- розроблено теоретичну модель протеолізу білків протомегатерином Г20Х, папаїном та композиціями цих ферментних препаратів;
- у модельних експериментах визначено біокаталітичні та структурні властивості протомегатерину Г20Х;
- науково обґрунтовано та розроблено композиції протеолітичних ферментних препаратів на основі протомегатерину Г20Х і папаїну для ферментативного протеолізу м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, що забезпечують направлене формування її технологічних властивостей;
- здійснено експериментальну перевірку залежностей технологічних властивостей м'ясної сировини з різним вмістом сполучної тканини від умов її ферментативного протеолізу (виду використаних ферментних препаратів, їх кількості, тривалості та температури обробки);
- здійснено порівняльні дослідження закономірностей протеолізу м'ясних систем під впливом протомегатерину Г20Х, папаїну і розроблених композицій: характеру перетворень білків м'язової та сполучної тканини, ступеня механічної деструкції, стану вологи, ліполітичних процесів та накопичення сполук, з яких можуть утворюватись гетероциклічні ароматичні аміни;

– науково обґрунтовано та розроблено технології м'ясних напівфабрикатів з ферментованої сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини (натуральні напівфабрикати для смаження, яловичі фарші, напівфабрикат білковий), обґрунтовано умови та терміни їх зберігання;

– з використанням методів математичного моделювання розроблено рецептурний склад та технології натуральних січених і комбінованих м'ясних кулінарних виробів з ферментованої сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, виготовлених з використанням різних способів теплової обробки;

– отримано комплекс порівняльних даних про харчову, біологічну цінність і безпечність м'ясних напівфабрикатів та кулінарних виробів;

– проведено комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження розроблених технологій у виробництво та обґрунтовано їх соціальну і економічну ефективність.

Об'єкт дослідження – технології м'ясних напівфабрикатів і кулінарних м'ясних виробів із сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, ферментованої протомегатерином Г20Х та його композиціями з папаїном.

Предмет дослідження – протеолітичні ферментні препарати протомегатерин Г20Х, папаїн і композиції на їх основі, очищений колаген, очищений еластин, натуральні напівфабрикати для смаження, фарші, виготовлені з частин яловичої туші із вмістом білків сполучної тканини 4,3...4,7%, напівфабрикат білковий з вологістю $(86\pm 1)\%$ та $(5\pm 0,2)\%$, яловичі фарші із вмістом напівфабрикату білкового 5, 10, 15, 20%, біфштекси натуральні, м'ясні січені вироби на основі ферментованого яловичого фаршу та яловичого фаршу з напівфабрикатом білковим.

Методи дослідження – теоретичні методи комп'ютерної математики, методи дослідження фізико-хімічних, технологічних, структурно-механічних, органолептичних, біохімічних, мікробіологічних показників, планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних з використанням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. З використанням методів системного аналізу на підставі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано і реалізовано наукову концепцію – використання протеолітичних ферментних препаратів та їх композицій дозволяє направлено формувати технологічні властивості м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, інтенсифікувати технологічний процес подальшої обробки, розширити м'ясну сировинну базу та асортимент продукції.

У межах сформульованої наукової концепції вперше розроблено теоретичну модель ферментативного протеолізу білків протомегатерином Г20Х, папаїном та композиціями на їх основі за різних співвідношень ферментних препаратів. З урахуванням біокаталітичних властивостей протомегатерину Г20Х і папаїну розроблено їх композиції для протеолізу м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, які забезпечують направлене формування технологічних властивостей вказаної сировини.

Одержали подальший розвиток теоретичні положення ферментативного протеолізу м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, а саме:

- обґрунтовано доцільність використання протеолітичного ферментного препарату мікробного походження протомегатерину Г20Х і його композицій з папаїном у технологіях м'ясних напівфабрикатів і кулінарних виробів;

- встановлено, що формування технологічних властивостей м'ясних систем досягається шляхом регулювання концентрації ферментних препаратів, температурних умов і тривалості протеолізу; обґрунтовано раціональні значення цих параметрів залежно від вмісту сполучної тканини в м'ясній сировині;

- встановлено, що гідролітичні та структурні зміни білків і ліпідів у м'ясних системах при протеолізі протомегатерином Г20Х і його композиціями з папаїном сприяють забезпеченню стабільності технологічних властивостей і безпечності м'ясних напівфабрикатів та зниженню в них окиснювальних змін ліпідів за умов зберігання в охолодженому та замороженому станах;

- доведено безпечність нової продукції з ферментованої м'ясної сировини за вмістом креатину (креатиніну), глюкози та вільних амінокислот – сполук, з яких можуть утворюватися під час теплової обробки канцерогенні речовини – гетероциклічні ароматичні аміни.

Комплексними дослідженнями визначено технологічні властивості, структурно-механічні, органолептичні та мікробіологічні характеристики, показники харчової, біологічної цінності та безпечності м'ясних натуральних і січених напівфабрикатів та кулінарних виробів з ферментованої м'ясної сировини. Доведено, що використання протеолітичного ферментного препарату протомегатерину Г20Х і його композицій з папаїном забезпечує технологічну стабільність м'ясної кулінарної продукції, дозволяє інтенсифікувати технологічний процес, розширити сировинну базу її виробництва.

На технічні рішення, запропоновані в дисертаційній роботі, отримано 6 деклараційних патентів України на винахід та 1 деклараційний патент на корисну модель. Новизна наукових розробок підтверджена патентом України.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів реалізації наукової концепції, проведених теоретичних та експериментальних досліджень випробувано і впроваджено технології м'ясних напівфабрикатів і кулінарних виробів, розроблено рецептурний склад двох композицій ферментних препаратів, призначених для ферментативного протеолізу м'ясної сировини із вмістом білків сполучної тканини (4,3...4,7)% та вторинної колагенмісткої м'ясної сировини. Розроблено та затверджено нормативну документацію (ТУ У 15.8-01566330-158-2004 «Добавка харчова комплексна на основі протеолітичних ферментів», ТУ У 15.1-01566330-157-2004 «Фарш яловичий, ферментований протеолітичними препаратами», ТУ У 15.1-01566330-169-2005 «Протоген» –збагачувач білковий»), ДСП 4.4.5.078. 2001 «Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції громадського харчування». Обґрунтовано підходи до формування інтегрального показника якості нових м'ясних січених виробів. Проведеними розрахунками доведено переваги використання ферментативного протеолізу під час виробництва м'ясних натуральних та січених напівфабрикатів і кулінарних виробів. Соціальний і економічний ефект від впровадження нових м'ясних натуральних і січених напівфабрикатів та кулінарних виробів полягає в розширенні асортименту і

зниженні ціни на нову продукцію. Розроблено рекомендації з використання нової продукції в харчуванні різних верств населення.

Реалізація роботи. Здійснено випуск і реалізацію дослідних партій продукції на підприємствах м'ясопереробної галузі та ресторанного господарства: ТОВ «Харківський м'ясокомбінат» (акт від 04.03.2008 р.), ТОВ «Салтівський м'ясокомбінат» (акт від 10.04.2008 р.), ТОВ «Вовчанський м'ясокомбінат» (акт від 05.02.2008 р.), ТОВ «Гайфун» (акт від 09.12.1998 р.), АТ лікувально-оздоровчих закладів профспілок України «Укрпрофоздоровниця» (акт від 17.09.1998 р.), ЧПК «Фарма» (акт від 05.02.2004 р.), (акт від 05.02.2008 р.), комбінаті харчування «Світло шахтаря» (акти від 14.09.2006 р., 20.03.2007 р.), ТОВ «Аніс» (акти від 10.04 2006 р., 12.09.2007 р.), кафе «Чашка» ПО «Горкоопторг» (акт від 20.03.2007 р.). Отримані результати впроваджено в навчальний процес ХДУХТ (акт від 17.12.2007 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, обґрунтуванні та формулюванні мети, завдань, наукової концепції роботи та її теоретичному і експериментальному підтвердженні, розробці програми досліджень, керівництві та безпосередній участі в її реалізації, проведенні аналітичних та експериментальних досліджень, аналізі і узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків і пропозицій, в підготовці результатів досліджень до публікації і складанні заявок на винаходи, в розробці нормативної та технологічної документації, впровадженні науково-технічних розробок у виробництво та навчальний процес.

У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачу належать основні ідеї, наукове обґрунтування теоретичних положень, організація та участь у проведенні досліджень, обробка та аналіз одержаних результатів.

Матеріали та висновки кандидатської дисертації здобувача не використані.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації пові-домлялися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу ХДУХТ (1995–2008 рр.); Міжнародній науково-технічній конференції «Ресурсосберегающие технологии пищевых производств» (Санкт-Петербург, 1998 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Товарознавство – наука, практика та перспективи розвитку в умовах ринку» (Київ, 1999 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Научные и практические аспекты переработки мяса и мясопродуктов» (Харків, 2001 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі» (Харків, 2002, 2007, 2008 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі» (Харків, 2003 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: медицина, фармація, біотехнологія» (Харків, 2003 р.); 72-й Міжнародній науково-практичній конференції «Товарознавство та ринок споживчих товарів у 3-му тисячолітті» (Донецьк, 2004 р.); Міжву-зівській науково-практичній конференції «Проблеми техніки і технології харчових виробництв» (Полтава, 2004 р.); I та II Міжнародних науково-практичних конференціях «Харчові технології – 2005, 2006» (Одеса,

2005–2006 рр.); 71-й та 72-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, 2005–2006 рр.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія» (Харків, 2006 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Тваринництво XXI сторіччя: новітні технології, досягнення та перспективи» (Харків, 2006 р.); XXII науковій конференції країн СНД «Дисперсні системи» (Одеса, 2006 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів» (Київ, 2006 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка» (Святогірськ, 2007 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини» (Харків, 2008 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2008 р.).

Розроблена продукція демонструвалася на Міжнародній виставці наукових досягнень ХДУХТ, присвяченій 65-річчю з дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ Беляєва М.І. (Харків, 2003 р.); регіональних виставках-ярмарках «Наука Харківщини» (Харків, 2004–2007 рр.); Міжнародній виставці «Наука і виробництво. Продукти харчування, технології, обладнання» (Харків, 2007 р.); щорічному Міжнародному бізнес-форумі «Слов'янський базар» та ін., де одержали позитивну оцінку.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 60 наукових праць, в тому числі 31 статтю в наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 1 патент України, 6 деклараційних патентів України на винахід та 1 деклараційний патент на корисну модель, 21 тези доповідей.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, 12 додатків та списку використаних джерел, який включає 358 найменувань, в тому числі 60 іноземних. Матеріали дисертації викладено на 327 сторінках друкованого тексту, вона містить 50 таблиць та 85 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи та її значення у вирішенні проблеми раціонального використання м'ясних сировинних ресурсів, сформульовано мету і завдання дослідження, викладено наукову концепцію, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо реалізації та апробації роботи.

У першому розділі «Перспективи та напрямки використання ферментних препаратів у технологіях переробки м'ясної сировини» (огляд літератури) розглянуто теоретичні основи ферментативного протеолізу м'ясної сировини, проаналізовано технології м'ясних напівфабрикатів, м'ясопродуктів, кулінарних виробів та білкових добавок з ферментованої сировини, систематизовано методи оцінки ефективності впливу ферментативного протеолізу м'ясної сировини на показники якості продукції.

Узагальнення цих даних дозволило визначити науково-технічні та економічні передумови використання ферментних препаратів вітчизняного виробництва та їх композицій для забезпечення комплексної переробки м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини та стало основою для формулювання завдань, які спрямовано на досягнення мети дисертаційної роботи.

У другому розділі «Об'єкти, матеріали та методи досліджень» надано стислу характеристику об'єктів, матеріалів та методів досліджень. Протеолітичну активність ферментів визначали за ГОСТ 20264.2, колагеназну та еластазну активності – за накопиченням вільного оксипроліну в гідролізатах очищених колагену та еластину, вміст оксипроліну – методом Р. Неймана і М. Логана. Фракціонування білків проводили за методом Varany, виділення міофібрилярних білків – методом F. King, розподіл фракцій міофібрилярних білків – методом гель-електрофорезу та гель-хроматографії, вміст розчинних білків – спектрофотометричними методами, амінного азоту – методом формольного титрування. Показники якості, хімічного складу та безпечності сировини і кулінарної продукції визначали за методиками, регламентованими діючими стандартами. Антиокиснювальну активність зразків і вміст жиророзчинних вітамінів – методами спектрального аналізу (СФ-46, Specord UVVIS, Specol 10). Кількісні зміни вологи оцінювали за допомогою термогравіметра-деріватографа Q-1000, структуру вологи – на ЯМР-спектрометрі безперервної дії з роздільною здатністю 10^{-5} ... 10^{-6} , амінокислотний склад – на амінокислотному аналізаторі 339 М (Чехословаччина). Амінокислотний скор білків і ступінь збалансованості амінокислот визначали за методом ФАО/ВООЗ, перетравлення білків *in vitro* – за методом А. Покровського та Н. Ертанова. Вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) визначали методом пресування, емульгуючу здатність та агрегативну (кінетичну) стійкість емульсій модельних систем – за методикою Л. В. Антипової, структурно-механічні властивості фаршів – на плоско-паралельному еластопластометрі Толстого та методом пенетрації на напівавтоматичному пенетрометрі, ефективну в'язкість – на ротаційному віскозиметрі типу «Реотест», теплотехнічний стан харчових продуктів – на експериментальній установці ІЧ-апарата КАТОХП-0,02. Гістологічні зрізи з подальшим їх фотографуванням вивчали на світловому мікроскопі Jenaval (Німеччина) з використанням морфологічної комп'ютерної програми аналізу зображення. Математичну модель комплексного показника якості розраховували за методом чисельної характеристики об'єкта М. І. Пересічного зі співавторами. 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 «Теоретичне та експериментальне обґрунтування складу та механізму дії композицій ферментних препаратів для протеолізу м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини» в модельних експериментах визначено, що протомегатерин Г20Х (ПМ Г20Х) як і папаїн проявляє протеолітичну активність в діапазоні рН 5,5...8,0 та температури 20...70° С, повністю втрачає активність при нагріванні до $(80 \pm 1)^\circ$ С, що відповідає вимогам до ферментних препаратів для направленої протеолізу м'ясної сировини. З

урахуванням результатів аналітичних досліджень прогнозовано можливість його одночасного використання з папаїном у складі композицій, що забезпечить формування їх активності відносно білків м'язової та сполучної тканини для раціонального використання наявних ресурсів м'ясної сировини та більш повного їх залучення у технологічні процеси.

Вперше розроблено теоретичну модель ферментативного протеолізу білків протомегатерином Г20Х, папаїном та їх композиціями за різних співвідношень цих ферментних препаратів. Здійснено оцінку технологічних властивостей ферментованих м'ясних систем залежно від вмісту та співвідношення білків м'язової та сполучної тканин, структурних та морфологічних особливостей та обґрунтовано параметри їх ферментативного протеолізу.

Оскільки біохімічний процес протеолізу білків є суперпозицією великого числа елементарних процесів, кожен з яких має характерний час релаксації, розробка теоретичної моделі базувалась на припущенні, що найменший час релаксації має на мікрорівні процес, що приводить систему в рівновагу. Це дозволило нам надалі користуватися макроскопічними характеристиками, такими як температура, концентрація та ін.

Процес ферментативного протеолізу кількісно описували зміною концентрації субстрату (S) залежно від тривалості (τ). При визначенні протеолітичної активності істотним є припущення, що відсутнє взаємне інгібування активності ферментів та існує баланс концентрацій продукту, тобто концентрація вихідного субстрату завжди дорівнює сумі концентрацій продуктів гідролізу і негідролізованого субстрату. Під концентрацією субстрату ми розуміємо вміст модельного білка або продуктів його гідролізу в одиниці об'єму, оскільки фактичний розподіл густини істотно не однорідний.

Процес протеолізу білка однокомпонентним ферментом можна описати рівнянням порядку α . Для дослідження цього процесу експериментально отримано і використано багатовимірну матрицю експериментальних даних, які відображали залежність накопичення продуктів гідролізу від концентрації протомегатерину Г20Х та папаїну в діапазоні від 0,02...0,12% і їх композицій за співвідношень ферментних препаратів 1:0,1...1:0,8, а також від температури, рН середовища, тривалості протеолізу.

Залежність ефективної швидкості реакцій протеолізу від температури (t), концентрації ферментів ($C_{\text{пап}}$ і $C_{\text{пм}}$), рН і тривалості (τ) можна описати рівнянням (1):

$$\frac{dC}{d\tau} = K_{\text{еф}}^c \cdot C^\alpha, \quad (1)$$

де C – масова частка ферментних препаратів, %; τ – довільний момент часу, с; $K_{\text{еф}}^c = K_{\text{еф}}^c(\text{рН}, C_{\text{пм}}, C_{\text{пап}}, t, \tau)$ – характеристика інтенсивності протеолізу; рН – рН системи; $C_{\text{пм}}$ – масова частка протомегатерину Г20Х, %; $C_{\text{пап}}$ – масова частка папаїну, %; t – температура протеолізу, °С; α – константа, що визначає порядок реакції.

Загальне рішення диференційного рівняння, що описує залежність зміни концентрації субстрату від тривалості протеолізу при $\alpha = 1$, має наступний вигляд (2):

$$[S(\tau)] = [S_0] \cdot e^{-\int_{\tau_0}^{\tau} V_{ef}^S(x) dx}, \quad (2)$$

де $[S(\tau)]$ – масова частка субстрату, %; $[S_0]$ – масова частка субстрату за умов $\tau = \tau_0$, %; τ_0, τ – відповідно початковий та довільний моменти часу, с; x – змінна інтегрування; V_{ef}^S – швидкість ферментативного протеолізу.

Методами комп'ютерної математики одержано регресійну залежність концентрації розчинних продуктів гідролізу від параметрів ферментативного протеолізу (3, 4):

$$C_{nzc}(C, pH, t, \tau) = C_{nzc}^{nac}(C, pH, t) \cdot \left[1 - e^{-V_{ef}(t, C, pH, \tau) \cdot \tau} \right], \quad (3)$$

$$C_{nzc}(C, pH, t, \tau) \Big|_{\tau=0} = 0, \quad (4)$$

де C_{nzc}^{nac} – максимальна концентрація продуктів гідролізу субстрату, мг/мл.

Експериментально підтверджено, що для протомегатерину Г20X раціональний діапазон температури становить $40 \dots 60^\circ \text{C}$, а рН середовища – $5 \dots 8$.

Зміна концентрації розчинних продуктів протеолізу білка залежно від концентрації протомегатерину Г20X в часі наведена на

рис. 1. Теоретична регресійна залежність адекватно відображає ці дані, причому підтверджується теоретично визначена доцільність використання протомегатерину Г20X в концентрації 0,1%.

Залежність концентрації продуктів гідролізу, а також гістограма миттєвої швидкості накопичення продуктів гідролізу від концентрації ферментного препарату і тривалості протеолізу наведено в тривимірному просторі і на площині (рис. 2, 3).

Рис. 1. Залежність концентрації продуктів гідролізу білка від тривалості протеолізу та концентрації ферментних препаратів: 1 – 0,06% папаїні; 2 – 0,1% ПМ Г20X; 3 – 0,12% ПМ Г20X

Ізолінії дозволяють визначити вміст продуктів гідролізу білка за різних комбінацій концентрації протомегатерину Г20X і тривалості протеолізу.

Рис. 2. Лінії рівних значень концентрації продуктів гідролізу білка залежно від концентрації ПМ Г20X та тривалості протеолізу

Рис. 3. Гістограма відносної миттєвої швидкості гідролізу білка залежно від концентрації ПМ Г20X та тривалості протеолізу

Теоретичні значення ефективної швидкості протеолізу залежно від тривалості і концентрації ферментів за температури $(60 \pm 1)^\circ \text{C}$ та рН 7 показано на рис. 4. Встановлено, що при сумісній дії ферментних препаратів істотно змінюється інтенсивність протеолізу. Принципово новим є факт, що за всіх співвідношень досліджених параметрів має місце виражений синергетичний (не адитивний, а мультиплікативний) ефект сумісної дії протомегатерину Г20X і папаїну.

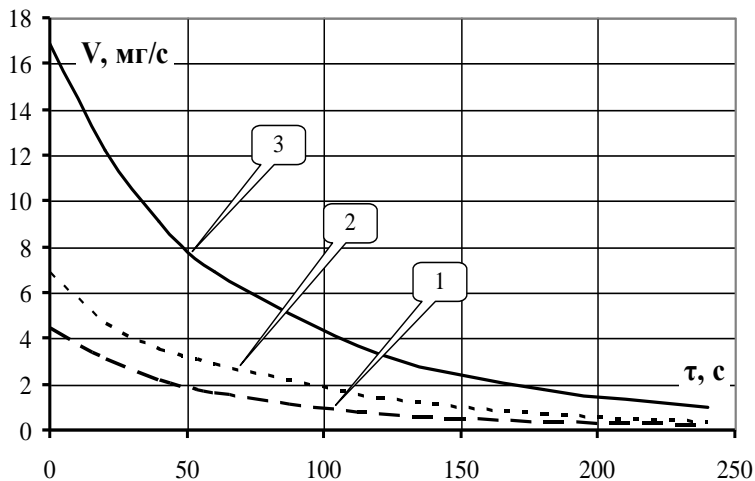


Рис. 4. Розрахункові залежності відносної швидкості протеолізу білка залежно від тривалості та концентрації ферментних препаратів: 1 – 0,1% ПМ Г20X; 2 – 0,06% папаїну; 3 – 0,1% ПМ Г20X і 0,06% папаїну

Проведеними дослідженнями і встановленими закономірностями науково обґрунтовано доцільність створення композицій протеолітичних ферментних препаратів на основі декількох препаратів різного походження однонаправленої дії за відсутності взаємного інгібування їх активності.

Для обґрунтування можливості реалізації одержаної теоретичної моделі при протеолізі м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини вивчено специфічну активність протомегатерину Г20X і папаїну щодо білків м'язової і сполучної тканини. Встановлено, що папаїн більш активний щодо білків м'язової тканини і колагену, а протомегатерин Г20X проявляє вищу активність щодо най-

Для обґрунтування можливості реалізації одержаної теоретичної моделі при протеолізі м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини вивчено специфічну активність протомегатерину Г20X і папаїну щодо білків м'язової і сполучної тканини. Встановлено, що папаїн більш активний щодо білків м'язової тканини і колагену, а протомегатерин Г20X проявляє вищу активність щодо най-

більш стійкого білка – еластину. Практична реалізація теоретичної моделі ферментативного протеолізу дозволяє використовувати композиції протомегатерину Г20Х і папаїну для протеолізу м'ясної сировини з різним вмістом, співвідношенням білків і морфологічними відмінностями в будові сполучної тканини.

Вивчено вплив температури на інтенсивність гідролізу колагену і еластину як окремими ферментними препаратами, так і їх композиціями за різних співвідношень протомегатерину Г20Х і папаїну (рис. 5).

Результати експериментальних досліджень підтверджують адекватність теоретичної моделі ферментативного протеолізу та наявність синергетичного ефекту при гідролізі білків сполучної тканини композиціями протомегатерину Г20Х і папаїну за всіх досліджених співвідношень ферментних препаратів і значеннях температури.

Експериментально доведено, що температура інактивації композицій ферментних препаратів змінюється залежно від співвідношення протомегатерину Г20Х і папаїну. Для композиції, що містить протомегатерин Г20Х і папаїн в співвідношенні 1:0,1, за умов кондуктивного нагрівання вона не перевищує $(80 \pm 1)^\circ \text{C}$, а за умов НВЧ нагрівання – $(75 \pm 1)^\circ \text{C}$ як і для чистого протомегатерину Г20Х. За умов збільшення масової частки папаїну в композиції збільшується і температура її інактивації, що можна пояснити термостабільністю протеїназ папаїну.

Найбільш високу температуру інактивації мають композиції, в яких співвідношення протомегатерину Г20Х і папаїну складає 1:0,6 і 1:0,8, проте ці ж композиції найбільш активні як щодо колагену, так і до еластину.

Одержані дані дозволили обґрунтувати доцільність використання для ферментативного протеолізу м'ясної сировини з вмістом сполучної тканини 10...12% ферментного препарату мікробного походження протомегатерину Г20Х, оскільки він більш повно, ніж папаїн від-

а)

б)

Рис. 5. Інтенсивність протеолізу колагену (а) та еластину (б) ферментними препаратами та їх композиціями залежно від температури та співвідношення ПМ Г20Х : папаїн: 1 – 1:0; 2 – 1:0,1; 3 – 1:0,2; 4 – 1:0,4; 5 – 1:0,6; 6 – 1:0,8

повідас вимогам виробництва м'ясних кулінарних виробів. Для ферментативного протеолізу м'ясної сировини з вмістом сполучної тканини 20...22% і більше та зміцненої структури доцільно застосовувати композиції протомегатерину Г20Х і папаїну. Вони більш ефективно гідролізують білки сполучної тканини, ніж окремі ферментні препарати, що входять до їх складу. При цьому істотним обмеженням їх використання в технологіях м'ясної кулінарної продукції є температура інактивації. У зв'язку з цим в даних технологіях може бути використана тільки композиція з співвідношенням протомегатерину Г20Х і папаїну 1:0,1. Для ферментативного протеолізу колагенмісткої м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини (85% і більше) доцільно використовувати композиції із співвідношенням протомегатерину Г20Х і папаїну 1:0,6 і 1:0,8. При цьому необхідно оптимізувати параметри ферментативного протеолізу і забезпечити повну інактивацію композиції по закінченні технологічного процесу.

Під час визначення раціональних параметрів процесу протеолізу м'ясної сировини для конкретних цільових технологій виходили з того, що її рН та температурні умови роботи м'ясних цехів є сприйнятливими для прояву активності ферментних препаратів. Експериментально обґрунтовано, що регулювання ефективності протеолізу м'ясної сировини з різним вмістом, співвідношенням білків і морфологічними відмінностями в будові сполучної тканини досягається шляхом визначення раціональних концентрацій ферментних препаратів та тривалості процесу. При цьому направлене формування технологічних властивостей м'ясних систем – ВЗЗ та структурно-механічних характеристик суттєво залежить та корелює з функціональною характеристикою білків, а саме – масовою часткою розчинних продуктів їх гідролізу. Тому раціональні параметри протеолізу м'ясної сировини визначали за сукупністю цих функціональних та технологічних властивостей. Для розширення сировинної бази виробництва у кожній з технологій було використано яловичину, яка не застосовується в даних конкретних технологіях у зв'язку з підвищеною жорсткістю. Так, при розробці технології м'ясних натуральних напівфабрикатів для смаження було використано бокову та зовнішню частину тазостегнового відрубу; для виробництва фаршу – пащину та м'якоть гомілки, а при розробці технології напівфабрикату білкового – суміш жилок та сухожилля.

За зміною показників ВЗЗ та граничної напруги зсуву (ГНЗ) експериментально визначено раціональні параметри ферментативного протеолізу м'ясних натуральних напівфабрикатів протомегатерином Г20Х (рис. 6): концентрація водного розчину протомегатерину Г20Х – 1,5...2,0%, тривалість протеолізу – $(20...25) \times 60$ с. При цьому встановлено, що ферментативний протеоліз забезпечує підвищення виходу готових виробів, що за своєю динамікою узгоджується із зміною ВЗЗ напівфабрикатів. Подальше збільшення концентрації ферментного розчину і тривалості його дії призводить до зниження інтенсивності протеолізу білків сировини, а також до погіршення органолептичних характеристик готової продукції.

а)

б)

Рис. 6. ВЗЗ (а) та ГНЗ (б) м'ясних натуральних напівфабрикатів залежно від тривалості ферментативного протеолізу за температури $(20\pm 1)^\circ\text{C}$ під впливом ПМ Г20Х за його масової частки у розчині, %: 1 – контроль; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – 1,5; 5 – 2,0; 6 – 2; 7 – 3,0

За аналогічним алгоритмом визначали раціональні параметри ферментативного протеолізу яловичих фаршів (рис. 7).

Експериментально підтверджено, що композиція ферментних препаратів (КФП) зі співвідношенням протомегатерину Г20Х та папаїну 1:0,1 має більш виражений, ніж протомегатерин, вплив на ВЗЗ. Максимальних значень даний показник досягає через 30×60 с протеолізу за температури $(20\pm 1)^\circ\text{C}$. Підвищення ВЗЗ корелює із зниженням ГНЗ ферментованих фаршів та з накопиченням розчинних продуктів гідролізу білків.

Рис. 7. ВЗЗ яловичих фаршів в процесі ферментативного протеолізу за температури $(20\pm 1)^\circ\text{C}$: 1 – фарш, ферментований КФП; 2 – фарш, ферментований ПМ Г20Х; 3 – контроль (фарш неферментований)

Під час визначення раціональних параметрів ферментативного протеолізу колагенмісткої сировини (КС) використано метод повного факторного експерименту з подальшою оптимізацією. Визначено, що залежність накопичення розчинних

продуктів гідролізу КС від досліджених параметрів має суттєво нелінійний характер з відповідними локальними екстремумами. Зони раціональних значень складають: кількість композиції ферментних препаратів до КС – 0,14...0,18%, співвідношення ферментних препаратів у композиції – 1,16...1,75; оптимум рН становить 7; тривалість ферментативного протеолізу – $(50...66)\times 60$ с; температура – $53...60^\circ\text{C}$; гідромодуль «вода : КС» – 3:1.

Експериментально визначено, що розроблена композиція ферментних препаратів повністю втрачає активність за температури $(85 \pm 1)^\circ \text{C}$. Це обґрунтовує можливість її використання для ферментативного протеолізу КС.

Сформульовані наукові підходи щодо формування технологічних властивостей м'ясних систем шляхом ферментативного протеолізу було реалізовано в технологіях виробництва м'ясних натуральних і січених напівфабрикатів та напівфабрикату білкового (НБ).

У четвертому розділі «Наукове обґрунтування та розробка технологій м'ясних напівфабрикатів з ферментованої сировини» розроблено та науково обґрунтовано технологічні схеми виробництва напівфабрикатів на основі ферментованої сировини з різним рівнем вмісту сполучної тканини. Встановлено, що формування технологічних показників продукції під впливом ферментативного протеолізу обумовлене гідролітичними та структурними змінами білків м'ясних систем, збільшенням вмісту розчинного оксипроліну, зміною мікроструктури тканини, рухливості водної компоненти. Вперше отримано комплекс даних, що характеризують харчову, біологічну цінність і мікробіологічну безпечність нової продукції та обґрунтовують умови та терміни її зберігання.

В основу розробки технологій м'ясних напівфабрикатів покладено теоретично та експериментально обґрунтовані параметри протеолізу сировини протомегатерином Г20Х та композиціями протомегатерину Г20Х та папаїну.

Для визначення умов зберігання ферментованого яловичого фаршу в охолодженому і замороженому станах вивчено динаміку його ВЗЗ та реологічних характеристик – в'язкості та адгезії. Так, у процесі зберігання за температури $(4 \pm 1)^\circ \text{C}$ протягом 24×60^2 с спостерігається деяке зростання даного показника. За умов зберігання ферментованого яловичого фаршу за температури $(-18 \pm 1)^\circ \text{C}$ протягом 75 діб він не змінюється на відміну від контрольного зразка, ВЗЗ якого до кінця зберігання знижується на 3,2%. Встановлено також збільшення в'язкості заморожених фаршів, що пояснюється особливостями гідролітичних та конформаційних змін білків м'ясної системи при протеолізі (рис. 8), їх струк-

а) б)
Рис 8. Гель-хроматограми водо- (а) і солерозчинних (б) фракцій білків заморожених фаршів:
— фарш, ферментований КФП; — контроль (фарш неферментований)

туризацією за умов зберігання в замороженому стані, що сприяє формуванню необхідних технологічних властивостей січених напівфабрикатів.

Дослідження окиснювальних змін у ліпідах фаршів за пероксидним (ПЧ) та тіобарбітуровим (ТБЧ) числами під час зберігання в замороженому стані вказують на гальмування окиснювальних процесів у ліпідах яловичого фаршу, ферментованого КФП (рис. 9).

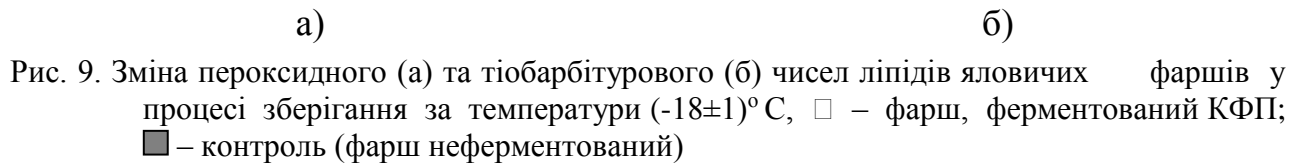


Рис. 9. Зміна пероксидного (а) та тіобарбітурового (б) чисел ліпідів яловичих фаршів у процесі зберігання за температури $(-18\pm 1)^\circ\text{C}$, □ – фарш, ферментований КФП; ■ – контроль (фарш неферментований)

Отримані результати обґрунтовують можливість зберігання ферментованого яловичого фаршу в охолодженому стані протягом 24×60^2 с, а в замороженому стані – до 75 діб.

Обґрунтовано та розроблено технологічні схеми виробництва м'ясних натуральних напівфабрикатів для смаження та ферментованого яловичого фаршу (ФЯФ). Як видно з наведеної технологічної схеми (рис. 10), додатковими етапами виготовлення ФЯФ є: приготування водного розчину КФП, з'єднання його з фаршем під час перемішування і проведення ферментативного протеолізу.

Розробляючи технологічну схему НБ з ферментованої КС досліджено комплекс даних, що характеризують гідролітичні змі-

Рис. 10 Технологічна схема виробництва ферментованого яловичого фаршу

ни білкового компоненту, окиснювальні зміни ліпідів та показники безпечності в процесі зберігання. Експериментально визначено, що нагрівання КС після етапу протеолізу до температури $(99\pm 1)^\circ\text{C}$ та витримання протягом 5×60 с забезпечує повну інактивацію КФП і необхідні мікробіологічні показники напівфабрикату. З метою отримання більш стабільного і зручного для транспортування продукту вивчено процеси сушіння ферментованої КС до кінцевої вологості 5% з використанням методу змішаного теплопідводу та встановлено, що раціональними параметрами є: температура сушильного агента 75°C , тривалість процесу 90×60 с. Обґрунтовано умови зберігання ферментованої КС з вологістю $(86\pm 1)\%$ – за температури $(4\pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 12×60^2 с, а з вологістю $(5\pm 0,2)\%$ з діаметром часток $(1,0\dots 1,5)\times 10^{-3}$ м – за температури $(18\pm 1)^\circ\text{C}$ у вакуумній упаковці протягом 180 діб.

Технологічна схема виробництва НБ наведена на рис. 11. При використанні НБ у тех-

нологічних процесах безпосередньо на підприємствах етап сушіння може бути виключений. За хімічним складом НБ містить $(87\pm 2)\%$ білка, $(6,3\pm 0,1)\%$ жиру та $(1,40\pm 0,05)\%$ зольних елементів. У складі білків НБ ідентифіковано та кількісно визначено 18 амінокислот, серед яких переважають глютамінова кислота, гліцин, пролін, оксипролін. Встановлено, що ферментативний протеоліз переводить 70% білків КС у розчинний стан переважно у складі пептидів, що свідчить про відсутність глибоких деструктивних змін колагену. При цьому 95% оксипроліну також переходить у розчинний стан. Це сприяє підвищенню ВЗЗ КС з 67,6% до 72,7% та емульгуючої здатності з 81% до 84%, збільшенню ГНЗ та ефективної в'язкості. Сформовані в результаті ферментативного протеолізу технологічні властивості НБ є стабільними, відновлюються після регідратації висушеного напівфабри-

Рис. 11. Технологічна схема виробництва напівфабрикату білкового

кату та обґрунтовують доцільність його введення в рецептуру м'ясних фаршів. Встановлено можливість введення у склад м'ясних фаршів НБ у кількості 5...10%, що сприяє підвищенню ВЗЗ фаршів і виходу готової продукції зі збереженням її біологічної цінності та високих органолептичних показників.

Формування технологічних властивостей м'ясних систем у процесі ферментативного протеолізу протомегатерином Г20Х та його композиціями з папаїном підтверджено результатами гістологічних досліджень мікроструктури натуральних і січених напівфабрикатів та КС (рис. 12). Отримані дані підтверджують виражений вплив протомегатерину Г20Х на елементи ендомізії (рис. 12 а). Його сумісна дія з папаїном змінює як ендомізій, так і колагенові волокна перимізії з формуванням у м'ясному фарші значної кількості деструктивних дрібнозернистих білкових мас (рис. 12 б) з набуханням та помірним гідратуванням окремих колагенових фібрил і їхніх пучків у КС (рис. 12 в).

а)

б)

в)

Рис 12. Мікроструктура ферментованої м'ясної сировини: а) – натуральні напівфабрикати, ферментовані ПМ Г20Х; б) – яловичий фарш, ферментований КФП; в) – КС, ферментована КФП

Встановлено, що у ферментованих м'ясних системах збільшується вміст розчинних білків в 1,3...1,8 рази, а оксипроліну в розчинній фракції – в 3,0...9,0 рази. Методами ЯМР та термогравиметрії визначено, що накопичення розчинних білків супроводжується змінами молекулярно-кінетичних характеристик водної компоненти: знижується рухливість загальної вологи (параметр $T_1 \times T_2$ зменшується в порівнянні з контролем в 1,43 рази) і зростає зв'язок вільної вологи з білковим каркасом (параметр T_1 знижується на 25%). Це сприяє збереженню біологічно цінних розчинних компонентів м'ясної сировини.

Вперше розроблено наукові підходи до тестування безпечності напівфабрикатів з ферментованої м'ясної сировини за вмістом креатину (креатиніну), глюкози та вільних амінокислот – сполук, з яких можуть утворюватися під час теплової обробки канцерогенні речовини – гетероциклічні ароматичні аміни (ГАА). Доцільність такого тестування обумовлена наявністю всіх вказаних сполук у м'ясних системах, а також особливостями біохімічних перетворень білків в результаті ферментативного протеолізу. Встановлено, що рівень накопичення креатиніну, глюкози та вільних амінокислот залежить від виду ферментного препарату, умов та термінів зберігання напівфабрикатів з ферментованої м'ясної сировини. В напівфабрикатах, ферментованих протомегатерином Г20Х та КФП, рівень вмісту вказаних сполук суттєво не змінюється (рис. 13). Ферментація папаїном призводить до збільшення рівня вміс-

ту як креатиніну, так і глюкози та вільних амінокислот. Це обґрунтовує доцільність застосування розроблених підходів для оцінки відповідності ферментних препаратів не тільки вимогам технологічного процесу, а й безпечності продуктів з ферментованої сировини. Отримані результати стали базовими у поетапному вирішенні проблеми ресурсозбереження та раціонального використання м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини у технологіях м'ясних кулінарних виробів. Розроблені технології дозволили залучити у технологічний процес виробництва м'ясних натуральних напівфабрикатів для смаження бокову та зов-

нішню частину тазостегнового відрубу (10,1% маси м'ясної сировини, отриманої з однієї туші), у виробництво фаршів – м'якоть гомілки (5,4%), а також додатково залучити у виробництво м'ясних січених напівфабрикатів жилки та сухожилля (3,2%).

У п'ятому розділі «Наукове обґрунтування та розробка технологій м'ясних кулінарних виробів та комплексне обґрунтування показників якості нової продукції» розроблено технологічні схеми м'ясних натуральних і січених кулінарних виробів на основі напівфабрикатів із ферментованої м'ясної сировини, наведено результати дослідження їх харчової, біологічної цінності та безпечності. Встановлено, що ферментативний протеоліз м'ясної сировини позитивно впливає на ключові технологічні показники, які формують якість м'ясних кулінарних виробів: вихід готової продукції (ВГП) збільшується на 1,3...6,0%, тривалість теплової обробки (ТО) скорочується на 5...10%. Розробляючи рецептурний склад м'ясних комбінованих виробів на основі ФЯФ обґрунтовано доцільність використання рослинних добавок – збагаченого рисового борошна (ЗРБ) та гарбузової клітковини у кількості 7...8%, що сприяє стабілізації ВГП, збільшенню вмісту вітамінів, мікроелементів та харчових волокон. Обґрунтовано параметри ТО методами смаження, варіння на парі та НВЧ-нагрівання. Доведено, що за вмістом основних нутрієнтів (табл. 1), біологічною цінністю (табл. 2) та органолептичними показниками нова продукція не поступається продукції, що виготовлена за традиційною технологією та відповідає вимогам споживачів до м'ясних продуктів.

Рис. 13. Вміст креатиніну (С) у яловичих фаршах за різних умов зберігання: а) – $\tau = 30 \times 60$ с; $t = (20 \pm 1)^\circ \text{C}$; б) – $\tau = 24 \times 60^2$ с, $t = (4 \pm 1)^\circ \text{C}$; в) – $\tau = 72 \times 60^2$ с, $t = (-18 \pm 1)^\circ \text{C}$; 1 – контроль; 2 – ферментація ПМ Г20Х; 3 – ферментація папаїном; 4 – ферментація КФП

Хімічний склад м'ясних січених кулінарних виробів

Назва м'ясних січених виробів	Масова частка, г/100 г продукта				
	Вода	Білок	Вуглеводи	Жири	Зола
Шніцель натуральний січений на основі ФЯФ	52,6±0,9	18,5±0,5	9,3±0,5	18,0±0,9	1,60±0,02
Битки на основі ФЯФ з ЗРБ	66,0±0,9	13,9±0,4	11,4±0,3	6,1±0,1	2,60±0,03
Битки на основі ФЯФ з гарбузовою клітковиною	65,9±0,9	14,0±0,4	11,4±0,3	5,2±0,1	3,50±0,03
Біфштекс натуральний січений на основі фаршу з 10% НБ	54,8±0,8	18,3±0,4	–	25,2±0,5	1,70±0,03
Котлети на основі фаршу з 10% НБ	58,4±0,9	14,2±0,3	13,3±0,3	11,8±0,3	2,30±0,04

Таблиця 2

Показники біологічної цінності шніцеля натурального січеного

Найменування амінокислот	Шніцель натуральний січений (контроль)		Шніцель натуральний січений на основі фаршу з 10% НБ	
	К-ть амінокислот, мг в 1 г білка	Амінокислотний скор, %	К-ть амінокислот, мг в 1 г білка	Амінокислотний скор, %
Валін	55,0	110,0	51,3	102,6
Ізолейцин	42,0	105,0	40,3	100,7
Лейцин	79,2	113,1	75,5	107,9
Лізін	80,6	146,5	74,8	136,0
Метіонін+цистин	38,8	110,8	36,5	104,3
Треонін	42,4	105,9	105,9	104,8
Триптофан	11,4	114,1	114,1	103,0
Фенілаланін+тирозін	78,4	130,7	130,7	128,7
КРАС, %	12,1		10,2	
U, %	0,89		0,91	

Відзначено, що у формуванні органолептичних показників готової продукції значущими є ніжність, соковитість, запах, смак та колір. Високі органолептичні показники нової продукції підтверджено висновками дегустаційної комісії ХДУХТ. Встановлено відповідність нової продукції нормативним мікробіологічним показникам протягом регламентованих строків зберігання.

Вперше показано, що різні способи теплової обробки напівфабрикатів з ферментованої м'ясної сировини є безпечними з позицій накопичення сполук – попередників ГАА (табл. 3). За всіх досліджених способів теплової обробки в кулінарній продукції відмічено зниження вмісту креатиніну, який є лімітуючим фактором синтезу ГАА.

Вміст креатиніну, глюкози та амінного азоту в м'ясних січених виробках з ферментованої сировини

Найменування зразків	Вміст в 100 г продукту		
	Креатинін, мг	Глюкоза, ммоль	Амінний азот, мг
Смаження			
Котлети з неферментованої сировини (контроль)	92±3	2,70±0,02	2,10±0,02
Котлети з сировини, ферментованої ПМ Г20Х	77±2	4,30±0,06	2,70±0,02
Котлети з сировини, ферментованої КФП	79±2	4,50±0,06	2,90±0,02
НВЧ-нагрівання			
Котлети з неферментованої сировини (контроль)	85±3	4,10±0,05	3,20±0,03
Котлети з сировини, ферментованої ПМ Г20Х	62±2	4,70±0,06	3,80±0,03
Котлети з сировини, ферментованої КФП	65±2	4,90±0,06	3,90±0,03

У шостому розділі «Економічна ефективність і впровадження результатів досліджень» сформульовано основні положення, на підставі яких здійснено оцінку соціально-економічної ефективності від впровадження розроблених технологій у виробництво. Обґрунтовано підходи до формування інтегрального показника якості продукції та доведено переваги використання ферментативного протеолізу при виробництві м'ясних напівфабрикатів та кулінарних виробів.

При виробництві ферментованого яловичого фаршу зниження відпускнуої ціни складає 5800 грн на 1 т продукції, а яловичого фаршу з напівфабрикатом білковим – 3200 грн на 1 т продукції. Соціальний ефект від впровадження нових м'ясних натуральних і січених напівфабрикатів та кулінарних виробів полягає в більш повному залученні в технологічні процеси м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини, розширенні асортименту та зниженні ціни на продукцію.

Здійснено заходи з впровадження науково-технічних розробок у виробництво шляхом розробки, узгодження та затвердження нормативної документації на нову продукцію (3 технічних умов, ДСП, 11 технологічних карток), апробації результатів дослідження на науково-практичних та науково-технічних конференціях, бізнес-форумах, виставках наукових досягнень України, випуску дослідно-промислових партій розробленої продукції на підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства України.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналітичного огляду науково-технічної та патентної літератури з проблеми переробки м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини встановлено,

що впровадження прийомів біотехнології для її раціонального використання в Україні стримується обмеженим переліком ферментних препаратів вітчизняного виробництва, їх економічною доступністю, відсутністю науково обґрунтованих рекомендацій з їх використання. У зв'язку з цим актуальними є пошуки та вивчення ферментних препаратів із специфічною колагеназною та еластазною активністю, створення на їх основі ефективних ферментних композицій, а також розробка нових технологій м'ясних напівфабрикатів і виробів із сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини.

2. Вперше розроблено теоретичну модель ферментативного протеолізу білка протомегатерином Г20Х, папаїном та їх композиціями з різним співвідношенням ферментних препаратів. Теоретичні передумови, що покладено в основу розробленої моделі, з високим ступенем достовірності підтверджено експериментальними дослідженнями.

3. З урахуванням особливостей структури, морфології та білкового складу м'язової і сполучної тканини м'ясної сировини вперше розроблено і науково обґрунтовано композиції ферментних препаратів для її обробки, що складаються з протомегатерину Г20Х та папаїну; з використанням методів комп'ютерної математики оптимізовано співвідношення ферментних препаратів у складі композицій, а також концентрації ферментних препаратів залежно від виду використаної м'ясної сировини. Теоретичні передумови, що покладено в основу розроблених композицій, з достовірністю не менше 95% підтверджено експериментальними дослідженнями.

4. Вперше встановлено параметри протеолітичної активності композицій ферментних препаратів на основі протомегатерину Г20Х та папаїну: температурний оптимум – 50...60° С, рН-оптимум – 5...7; температура інактивації за умов кондуктивного нагрівання – 80...85° С, за умови НВЧ-нагрівання – (75±1)° С, а також параметри ферментативного протеолізу м'ясної сировини (температура, кількість ферментного препарату, що додається, тривалість, гідромодуль) залежно від вмісту та білкового складу м'язової і сполучної тканин, їх структурних і морфологічних особливостей.

5. Експериментальними дослідженнями гідролітичних та структурних змін білків м'ясних систем встановлено, що формування технологічних і реологічних властивостей м'ясної сировини при її ферментативному протеолізі обумовлено збільшенням кількості розчинних продуктів гідролізу білків у 1,6...1,8 рази, вмісту оксипроліну в розчинній фракції у 3,3...9,0 рази, зміною фракційного складу м'язових білків, мікроструктури тканини та рухливості водної компоненти.

6. Вперше показано, що ферментативний протеоліз забезпечує зниження окиснювальних процесів ліпідів м'ясної сировини за показниками пероксидного і тіобарбітурового чисел та стабільність мікробіологічних показників за умов зберігання. Обґрунтовано умови та строки зберігання ферментованого яловичого фаршу в замороженому стані протягом 75 діб, напівфабрикату білкового з вологістю (86±1)% за температури (4±1)° С – до 12×60² с, напівфабрикату білкового з вологістю (5,0±0,2)% за температури (18±1)° С у вакуумній упаковці – до 180 діб.

7. Розроблено та науково обґрунтовано ресурсозберігаючі технології м'ясних натуральних і січених напівфабрикатів та кулінарних виробів із сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини та вторинної колагенмісткої м'ясної сировини, ферментованих протомегатерином Г20Х і його композиціями з папаїном. Показано, що раціональною кількістю додавання регідратованого напівфабрикату білкового у фарші є 5...10%.

8. Розроблено і науково обґрунтовано ресурсозберігаючі технології м'ясних комбінованих напівфабрикатів та кулінарних виробів на основі ферментованого яловичого фаршу з використанням рослинних добавок і різних способів теплової обробки, включаючи НВЧ-нагрівання. Встановлено раціональні рівні додавання в рецептуру збагаченої рисової муки та гарбузової клітковини – 7...8%.

9. Одержано комплекс нових даних про вплив ферментативного протеолізу м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини на технологічні, реологічні та мікроструктурні характеристики, хімічний склад, біологічну цінність і мікробіологічні показники м'ясних натуральних, січених та комбінованих напівфабрикатів і кулінарних виробів. Встановлено, що ферментативний протеоліз не призводить до істотних змін їх хімічного складу, дозволяє регулювати технологічні і структурно-механічні властивості: підвищує вологозв'язуючу здатність, знижує рухливість водної компоненти, покращує реологічні характеристики (модуль пружності, в'язкість та адгезію), не призводить до погіршення мікроструктури.

10. Вперше розроблено наукові підходи до тестування і доведено безпечність нової продукції з ферментованої м'ясної сировини за вмістом креатину (креатиніну), глюкози та вільних амінокислот – сполук, з яких під час теплової обробки можуть утворюватися канцерогенні речовини – гетероциклічні ароматичні аміни.

11. Обґрунтовано підходи до формування інтегрального показника якості. Проведені розрахунки підтверджують переваги використання ферментативного протеолізу під час виробництва м'ясних натуральних і січених напівфабрикатів та кулінарних виробів: раціональне використання м'ясної сировини; розширення асортименту м'ясних виробів; поліпшення економічних показників при збереженні високих органолептичних характеристик, показників харчової та біологічної цінності в межах вимог ФАО/ВООЗ.

12. Проведено комплекс організаційно-технічних заходів щодо впровадження наукових розробок у практику підприємств м'ясопереробної промисловості та ресторанного господарства України та в навчальний процес. За результатами досліджень розроблено і затверджено нормативні документи: ТУ У 15. 8-01566330-158-2004 «Добавка харчова комплексна на основі протеолітичних ферментів», ТУ У 15.1-01566330-157 2004 «Фарш яловичий, ферментований протеолітичними препаратами», ТУ У 15. 8-01566330-169-2005 «Протоген» – збагачувач білковий», ДСП 4.4.5.078. 2001 «Мікробіологічні нормативи та методи контролю продукції громадського харчування» та технологічні карти на 11 найменувань натуральних і січених м'ясних напівфабрикатів та кулінарних виробів. Здійснено випуск та реалізацію експериментальних партій продукції на підприємствах м. Харкова: ТОВ «Харківський м'ясокомбінат», ТОВ «Салтівський м'ясокомбінат», ТОВ «Вовчанський м'ясокомбінат»,

ТОВ «Тайфун», АТ лікувально-оздоровчих закладів профспілок України «Укрпрофоздоровниця», комбінаті харчування «Світло шахтаря», ТОВ «Аніс», кафе «Чашка», ПО «Горкоопторг», ЧПК «Фарма». Розроблено рекомендації з використання нової продукції в харчуванні різних груп населення. При виробництві ферментованого яловичого фаршу зниження відпускної ціни складає 5800 грн на 1 т продукції, а яловичого фаршу з напівфабрикатом білковим – 3200 грн на 1 т продукції. Соціальний ефект від впровадження нових м'ясних натуральних і січених напівфабрикатів та кулінарних виробів полягає в більш повному залученні в технологічні процеси м'ясної сировини з високим вмістом сполучної тканини, розширенні асортименту та зниженні ціни на продукцію.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Куфтан В. М. Оптимизация технологических параметров производства мясного изделия из сырья, модифицированного новым протеолитическим ферментом – протомегатерином / В. М. Куфтан, И. В. Лерина, В. А. Коваленко // Актуальні науково-методичні проблеми в підготовці спеціалістів вищої кваліфікації для торгівлі і харчування : зб. наук. пр. ВНЗ. – Харків, 1997. – С. 144–146.
2. Жуков В. В. Вміст та структура вологи в кулінарних виробках із ферментованого м'яса / В. В. Жуков, В. О. Коваленко, І. В. Леріна, М. І. Погожих // Удосконалення технології та організації масового харчування, готельного господарства і туризму : зб. наук. пр. ВНЗ. – К., 1998. – С. 108–111.
3. Коваленко В. А. Окислительные изменения и содержание жирорастворимых витаминов в мясном фарше, обработанном протеолитическими ферментными препаратами / [В. А. Коваленко, И. В. Лерина, В. М. Куфтан, А. В. Паранич, В. А. Паранич] // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічна обґрунтованість у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. – У 2-х ч. / ХДАТОХ. – Харків, 1998. – Ч. 2. – С. 9–12.
4. Куфтан В. М. Исследование структуры влаги в мясе говядины при ферментации протеолитическими препаратами / [В. М. Куфтан, В. В. Жуков, В. А. Коваленко, А. И. Торяник] // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье : сб. науч. тр. / ХГПУ. – Харьков, 1999. – Вып. 7, Ч. 4. – С. 83–87.
5. Куфтан В. М. Микроструктура мяса говядины, ферментированного протеолитическим препаратом протомегатерином Г20Х / В. М. Куфтан, И. В. Лерина, В. А. Коваленко // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков, 1999. – Вып. 39. – С. 16–20.
6. Изучение белкового компонента мясных изделий из сырья, модифицированного протеолитическими ферментами / [И. В. Лерина, В. А. Коваленко, В. М. Куфтан, Л. Г. Мишнев, Л. А. Чуйко] // Нові технології та удосконалення процесів харчових виробництв: зб. наук. пр. ВНЗ. – Харків, 1999. – С. 314–318.

7. Коваленко В. О. Комплексный показатель качества мясных изделий из ферментированного сырья / [В. О. Коваленко, И. В. Лерина, О. В. Неміріч, В. М. Куфтан] // Підвищення конкурентоспроможності підприємств торгівлі та харчування: зб. наук. пр. / ХДАТОХ. – Харків, 2000. – С. 468–471.

8. Коваленко В. А. Влияние ферментативной модификации на показатели качества мясного сырья и готовых изделий / В. А. Коваленко, И. В. Лерина, В. Г. Горбань, А. В. Немирич // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. – У 2-х ч. / ХДАТОХ. – Харків, 2001. – Ч. 1. – С. 108–113.

9. Черевко О. І. Санітарно-мікробіологічна характеристика ферментованої м'ясної сировини та кулінарних виробів, які виготовлені з використанням НВЧ енергії / О. І. Черевко, В. О. Коваленко, І. В. Лерина // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. – У 2-х ч. / ХДУХТ. – Харків, 2002. – Ч. 1. – С. 3–7.

10. Коваленко В. О. Дослідження колагеназної активності протеолітичних препаратів мікробного походження / В. О. Коваленко // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. – У 2-х ч. / ХДУХТ. – Харків, 2003. – Ч. 1. – С. 532–536.

11. Коваленко В. О. Дослідження впливу ферментації низькосортної яловичини протеолітичними препаратами на фракційний склад м'язових білків / В. О. Коваленко // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : вісник ХДТУСГ. – Харків, 2003. – Вип. 22. – С. 197–201.

12. Коваленко В. О. Структурні та біокаталітичні властивості протеолітичного ферментного препарату протомегатерін Г20Х / В. О. Коваленко // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. – У 2-х ч. / ХДУХТ. – Харків, 2004. – Ч. 1. – С. 111–116.

13. Коваленко В. А. Влияние ферментативной обработки на накопление креатинина, свободных аминокислот и глюкозы в говядине и кулинарной мясной продукции / В. А. Коваленко // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : вісник ХДТУСГ. – Харків, 2004. Вип. 28. – Т. 2. – С. 96–100.

14. Коваленко В. О. Зміни фракційного складу м'язових білків яловичини під впливом ферментативної модифікації / [В. О. Коваленко, В. Г. Горбань, К. Д. Розанова, Л. О. Чернова] // Новые решения в современных технологиях : вестник Национального технического университета «ХПИ». – Харьков, 2004. – № 39. – С. 82–85.

15. 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 университета «ХПИ» : сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – № 47. – С. 126–129.

16. Коваленко В. О. Протеолітична активність нової композиції ферментних препаратів відносно білків сполучної тканини яловичини / В. О. Коваленко // Обладнання та технології харчових виробництв : зб. наук. праць / ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2005. – Вип. 12, Т. 1. – С. 163–168.

17. Коваленко В. О. Вологозв'язуюча здатність та реологічні характеристики фаршу з яловичини, ферментованої композицією протеолітичних ферментів / В. О. Коваленко, В. Г. Горбань, Л. О. Чернова // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2005. – Вип. 38. – С. 209–215.

18. Коваленко В. О. Оцінка якості збагачувача білкового «Протоген» / В. О. Коваленко, О. В. Москаленко // Новые решения в современных технологиях : вестник национального университета «ХПИ» : сб. науч. тр. – Харьков, 2006. – № 10. – С. 158–163.

19. Горбань В. Г. Біологічна цінність комбінованих м'ясних виробів на основі фаршу з яловичини, ферментованого композицією протеолітичних ферментів / В. Г. Горбань, В. О. Коваленко, Н. В. Дуденко, Л. О. Чернова // Обладнання та технології харчових виробництв : зб. наук. пр. / ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2006. – Вип. 15. – С. 131–136.

20. Коваленко В. О. Вплив ферментативної обробки й умов зберігання на накопичення попередників ГАА в яловичині / В. О. Коваленко // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2006. – Вип. 29, Т. 1. – С. 95–98.

21. Коваленко В. О. Розробка та обґрунтування технології натуральних січених виробів з ферментованої яловичини / В. О. Коваленко, Г. В. Горбань, Л. О. Чернова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – Харків, 2006. – Вип. 1 (3). – С. 33–39.

22. Коваленко В. О. Технологія, показники якості і безпеки замороженого поліфункціонального напівфабрикату – ферментованого яловичого фаршу / В. О. Коваленко, В. Г. Горбань, Л. О. Чернова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – Харків, 2006. – Вип. 2 (4). – С. 140–147.

23. Коваленко В. А. Окислительные изменения жирового компонента говяжьих фаршей, модифицированных протеолитическими ферментами / В. А. Коваленко, В. Г. Горбань // Зб. наук. пр. ЛНАУ. – Луганськ, 2006. – С. 116–120.

24. Коваленко В. А. Новая композиция протеолитических ферментов для обработки мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани / В. А. Коваленко, А. Ю. Тихенко, В. Г. Горбань, О. В. Москаленко // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробки і харчових виробництв : вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2006. – Вип. 39. – С. 187–193.

25. Коваленко В. А. Оптимизация концентраций протеолитических ферментов в новой композиции для обработки вторичного коллагенсодержащего сырья / В. А. Коваленко,

А. Ю. Тихенко, О. В. Москаленко, В. Г. Горбань // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 4/3 (22). – С. 79–82.

26. Коваленко В. О. Харчова цінність і амінокислотний склад збагачувача білкового «Протоген» / В. О. Коваленко, О. В. Москаленко // Зб. наук. пр. КНУХТ. – К., 2007. – Вип. 20. – С. 33–34.

27. Коваленко В. О. Обґрунтування використання збагачувача білкового «Протоген» у виробництві кулінарних м'ясних виробів / В. О. Коваленко, О. В. Москаленко // Обладнання та технології харчових виробництв : зб. наук. пр. / ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2007. – Вип. 17, Т. 1. – С. 98–102.

28. Москаленко О. В. Разработка режимов ферментативного протеолиза коллагенсодержащего сырья / О. В. Москаленко, В. А. Коваленко, А. Г. Дьяков, В. Г. Горбань // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 6/3 (30). – С. 71–74.

29. Черевко А. И. Влияние ферментативной обработки на микроструктуру вторичного коллагенсодержащего мясного сырья и говяжьих фаршей с его использованием / А. И. Черевко, В. А. Коваленко, О. В. Москаленко, С. И. Хвыля // Мясная индустрия. – 2008. – № 2. – С. 71–73.

30. Коваленко В. А. Технология полуфабриката белкового на основе коллагенсодержащего сырья для мясных рубленых изделий / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко // Новые решения в современных технологиях : вестник национального университета «ХПИ» : сб. науч. тр. – Харьков, 2008. – № 43. – С. 68–79.

31. Черевко О. І. Моделювання процесу протеолізу білків ферментними препаратами / О. І. Черевко, В. О. Коваленко, В. В. Полевич / Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – Харків, 2008. – Вип. 2 (8). – С. 186–191.

32. Пат. 33921А Україна, А23L1/31. Спосіб виготовлення смажених страв з натурального м'яса / [Черевко О. І., Леріна І. В., Коваленко В. О., Куфтан В. М.]; заявник та патентовласник ХДАТОХ (Україна) – № 99042429 ; заявл. 28.04.1999 ; опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1 – 3 с.

33. Пат. 34234А Україна, А23L1/31. Ферментоване м'ясо яловичини / [Коваленко В. О., Черевко О. І., Леріна І. В., Черевко О. І., Куфтан В. М., Євлаш В. В., Неміріч О. В., Мішньова Л. Г.] ; заявник та патентовласник ХДАТОХ (Україна) – № 99063358 ; заявл. 16.06.1999 ; опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1 – 3 с.

34. Пат. 34235А Україна, А23L1/31. Спосіб виготовлення виробів з січеного м'яса / [Леріна І. В., Черевко О. І., Коваленко В. О., Куфтан В. М., Неміріч О. В., Євлаш В. В., Мішньова Л. Г., Совгіра Ю. О.] ; заявник та патентовласник ХДАТОХ (Україна) – № 99063359 ; заявл. 16.06.1999 ; опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1 – 3 с.

35. Пат. 66774 Україна, А23L1/31. Спосіб виготовлення виробів з січеного м'яса / [Леріна І. В., Черевко О. І., Коваленко В. О., Куфтан В. М., Євлаш В. В., Мішньова Л. Г., Неміріч О. В., Кононенко Л. В.] ; заявник та патентовласник ХДАТОХ (Україна) – № 99063357 ; заявл. 16.06.1999 ; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6 – 5 с.

36. Пат. 72125А Україна, А23L1/31. Спосіб виготовлення напівфабрикатів з яловичини, м'яса птиці та іншої м'ясної сировини / [Черевко О. І., Коваленко В. А., Горбань В. Г., Євлаш В. В., Розанова К. Д.]; заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна) – № 20031211862; заявл. 18.12.2003; опубл. 17.01.2005, Бюл. № 1 – 3 с.

37. Пат. 10670 Україна, А23L1/31. Напівфабрикат з м'яса яловичини / [Черевко О. І., Коваленко В. А., Горбань В. Г., Чернова . Л. О., Москаленко О. В.]; (заявник та патентовласник ХДУХТ (Україна) – № 200505289; заявл. 03.06.2005; опубл. 15.11.2005, Бюл. № 11 – 3 с.

38. 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.

39. 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.

40. Черевко А. И. Технология мясных изделий из сырья, модифицированного протеолитическим ферментом протомегатерином / А. И. Черевко, В. А. Коваленко, В. М. Куфтан, О. К. Кухаренок // Ресурсосберегающие технологии пищевых производств : междунар. науч.-техн. конф., 1998 г. : тезисы докл. – Санкт-Петербург, 1998. – С. 12.

41. Лерина И. В. Классификация интегральных характеристик качества мяса говядины, ферментированного протеолитическим препаратом протомегатерином Г20Х / И. В. Лерина, В. А. Коваленко // Товарознавство – наука, практика та перспективи розвитку в умовах ринку : міжнар. наук.-практ. конф., 24-25 лист. 1999 р. : тези доп. – К., 1999. – Ч. 2. – С. 108.

42. Коваленко В. А. Разработка технологии мясных изделий из ферментированного сырья, обработанных микроволновым нагревом / В. А. Коваленко, И. В. Лерина, А. В. Немирич, В. Г. Горбань // Научные и практические аспекты переработки мяса и мясопродуктов : междунар. науч.-практ. конф., 28 фев.- 1 марта 2001 г. : тез. докл. – Х., 2001. – С. 41.

43. Коваленко В. О. Фракціонування м'язових білків у дослідженні механізму дії протеолітичних ферментних препаратів / В. О. Коваленко // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі : міжнар. наук.-практ. конф., 24 жов. 2002 р. : тези доп. – Х., 2002. – С. 280.

44. Черевко О. І. Ресурсозберігаючі технології комбінованих м'ясних виробів з використанням ферментованої яловичини та НВЧ-нагрівання / О. І. Черевко, В. О. Коваленко, В. Г. Горбань, В. В. Євлаш // Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі : міжнар. наук.-практ. конф., 19 лист. 2003 р. : тези доп. – Х., 2003. – С. 26.

45. Коваленко В. О. Продукти підвищеної харчової цінності з ферментованої яловичини / В. О. Коваленко, В. В. Євлаш, В. Г. Горбань, К. Д. Розанова // Наука і соціальні проблеми суспільства : медицина, фармація, біотехнологія : III Міжнар. наук.-практ. конф., 21-23 травня 2003 р. : тези доп. – Ч. II. – Х., 2003. – С. 266.

46. Коваленко В. О. Дослідження механізмів ферментативної модифікації білків м'яса яловичини мікробними протеазами / В. О. Коваленко // Проблеми техніки і технології харчових виробництв : міжвуз. наук.-практ. конф., 8-9 квітня, 2004 р. : тези доп. – Полтава, 2004. – С. 109.

47. Коваленко В. А. Новые кулинарные изделия из низкосортной говядины, ферментированной протеолитическими ферментными препаратами / В. А. Коваленко, В. Г. Горбань, Л. А. Чернова, О. В. Москаленко // Товарознавство та ринок споживчих товарів у 3-му тисячолітті : Міжнар. наук.-практ. конф., 14-15 жов. 2004 р. : тези доп. – Донецьк, 2004. – С. 25.

48. Коваленко В. А. Технология получения коллагенсодержащей белковой добавки «Протоген» / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 71-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 18-19 квітня 2005 р., : тези доп. – К., 2005. – Ч. 2. – С. 18.

49. Коваленко В. А. Новые технологии переработки низкосортного мясного сырья с использованием протеолитических ферментов / В. А. Коваленко, Н. И. Погожих, В. Г. Горбань // Харчові технології – 2005 : міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 вересня 2005 р. : тези доп. – Одеса, 2005. – С. 132.

50. Москаленко О. В. Реологические характеристики гидроколлоида – обогатителя белкового «Протоген» / О. В. Москаленко, В. А. Коваленко, О. А. Маяк // Дисперсные системы : XXII научн. конф. стран СНГ, 18-22 сент. 2006 г. : тезисы докл. – Одесса, 2006. – С. 244.

51. Черевко О. І. Вплив ферментативної модифікації та теплової обробки на формування показників якості й безпеки м'ясних виробів / О. І. Черевко, В. О. Коваленко // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : IV Міжнар. наук.-практ. конф., 23-24 травня 2006 р. : тези доп. – Х., 2006. – Ч. I. – С. 517.

52. Коваленко В. О. Нові технології переробки м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, засновані на використанні протеолітичних ферментів / В. О. Коваленко, В. Г. Горбань, О. В. Москаленко // Тваринництво XXI сторіччя : новітні технології, досягнення та перспективи : Міжнар. наук.-практ. конф., 3-6 жов. 2006 р. : тези доп. – Х., 2006 – С. 161.

53. Черевко О. І. Технологія поліфункціонального напівфабрикату з ферментованого яловичого фаршу / О. І. Черевко, В. О. Коваленко, В. Г. Горбань // Харчові технології – 2006 : II Міжнар. наук.-практ. конф., 17-19 жов. 2006 р. : тези доп. – Одеса, 2006. – С. 131.

54. Коваленко В. О. Вивчення хімічного складу збагачувача білкового «Протоген» / В. О. Коваленко, О. В. Москаленко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчу-

вання людства у XXI столітті : 72-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 17-18 квітня 2006 р. : тези доп. – К., 2006. – Ч. 2. – С. 21.

55. Подрушняк А. Є. Вплив ферментативної обробки яловичини на накопичення сполук, з яких можуть утворюватись гетероциклічні ароматичні аміни / А. Є. Подрушняк, О. І. Черевко, В. О. Коваленко, О. С. Зульфїгаров // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів. Міжнародні, європейські і національні підходи до вирішення. Нові критерії оцінки ризику, показники, методи та регламенти. Питна вода – харчовий продукт № 1. Проблеми функціонального харчування : IV Міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 жов. 2006 р. : тези доп. – К., 2006. – С. 45.

56. Черевко О. І. Комплексний показник якості січених м'ясних кулінарних виробів з ферментованого яловичого фаршу / О. І. Черевко, В. О. Коваленко, В. Г. Горбань // Актуальні проблеми харчування : технологія та обладнання, організація і економіка : V Міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 вер. 2007 р. – Святогірськ, 2007. – С. 168.

57. Коваленко В. А. Реологические характеристики говяжьих фаршей с использованием полуфабриката – обогатителя белкового «Протоген» / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 40-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі, 17 жов. 2007 р. : тези доп. – Х., 2007. – С. 33.

58. Коваленко В. А. Обоснование режимов сушки белкового полуфабриката / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко // Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини : Всеукр. наук.-практ. конф., 31 жов. 2008 р. : тези доп. – Х., 2008. – С. 44.

59. Черевко О. І. Вплив ферментативного протеолізу на ліпіди яловичини під час зберігання / О. І. Черевко, В. О. Коваленко // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 70-річчю з дня народження д. т. н., проф., члена-коресп. ВАСГНІЛ Беляєва М. І., 19 листопада 2008 року. : тези доп. – Х., 2008. – Ч. 1. – С. 305.

60. Коваленко В. А. Интегральный показатель качества мясных рубленых изделий на основе фарша говяжьего с полуфабрикатом белковым / В. А. Коваленко, О. В. Москаленко, С. Н. Коваленко // Технология и продукты здорового питания : II Междунар. науч.-практ. конф., 2008 г. : тезисы докл. – Саратов, 2008. – С. 77.

АНОТАЦІЯ

Коваленко В.О. Наукові основи технології переробки м'ясної сировини з використанням ферментних препаратів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2009 р.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробці технології кулінарної продукції на основі м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини, ферментованої протеолітичним ферментним препаратом протомегатеріном Г20Х та його композиціями з папаїном.

Вперше розроблено теоретичну модель ферментативного протеолізу білків протомегатеріном Г20Х, папаїном та їх композиціями за різних співвідношень ферментних препаратів. Доведено доцільність одночасного використання протомегатерину Г20Х з папаїном у складі композицій. Обґрунтовано параметри ферментативного протеолізу м'ясної сировини з різним рівнем вмісту сполучної тканини, розроблено наукові основи технології кулінарної продукції з її використанням. Встановлено, що формування технологічних показників продукції під впливом ферментативного протеолізу обумовлене гідролітичними змінами білків м'ясних систем, збільшенням вмісту розчинного оксипроліну, зміною мікроструктури тканини, рухливості водної компоненти.

Вперше комплексно досліджено фізико-хімічні, структурно-механічні, функціональні, технологічні та мікробіологічні показники нової продукції, визначено її харчову та біологічну цінність, мікробіологічну безпечність, умови та терміни зберігання. Вперше розроблено наукові підходи до тестування ризику утворення гетероциклічних ароматичних амінів у напівфабрикатах з ферментованої м'ясної сировини.

Проведено комплекс заходів щодо впровадження розроблених технологій у підприємствах м'ясопереробної галузі та ресторанного господарства України. Доведено соціально-економічну ефективність виробництва кулінарної продукції на основі ферментованої м'ясної сировини з підвищеним вмістом сполучної тканини.

Ключові слова: протомегатерин Г20Х, папаїн, композиція ферментних препаратів, ферментативний протеоліз, м'ясна сировина з підвищеним вмістом сполучної тканини, м'ясні напівфабрикати, м'ясні кулінарні вироби.

АННОТАЦІЯ

Коваленко В.А. Научные основы технологии переработки мясного сырья с использованием ферментных препаратов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.16 – технология продуктов питания. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2009 г.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии кулинарной продукции на основе мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани, ферментированного протеолитическими ферментными препаратами и их композициями.

Впервые разработана и экспериментально подтверждена теоретическая модель ферментативного протеолиза белка протомегатеріном Г20Х, папаином и их композициями при различном соотношении ферментных препаратов.

Впервые установлены количественные закономерности протеолитического действия ферментного препарата протомегатерин Г20Х и его композиций с папаином, позволяющие, с надежностью не менее 95%, определить основные параметры протеолиза мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани в технологиях кулинарной продукции и адекватно спрогнозировать направленное формирование его технологических свойств.

Установлено, что формирование функционально-технологических и реологических свойств мясного сырья при его ферментативном протеолизе обусловлено увеличением содержания растворимых продуктов гидролиза белков (в 1,6...1,8 раза) и оксипролина в растворимой фракции (в 3,3...9,5 раза), изменением фракционного состава мышечных белков, микроструктуры ткани и подвижности водной компоненты. Впервые показано, что ферментативный протеолиз обеспечивает снижение окислительных процессов липидов мясного сырья по показателям перекисного и тиобарбитурового чисел и стабильность микробиологических показателей при хранении. Обоснованы условия и сроки хранения ферментированного говяжьего фарша в замороженном состоянии в течение 75 суток, полуфабриката белкового с влажностью $(86 \pm 1)\%$ при температуре $(4 \pm 2)^\circ \text{C}$ – до 12×60^2 с; полуфабриката белкового с влажностью $(5,0 \pm 0,2)\%$ при температуре $(18 \pm 2)^\circ \text{C}$ в вакуумной упаковке – до 180 суток.

Разработаны и научно обоснованы ресурсосберегающие технологии мясных натуральных и рубленых полуфабрикатов, полуфабриката белкового и кулинарных изделий из сырья с повышенным содержанием соединительной ткани, ферментированного протомегатерином Г20Х и его композициями с папаином. Установлены рациональные уровни введения в рецептуру фаршей полуфабриката белкового с влажностью $(86 \pm 1)\%$ в количестве 5...10%, а также обогащенной рисовой муки и тыквенной клетчатки в рецептуры комбинированных мясных изделий из ферментированного сырья в количестве 7...8%.

Впервые комплексно исследованы технологические, структурно-механические и микроструктурные характеристики, химический состав, биологическая ценность и микробиологические показатели мясных натуральных, рубленых и комбинированных полуфабрикатов и кулинарных изделий. Установлено, что ферментативный протеолиз не приводит к существенным изменениям их химического состава, позволяет регулировать технологические и структурно-механические свойства: повышает влагосвязывающую способность, снижает подвижность водной компоненты, улучшает реологические характеристики (модуль упругости, вязкость и адгезию), не приводит к ухудшению микроструктуры.

Впервые разработаны научные подходы к тестированию риска накопления гетероциклических ароматических аминов (ГАА) в мясной кулинарной продукции. Экспериментально доказаны безопасные уровни содержания предшественников ГАА в кулинарных изделиях, приготовленных с использованием ферментированного мясного сырья и различных способов тепловой обработки.

Преимущества использования ферментативного протеолиза при производстве мясных натуральных и рубленых полуфабрикатов и кулинарных изделий (рациональное использование белоксодержащего мясного сырья, расширение ассортимента мясных изделий, улучше-

ние экономических показателей при сохранении высоких органолептических характеристик, показателей пищевой и биологической ценности в пределах требований ФАО/ВОЗ) подтверждены расчетами интегрального показателя качества.

Проведен комплекс организационно-технических мероприятий по внедрению научных разработок в практику предприятий мясоперерабатывающей промышленности и ресторанного хозяйства Украины и в учебный процесс. Социально-экономический эффект от внедрения новых мясных натуральных и рубленых полуфабрикатов и кулинарных изделий состоит в более полном вовлечении в технологические процессы мясного сырья с высоким содержанием соединительной ткани, расширении ассортимента и снижении цены на продукцию.

Ключевые слова: протомегатерин Г20Х, папаин, композиция ферментных препаратов, ферментативный протеолиз, мясное сырье с повышенным содержанием соединительной ткани, мясные полуфабрикаты, кулинарные мясные изделия.

ANNOTATION

Kovalenko V.O. Scientific bases of technology of processing of raw meat using enzymatic preparations. – Manuscript.

Dissertation for the Doctor's degree by specialty 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, 2009.

This dissertation is devoted to the scientific proof and development of technology of culinary products made from raw meat with higher amount of connecting tissue, fermented with proteolytic enzymatic preparations and their compositions.

The theoretical model of enzymatic proteolysis of proteins with protomegaterin G20X, papain and with compositions of these enzymatic preparations at different proportions was first developed. The possibility of the simultaneous use of protomegaterin G20X and papain in composition was forecasted. Parameters of enzymatic proteolysis of raw meat at different levels of connecting tissue were validated, scientific bases of technology of culinary products were developed. It was determined that forming the technological indexes of products under influence of enzymatic proteolysis depends on hydrolytic changes of protein component of the meat systems, increase in content of soluble hydroxy-proline, change of microstructure of a tissue and mobility water components.

For the first time complex analysis of physical, chemical, structural, mechanical, functional, technological and microbiological indexes of new products was done. Nutritive and biological value, microbiological safety, terms and conditions of use were determined.

The scientific approach of testing the safety of culinary products made from fermented raw meat by determination of the content of kreatin (kreatinine), glucose and free amino acids – which can convert into carcinogenic substances (heterocyclic arylamines) during thermal treatment was first developed.

The complex arrangements on introduction of the developed technologies in the enterprises of meat-processing industry and restaurant economy of Ukraine were conducted. Socio-economic efficiency of production of culinary products made from fermented raw meat with high level of connecting tissue was proven.

Key words: protomegaterin G20X, papain, composition of enzymatic preparations, enzymatic proteolysis, raw meat with high level of connecting tissue, meat culinary products.

Автор висловлює глибоку подяку д.т.н., професору, заслуженому діячу науки і техніки України Лериній І.В. за наукові консультації, що були надані під час виконання дисертаційної роботи.

Підп. до друку 24.04.2009 р. Формат 60×90/16. Папір офсет. Друк. офсет.

Обл.-вид. арк. 1,9. Умов. друк. арк. 2,1.

Тираж 100 прим. Зам. №134

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