

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

**ГОЛОВКО МИКОЛА ПАВЛОВИЧ**

УДК 641.001.5:664.842

**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ  
ХАРЧУВАННЯ, ЗБАГАЧЕНИХ НА КАЛЬЦІЙ, З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКТІВ  
ПЕРЕРОБКИ ХАРЧОВОЇ КІСТКИ**

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Харків – 2008

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,  
ректор, завідувач кафедри процесів, апаратів та автоматизації харчових  
виробництв

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Клименко Михайло Миколайович,**  
Національний аграрний університет,  
завідувач кафедри технології переробки продукції  
тваринництва та рибництва

доктор технічних наук, професор,  
заслужений винахідник України  
**Осейко Микола Іванович,**  
Національний університет харчових технологій,  
професор кафедри технології м'яса,  
м'ясних та олієжирових продуктів

доктор технічних наук, доцент  
**Кравченко Михайло Федорович,**  
Київський національний торговельно-економічний університет, до-  
цент кафедри технології та організації ресторанного господарства

Захист відбудеться «25» листопада 2008 р. о 10<sup>00</sup> 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 ознайомитися у 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.** У межах програми Кабінету Міністрів України №14 від 10.01.2002 р. «Здоров'я нації» на період до 2011 року, мета якої – поліпшення стану здоров'я населення України, актуальною є проблема наукового обґрунтування та розробки технології продуктів харчування, збагачених дефіцитними нутрієнтами. Впровадження нових сучасних технологій рафінованих харчових продуктів протирічить головній тезі теорії раціонального харчування відносно компенсаторної функції їжі.

На фоні цього набувають поширення аліментарно-залежні стани людини, коли причиною відхилень організму від фізіологічної норми є відсутність або відносний дефіцит того чи іншого есенціального нутрієнту. Тому розширення асортименту продуктів харчування із залученням ресурсозберігаючих технологій шляхом наукового обґрунтування та розробки технологій продуктів харчування, збагачених на сполуки кальцію, є актуальним. До аліментарно-залежних станів людини відносяться безліч патологій, у тому числі порушення: мінерального обміну в кістковій та зубній тканинах; передачі нервових імпульсів та нервові розлади; процесів зсідання крові та інших ферментативних процесів; метаболізму органів і тканин на рівні клітинних мембран тощо. Доведено, що однією з причин цього є порушення метаболізму кальцію на фоні його відносного дефіциту, оскільки кальцій належить до тих нутрієнтів, які організм не синтезує, мінеральні сполуки його важко засвоюються. Коло природних харчових джерел кальцію обмежено. Засвоєння кальцію залежить від його співвідношення з іншими нутрієнтами (фосфором, жиром тощо).

Природно, у переважній більшості продуктів харчування тваринного походження міститься значна кількість сполук фосфору, які в декілька разів перевищують вміст кальцію. Ще однією перешкодою на шляху засвоєння кальцію організмом людини з їжі є широке впровадження в технології продуктів харчування фосфатів.

Результати досліджень останніх років провідних учених-фізіологів доводять необхідність корегування класичного співвідношення Са:Р на користь кальцію.

Усе вищенаведене спонукало проведення наукових досліджень у напрямку пошуку харчових джерел сполук кальцію і розробки на цій підставі технологій продуктів харчування з їх використанням. Єдиним традиційним доступним для людського організму джерелом кальцію є молоко та молочні продукти, причому ті, які не мають високої кислотності. Проте їх споживання населенням України залишається на невисокому рівні.

Багатим джерелом біоорганічних сполук кальцію є харчова кістка (ГОСТ 16147), що накопичується в значній кількості на м'ясопереробних підприємствах та закладах ресторанного господарства, але через її специфічно високу міцність як опорної тканини практично не використовується як джерело сполук кальцію в раціоні харчування. Об'єктами наукових досліджень Беляєва М.І., Черевка О.І., Файвішевського М.Л., Гончарова Г.І., Вінокурова Г.А. були технології вилучення білка, жиру, кісткового мозку та отримання м'яса механічного обвалювання із кісткової сировини.

Виходячи з цього, актуальною науковою проблемою є теоретичне обґрунтування та розробка технології переробки харчової кістки в їжу і розробка на цій підставі технологій продуктів харчування, збагачених на остеокальцій.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Нобота виконувалася відповідно до планів наукових досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі за темами: №11-99-01 «Технологія виробництва та застосування напівфабрикатів з кісток забійних тварин», №20-02-04Б «Наукове обґрунтування технології нової кулінарної продукції підвищеної біологічної цінності», №20-02-04Б (1) «Наукове обґрунтування та розробка технології кулінарних виробів з застосуванням продуктів переробки харчової кістки», №1-05БО (0105U000277) «Наукове обґрунтування та розробка теоретичних основ моделі харчових продуктів «нового покоління», №7-05-07Б (0104U002573) «Наукове обґрунтування технології продуктів харчування з функціональними властивостями».

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є наукове обґрунтування та розробка технології продуктів харчування, збагачених на кальцій, з використанням продуктів переробки харчової кістки.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- науково обґрунтувати необхідність розробки технології переробки харчової кістки у харчовий продукт, багатий на біоорганічні сполуки кальцію;
- на підставі хімічного складу та морфологічної структури кістки визначити шляхи переробки кісткової сировини на харчовий продукт;
- науково обґрунтувати режими та раціоналізувати технологічні підходи до технології переробки харчової кістки у харчовий кістковий напівфабрикат (НКХ);
- обґрунтувати та розробити технологію композиції мінерально-білково-жирової (КМБЖ) на основі НКХ для використання в технології продуктів харчування з необхідним гелеутворенням;
- вивчити властивості НКХ та КМБЖ та визначити їх вплив на функціонально-технологічні властивості харчових систем;
- розробити технології продуктів харчування, збагачених на остеокальцій;
- оптимізувати рецептури продуктів харчування, збагачених на остеокальцій, з використанням математичних методів;
- вивчити економічну ефективність запропонованих технологій;
- виконати комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження результатів досліджень у виробництво.

*Об'єкт дослідження* – технології виробництва НКХ, КМБЖ та продуктів харчування, збагачених на остеокальцій.

*Предмет дослідження* – харчова кістка забійної худоби, НКХ, КМБЖ, модельні харчові системи з НКХ і КМБЖ та продукти, збагачені на остеокальцій.

*Методи дослідження* – методи системного аналізу, традиційні та загальноприйняті методи досліджень фізико-хімічних, функціонально-технологічних, структурно-механічних, мікробіологічних, біохімічних, гістологічних, органолептичних показників, планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних з використанням обчислювальної техніки.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні науково-прикладної проблеми комплексної переробки харчової кістки з метою її використання в технології продуктів харчування, збагачених на кальцій.

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано та доведено наукову концепцію. Гідротермічна обробка (ГТО) за умов надлишкового тиску перетворює кісткову сировину на харчовий продукт, використання якого в технологіях продуктів харчування дозволить розширити їх асортимент і ліквідувати відносний дефіцит кальцію в раціонах споживачів.

З використанням методів системного аналізу в межах сформульованої наукової концепції науково обґрунтовано безвідходну ресурсозберігаючу технологію переробки харчової кістки забійної худоби на НКХ як джерело біоорганічних сполук кальцію для використання в технологіях широкого спектра продуктів харчування.

Встановлено закономірності між режимами ГТО кісткової тканини, рівнем накопичення азотистих речовин у середовищі та ступенем деструкції кісткової тканини. Визначено закономірності змін гістологічної структури кісткової тканини у процесі ГТО за умов надлишкового тиску. Запропоновано кількісну модель динаміки залежності відносного об'єму відкритих пор від часу за умов ГТО харчової кістки, на основі якої розв'язано задачу дифузії білкових речовин у бульйон.

Запропоновано теоретичну модель процесу динаміки ефективного напруження зсуву  $\sigma_{zc}$  тканини кістки, яка розпушена під час гідротермічної обробки. На основі моделі отримано рівняння регресії  $\sigma_{zc} = f(\tau)$ .

Встановлено хімічний склад НКХ, співвідношення між формами кальцію та фракційний склад колагенів за розчинністю. Встановлено регресійні залежності накопичення іонів  $\text{Ca}^{++}$  від рівня рН та кількості НКХ, що дозволяє розрахувати кількість іонів кальцію, які містяться в харчових системах, з метою прогнозування змін їх технологічних властивостей.

Науково обґрунтовано технологію КМБЖ на основі НКХ для використання в технології продуктів харчування з необхідним гелеутворенням. Доведено з використанням методів математичної оптимізації раціональний вміст НКХ у кулінарних виробках.

Доведено високий ступінь перетравлюваності білків НКХ та білків кулінарної продукції, виготовленої з додаванням НКХ.

Науково обґрунтовано технології продуктів харчування з використанням НКХ та визначено їх основні фізико-хімічні показники та технологічні властивості.

Новизна технічних рішень підтверджена 11 деклараційними патентами України на винаходи та корисні моделі.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі результатів реалізації наукової концепції, проведених теоретичних та експериментальних досліджень випробувано і впроваджено технологію НКХ, КМБЖ та технології продуктів харчування з їх використанням.

Вперше у практиці України як держави, яка постраждала внаслідок Чорнобильської аварії, запропоновано технологію широкого спектра харчових продуктів, збагачених хімічним аналогом – біологічним антагоністом  $^{90}\text{Sr}$  – кальцієм біоорганічного походження.

На біологічних об'єктах вперше доведено радіозахисну дію остеокальцію НКХ та його засвоєваність. У ході клінічних експериментів доведено ефективність використання м'ясних січених виробів з НКХ у комплексі з традиційною терапією під час лікування кальційзалежних хвороб.

Розроблено і затверджено у встановленому порядку технічні умови та технологічні інструкції на такі продукти: «Напівфабрикат кістковий харчовий» (ТУ У 15.1–01566330–159–2004); «Фарш яловичий мінералізований «Кальцевітал»» (ТУ У 15.1–01566330–178:2005); «Напівфабрикати м'ясні січені з фаршу яловичого мінералізованого «Кальцевітал»» (ТУ У 15.1–01566330–177:2005); «Вироби кулі-нарні. Паштети печінкові» (ТУ У 15.1–01566330–170:2005); «Композиція мінерально-білково-жирова» (ТУ У 15.8–01566330–179:2005); «Напівфабрикати м'ясні січені з використанням композиції мінерально-білково-жирової» (ТУ У 15.1–01566330–180:2005); ТУ У 15.1-01566330-199:2008 «Фарші м'ясні комбіновані з використанням рослинних та тваринних добавок».

Комплекс досліджень, проведених на біологічних об'єктах, та клінічні випробування довели оздоровчі властивості продуктів харчування, виготовлених з використанням НКХ та КМБЖ.

*Реалізація роботи.* Технології апробовано і впроваджено в спільному українсько-німецькому підприємстві «Дуко» (м. Дніпропетровськ, акт від 26.11.1999 р.), ТД «Куп'янський м'ясокомбінат» (м. Куп'янськ, Харківська обл., акт від 21.06.2005 р.), ТОВ «Салтівський м'ясокомбінат» (м. Харків, акт від 21.03.2006 р.), ПП «Денвер» (с. Циркуни, Харківська обл., акт від 26.04.2006 р.), КП «Студентське» (м. Харків, акт від 01.06.2006 р.), ТОВ «Віста» (м. Ворзель, Київська обл., акт від 17.07.2007 р.), ТОВ «Корунд Плюс» (м. Київ, акт від 06.08.2007 р.), ТОВ «Укр-Трейд» (м. Харків, акт від 29.08.2007 р.), ТОВ «Запорожець-4» (м. Харків, акт від 23.04.2008 р.).

Отримані результати впроваджено у навчальний процес ХДУХТ (акти від 26.12.2006 р., 12.12.2007 р. та 17.12.2007 р.).

**Особистий внесок здобувача** полягає в обґрунтуванні та формулюванні мети, наукової концепції, завдань та програми досліджень; під керівництвом і за безпосередньої участі здобувача проведено експериментальні дослідження в лабораторних та виробничих умовах, розроблена нормативна документація і проведена апробація нових видів продуктів, виготовлених з використанням НКХ, в умовах виробництва. У розробці технології переробки харчової кістки на НКХ автору належить наукова аргументація вибору об'єктів дослідження, участь у проведенні, аналітичній обробці та отриманні результатів досліджень.

У наукових працях, які опубліковано у співавторстві, здобувачу належать теоретичні розробки, організація та участь у проведенні експериментальних досліджень, обробка та аналіз отриманих результатів.

Матеріали та висновки кандидатської дисертації здобувача не використані.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертації доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу ХДУХТ (1999-2008 рр.), конференціях, семінарах, форумах, основними з яких є такі: Міжнародна науково-практична конференція «Стратегія розвитку туристичної індустрії та громадського харчування» (м. Київ, КНТЕУ, 2000 р.); VII Міжнародна науково-технічна конференція «Пріоритетні напрямки впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення» (м. Київ, 2001 р.); IV Міжнародна науково-практична конференція «Пища, екологія, человек» (м. Москва, МДУПБ, 2001 р.); Пят-

надцятые международные Плехановские чтения (м. Москва, РЕА ім. Г.В. Плеханова, 2002 р.); III Міжнародна науково-практична конференція «Наука і соціальні проблеми суспільства: медицина, фармація, біотехнологія» (м. Харків, НФаУ, 2003 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Товарознавство та ринок споживчих товарів у 3-му тисячолітті» (м. Донецьк, ДонДУЕТ, 2004 р.); I та II міжгалузеві міжнародні науково-практичні конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Донецьк, ДонДУЕТ, 2005, 2007 рр.); Міжнародна конференція «Сучасний стан та актуальні проблеми забезпечення ветеринарного благополуччя тваринництва» (м. Ялта, 2005 р.); VI Національний з'їзд фармацевтів України «Досягнення та перспективи розвитку фармацевтичної галузі України» (м. Харків, НфаУ, 2005 р.); I та II Міжнародні науково-практичні конференції «Харчові технології – 2005, 2006» (м. Одеса, ОНАХТ, 2005-2006 рр.); IX Міжнародна науково-технічна конференція «Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи» (м. Київ, НУХТ, 2005 р.); Міжнародна наукова конференція «Пути повышения качества услуг общественного питания» (м. Саратов, СДАУ ім. М.І. Вавилова, 2005 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Аграрний форум-2006» (м. Суми, СНАУ, 2006 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Тваринництво XXI сторіччя: новітні технології, досягнення та перспективи» (м. Харків, ІТ УААН, 2006 р.); IV Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів» (м. Київ, ЕКОГІНТОКС, 2006 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Віддалені наслідки впливу іонізуючого випромінювання» (м. Київ, НЦРМ АМН України, 2007 р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка» (м. Святогірськ, ДонНУЕТ, 2005, 2007 рр.).

Розроблена продукція була представлена на виставці «Універсальна ярмарка XV міжнародного бізнес-форуму “Слов’янський базар» (м. Харків, 2000 р.); виставці науково-технічних досягнень ХВУ і співпрацюючих організацій (м. Харків, 2001 р.); обласному форумі «Освіта, наука, виробництво – шляхи інтеграції» (м. Харків, 2002 р.); міжрегіональній виставці товарів, послуг та інвестиційних пропозицій у межах міжнародного інвестиційного форуму «Вільні економічні зони, території пріоритетного розвитку та технопарки України: досягнення, проблеми, перспективи» (м. Харків, 2002 р.); виставці наукових розробок ХДУХТ, присвяченій 35-річчю ХДУХТ (м. Харків, 2002 р.); обласній виставці наукових досягнень «Освіта, наука, виробництво Харківщини – 2003» (м. Харків, 2003 р.); IX Міжнародній виставці продуктів харчування та напоїв «ПРОДЕКСПО Україна – 2003», спеціалізованій виставці «М’ясний салон» (м. Київ, 2003 р.); XIX Міжнародному бізнес-форумі «Слов’янський базар» у розділі «Скатертина-самобранка» (м. Харків, 2004 р.); XVII Міжнародній виставці-ярмарку «Агро-2005» (м. Київ, 2005 р.); Міжнародній виставці-ярмарку «Харківщина індустріальна. Наука та виробництво» (м. Харків, 2005 р.); виставці-акції «Барвіста Україна» (м. Київ, 2005 р.); виставці наукових розробок ХДУХТ спільно з ТОВ «Наша марка» (м. Харків, 2007 р.); Міжнародній виставці «Світ здоров’я та краси – 2007» (м. Харків, 2007 р.); Міжнародній виставці «Наука і виробництво. Продукти харчування, технології, обладнання» (м. Харків, 2007 р.).

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 68 наукових праць, з них 36 статей, серед яких 29 у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 11 деклараційних патентів України на винаходи та корисні моделі, 21 тези доповідей на конференціях.

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 376 найменувань, у тому числі 58 іноземних, а також 13 додатків. Матеріал дисертації викладено на 306 сторінках друкованого тексту, містить 76 таблиць і 106 рисунків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання досліджень та наукову концепцію, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо апробації роботи.

**У першому розділі** «Сучасний стан та перспективи створення продуктів харчування, збагачених сполуками кальцію харчової кістки» наведено аналітичний огляд науково-технічної та патентної літератури щодо наукових і практичних аспектів та інноваційних рішень зі створення продуктів харчування, збагачених на сполуки кальцію.

На підставі аналізу літературних джерел показано, що одним із шляхів розширення асортименту кулінарної продукції, збагаченої на біоорганічні сполуки кальцію, є використання харчового ресурсу кісткової сировини.

Аналіз структури та хімічного складу харчової кістки довів, що вона має високу харчову цінність і є перспективною сировиною в технології продуктів харчування як джерело біоорганічних сполук кальцію. Визначено, що особливості хімічного складу та морфологічної структури кістки потребують наукового обґрунтування та розробки технології перетворення її з харчової сировини у їжу. Існуючі технології переробки кісткової сировини не дозволяють у повному обсязі використати її харчовий потенціал. Сформульовано у вигляді робочої гіпотези припущення, що комплексна переробка харчової кістки з використанням ГТО за умов підвищеного тиску дасть змогу більш повно використати харчові можливості кістки і перетворити її на їжу. Наведено визначення поняття «сировина» у межах даної роботи.

Проведено аналіз забрудненості харчової кістки радіонуклідами  $^{90}\text{Sr}$  та токсичними елементами за результатами звітної офіційної документації та первинних досліджень Харківської обласної лабораторії Державної ветеринарної медицини. За даними офіційної звітності вміст токсичних елементів (свинець, кадмій, цинк, мідь, ртуть, миш'як) та  $^{90}\text{Sr}$  у кістковій сировині знаходиться в межах, регламентованих нормативною документацією, вміст природних радіонуклідів ( $^{226}\text{Ra}$ ;  $^{232}\text{Th}$ ) знаходився у межах природного радіаційного фону. Наведені результати досліджень свідчать, що харчова кістка та продукти її переробки є безпечними для використання на харчові цілі.

**У другому розділі** «Організація експериментальних досліджень» наведені організаційні, методологічні, технічні аспекти виконання досліджень. Розроблено загальну схему проведення теоретичних і експериментальних досліджень, визначено об'єкт, предмети та методи дослідження.

Відбір проб для дослідження, вміст вологи, жиру, золи, кальцію та фосфору, мікробіологічні, токсикологічні показники, стійкість емульсії визначали згідно із загальноприйнятими методи-

ками відповідно до чинних стандартів; вміст білка – за методом К'ельдаля; амінокислотний склад білків – на автоматичному амінокислотному аналізаторі. Біологічну цінність зразків визначали шляхом розрахунку амінокислотного скору незамінних амінокислот і його співставлення зі стандартною шкалою ФАО/ВООЗ; перетравлювання білків *in vitro* – методом А. Покровського і Н. Ертанова. Жирнокислотний склад визначали методом газо-рідинної хроматографії. Якісні показники ліпідів – за стандартними методиками. Фракціонування колагену здійснювали методом послідовної екстракції розчинами з різною іонною силою з наступним визначенням вмісту гідроксипроліну в кожній окремій фракції. Вологоутримуючу здатність (ВУЗ) визначали ваговим методом, ступінь рухливості води у фаршах – імпульсним методом ЯМР, коефіцієнт гідрофільності фаршів – за методикою, розробленою у ХДУХТ. Структурно-механічні властивості фаршів досліджували на еластопластометрі Толстого та напівавтоматичному пенетрометрі «Labor». Швидкість прогрівання зразків – на експериментальній установці, що розроблена у ХДУХТ. Термоаналітичні дослідження в динамічному режимі експериментальних зразків фаршів з КМБЖ проводили за допомогою дериватографа Q-1000 фірми «МОМ» (Угорщина). Гістологічні дослідження м'ясних січених виробів здійснювали за методикою Фурста з використанням мікроскопа МБІ-3. Оцінку якості продукції за органолептичними показниками проводили експертним методом за п'ятибальною шкалою.

Під час проведення досліджень радіозахисних властивостей НКХ, вивчення засвоюваності кальцію на лабораторних тваринах та у клінічних експериментах вміст загального кальцію, неорганічного фосфору, загального білка, гемоглобіну, в-ліпопротеїнів, загального та кон'югованого білірубину, глікопротеїнів, хондроїтинсульфатів, активність аланінамінотрансферази (АлАТ), аспартатамінотрансферази (АсАТ), лужної та кислої фосфатази, кількість альбуміну та еритроцитів визначали за загальноприйнятими та стандартними методиками.

Експериментальні дані обробляли методами математичної статистики і регресійного аналізу з використанням ПЕОМ.

**Третій розділ** «Наукове обґрунтування та розробка технології напівфабрикату кісткового харчового» містить наукове обґрунтування та розробку технології переробки харчової кістки великої рогатої худоби (ВРХ) у НКХ шляхом гідротермічного гідролізу кісткової сировини за умов надлишкового тиску, дослідження хімічного складу та фізико-хімічних властивостей розробленого продукту.

Основними структурними елементами, що забезпечують структурно-механічні властивості сирової кістки, є мінеральні сполуки кальцію та органічний білковий матрикс, що складається переважно з колагенових волокон. Вони утворюють просторовий полімерний каркас, що формує органічну основу кісткової сировини. Серед амінокислот, що містяться в колагені, значну частку складають оксиамінокислоти: оксипролін та оксилізін. Гідроксильні групи оксиамінокислот утворюють зв'язки з вуглеводними компонентами: глюкоурановими та галактурановими кислотами та мінералами. Взаємодія оксиамінокислот та мінералів відбувається за рахунок утворення хімічних зв'язків, що не руйнуються в процесі гідротермічної обробки при атмосферному чи надлишковому тиску. Взаємодія білкової та мінеральної частини харчової кістки забезпечується за допомогою ковалентних зв'язків між гідроксильними групами гідроксилапатиту та аміногрупами, які не заді-

яні в утворенні пептидного зв'язку. Науковцями докладно вивчені зміни та руйнування структури колагену в процесі ГТО. Механізм руйнування кісткової тканини в процесі ГТО не описаний.

У процесі ГТО кісткової сировини за умов наявності надлишкового тиску та підвищених температур основні зміни обумовлені деструктивними перетвореннями колагену (рис. 1). Під час ГТО за температури 115...130°C відбувається руйнування поліпептидних ланцюгів, проте руйнування зв'язків між гідроксилапатитом та амінокислотами не спостерігається.

Рис. 1. Механізм деструкції кісткової тканини під час гідротермічного гідролізу

Внаслідок цього зменшується механічна міцність та збільшуються порожнини у кістці за рахунок екстрагування білка в бульйон. Утворені порожнини заповнюються молекулами води з утворенням додаткових гідратних оболонок навколо поліпептидних ланцюгів. Тому процес руйнування кісткової сировини неможливий без наявності додаткової кількості вологи.

Критеріями найбільш раціонального часу термообробки є час, за який проходить максимальна деструкція колагену з його екстракцією в бульйон та зменшення міцності кістки. Визначали час закінчення накопичення азотистих речовин у бульйон та максимального зменшення механічної міцності кістки. ГТО проводили в автоклавах періодичного типу при значеннях надлишкового тиску  $1 \cdot 10^5$ ,  $2 \cdot 10^5$  та  $3 \cdot 10^5$  Па та гідромодулях (ГМ) кістка:вода = 1:1, 1:2 та 1:3. Отримані експериментальні дані наведено на рис. 2-5.

Наведені дані свідчать про те, що незалежно від температурних умов проведення гідролізу та гідромодуля значення граничного напруження зсуву (ГНЗ) кістки майже однакові та становлять  $(1,2...1,5) \cdot 10^6$  Па. При цьому процес накопичення азотистих речовин у бульйоні та зменшення механічної міцності інтенсивніше відбувається при значеннях тиску  $3 \cdot 10^5$  Па та гідромодулі 1:3. За

цих умов припинення накопичення загального азоту в бульйоні та максимальне зменшення механічної міцності кістки відбувається після 4,5 год. гідролізу.

Рис. 2. Динаміка накопичення азотовмісних речовин ( $N \times 6,25$ ) у бульйоні під час ГТО харчової кістки за ГМ 1:1 та надлишкового тиску, Па: 1 –  $1 \cdot 10^5$ ; 2 –  $2 \cdot 10^5$ ; 3 –  $3 \cdot 10^5$

Рис. 3. Динаміка накопичення азотовмісних речовин ( $N \times 6,25$ ) у бульйоні під час ГТО харчової кістки за ГМ 1:3 та надлишкового тиску, Па: 1 –  $1 \cdot 10^5$ ; 2 –  $2 \cdot 10^5$ ; 3 –  $3 \cdot 10^5$

Рис. 4. Зміна ГНЗ харчової кістки під час ГТО за ГМ 1:1 та надлишкового тиску, Па: 1 –  $1 \cdot 10^5$ ; 2 –  $2 \cdot 10^5$ ; 3 –  $3 \cdot 10^5$  Па

Рис. 5. Зміна ГНЗ харчової кістки під час ГТО за ГМ 1:1 та надлишкового тиску, Па: 1 –  $1 \cdot 10^5$ ; 2 –  $2 \cdot 10^5$ ; 3 –  $3 \cdot 10^5$  Па

Встановлення значення гідромодуля більше ніж 1:1 при однаковому тиску призводить до зменшення часу припинення накопичення азотистих речовин у бульйоні на 0,5...1,0 год. Разом з тим, збільшення гідромодуля призводить до зменшення ефективності використання робочих ємностей автоклавів та вмісту білкових речовин у готовому продукті, а також збільшення енерговитрат на реалізацію процесу. Характерним є незначна різниця у швидкості кісткової деструкції в межах 0,5 год. між зразками, що оброблялися за умов тиску  $2 \cdot 10^5$  та  $3 \cdot 10^5$  Па та однакового гідромодуля.

Проте технічні характеристики автоклавів серійного виробництва, ефективність використання їх робочих ємностей та харчова цінність готового продукту за вмістом азотистих речовин зумовлюють необхідність вибору наступних режимів ГТО кістки: надлишковий тиск  $2 \cdot 10^5$  Па, гідромодуль 1:1. За даних умов максимальна деструкція кісткової тканини відбувається через 6 год.

гідротермічного гідролізу. Під час подальшого протікання процесу відбувається деструкція білкових речовин без істотного впливу на структурно-механічні властивості кістки.

Запропоновано теоретичну модель процесу динаміки напруження зсуву кісткової тканини, яка розпушена під час ГТО. Під  $u_{zc}$  слід розуміти фізичну величину, яку ми отримуємо в процесі пенетрації. Згідно з літературними джерелами (Мачихін Ю.А., 1990 р., Пивоваров П.П., 2006 р.) поняття ефективного зсуву може бути використане при  $u_{zc} \geq 1,5 \cdot 10^5$  Па. Інакше кажучи, поняття зсуву можна використовувати тільки в разі, якщо нескінченно малі шари речовини зміщуються ламінарно відносно один одного, тобто для певного інтервалу змін ефективного зсуву більш коректно використовувати термін «напруження зрізу». Зміна концентрації  $C$  екстрагованих речовин із кістки, яка піддається термічній обробці, може бути виражена рівняннями:

(1)

(2)

Для регресійної залежності напруження зсуву  $\sigma_{zc}$  від часу термічної обробки  $\tau$  отримаємо:  $\sigma_{zc}^{-1}(\tau) = a + b\tau + c e^{\tau^*}$  ( $|\phi^*| = |\phi|$ ,  $\phi^*$  – безрозмірна величина).

Параметри регресії  $a$ ,  $b$ ,  $c$  мають безпосередній зв'язок із величинами, які одержані експериментально:

(3)

де  $\sigma_{zc}^{\min}$  – найменше і  $\sigma_{zc}^{\max}$  – найбільше напруження зсуву;  $\tau_{нас} \approx (6...8) \cdot 60^2$  с.

Функція регресії (3) з надійністю не менш ніж 96% відображає статистичну залежність напруження зсуву  $u_{zc}$  від часу  $\tau$  в інтервалі  $0 \leq \tau \leq 8 \cdot 60^2$  с.

Для підтвердження раціональних параметрів ГТО кісткової сировини вивчено процес накопичення азотистих речовин у водному середовищі та динаміку змін мікроархітекtonіки харчової кістки. Для гістологічних досліджень використовували зразки кістки до та після гідротермічного гідролізу, проведеного за умов надлишкового тиску  $2 \cdot 10^5$  Па, при ГМ 1:1 протягом  $(6...8) \cdot 60^2$  с (рис. 6).

Рис. 6. Мікроструктура харчової кістки (Ч480) до (а) та після гідротермічної обробки (б –  $6 \cdot 60^2$ , в –  $8 \cdot 60^2$  с) за ГМ = 1:1 та  $P_{надл} = 2 \cdot 10^5$  Па

Встановлено, що протягом  $6 \cdot 60^2$  с відбуваються максимальні деструкційні зміни, подальша термообробка не впливає на мікроструктурні характеристики кістки. Детальне дослідження біофізичної та фізико-хімічної природи вилучення азотистих речовин, а також аналіз значного експериментального матеріалу, зокрема гістологічних зрізів, дали підстави вважати, що відносний об'єм відкритих пор у кістковій тканині за умов надлишкового тиску  $2 \cdot 10^5$  Па, температури  $133^\circ\text{C}$  протягом  $(1 \dots 8) \cdot 60^2$  с адекватно описується функцією 4:

(4)

Так,  $a + b$  визначається мінімальним значенням відносного об'єму відкритих пор  $P_{\min}$ :

(5)

Маса азотистих речовин, що виділилися у бульйон, може бути визначена за допомогою рівняння 6:

(6)

Таким чином, вперше побудовано кількісну модель динаміки залежності відносного об'єму відкритих пор від часу за умов гідротермічної обробки харчової кістки, на основі якої розв'язано задачу дифузії азотистих речовин у бульйон у межах раціональних значень параметрів. Отримані теоретичні залежності статистично значущі та адекватно узгоджуються з експериментом.

Проведено дослідження визначення раціональних режимів процесу гідротермічного знежирення харчової кістки (рис. 7). Визначено, що найбільш раціональним є гідротермічне знежирення при  $1 \cdot 10^5$  Па ( $120^\circ\text{C}$ ) протягом 30-60 с.

Електронна мікро-скопія харчової кістки показує, що після  $6 \cdot 60^2$  с гідротермічного гідролізу вона зберігає пористу

Рис. 7. Динаміка накопичення кісткового жиру в бульйоні за ГМ 1:1 та надлишкового тиску, Па: 1 –  $5 \cdot 10^4$ ; 2 –  $1 \cdot 10^5$ ; 3 –  $1,5 \cdot 10^5$ ; 4 –  $2 \cdot 10^5$

пастоподібний продукт.

структуру.

Такі зміни структури кісткової тканини не становлять складнощів для перетворення цієї кісткової маси на

Подрібнення гідротермічно обробленої кістки в умовах м'ясопереробних підприємств та підприємств ресторанного господарства може відбуватися на кутерах. Головним критерієм під час подрібнення є забезпечення розмірів часточок продукту не більше  $5 \cdot 10^{-5}$  м, що зумовлено порогом органолептичної чутливості.

Встановлені раціональні режими подрібнення серпоподібними та куто-подібними ножами гідротермічно обробленої кістки на кутерах з метою пере-творення її на пастоподібний продукт. Визначено, що раціональними режимами подрібнення є частота обертів ножів  $50 \dots 100 \text{ с}^{-1}$  та час, відповідно,  $15 \dots 5$  хв.

За органолептичними показниками пастоподібна маса має однорідну кон-систенцію. Розмір часточок пастоподібної маси не виходить за межі органолептичного порогу чутливості рецепторів, що становить не більше  $5 \cdot 10^{-5}$  м. Дані органолептичної характеристики продукту підтверджуються даними ектронно-мікроскопічної структури пастоподібної маси (рис. 8).

Рис. 8 демонструє скуп-чення сполук кальцію, які органічно оточені білковою масою у вигляді глютину та щільно контактують із жировими елементами, що і утворює однорідну функціональну систему білок-кальцій-жир.

На основі проведених дослі-джень нами була розроблена техноло-гічна схема виробництва НКХ (рис. 9). Найбільш раціональним методом збе-рігання НКХ є охолодження або замо-рожування. Згідно з прове-деними дос-лідженнями термін зберігання НКХ становить при температурі не вище мі-нус  $18^{\circ}\text{C}$  не більше 30 діб, при  $1 \dots 4^{\circ}\text{C}$  – не більше 24 год. За даних умов показ-

Рис. 8. Електронно-мікроскопічна структура пастопо-дібної кісткової маси – НКХ ( $\text{C}10^4$ )

ники мікробіологічної безпеки та якості ліпідів залишаються в межах норми.

Дана технологія дозволяє отримати НКХ із наступним хімічним складом (%): вологи –  $54,5 \pm 0,2$ ; білка –  $12,2 \pm 0,1$ ; жиру –  $11,0 \pm 0,1$ ; золи –  $31,3 \pm 0,1$ , у тому числі кальцію –  $15,0 \pm 0,1$  та фо-сфору –  $4,0 \pm 0,1$ . Характерно, що вміст кальцію перевищує вміст фосфору в 3,9 рази. Це зумовлює доцільність використання НКХ для збагачення продуктів харчування на сполуки кальцію. Дослі-дження амінокислотного складу НКХ виявило присутність усіх незамінних амінокислот, крім три-птофану, в значній кількості.

Дослідження жирнокислотного складу ліпідів НКХ виявило значний ступінь їхньої ненасиченості. Вміст поліненасичених жирних кислот становить  $23,43 \dots 23,64\%$ .

Рис. 9. Технологічна схема виробництва НКХ

### **Кількісні біохімічні характеристики НКХ**

#### *Таблиця 1*

Проведений біохімічний аналіз НКХ дозволив визначити кількісні характеристики його складу, наведені в табл. 1. Слід відмітити значний вміст біоорганічного кальцію в складі НКХ, що має високу мета-болічну активність. Значно менша частка кальцію в складі НКХ входить до складу гідроксилапа титу.

Біоорганічний кальцій щільно пов'язаний із нейтральною солерозчинною фракцією колагену, яка становить

35...40% відносно загальної кількості колагену в складі НКХ.

Дослідженнями залежності кількості іонного кальцію у НКХ від рівня рН середовища встановлено, що у разі зменшення рН відбувається демінералізація НКХ та збільшення вмісту іонізованого розчинного кальцію. Залежність концентрації іонів кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ) у водяному розчині від рН середовища та кількістю НКХ можна описати рівнянням:

(7)

Згідно з критерієм Фішера, не менш ніж 94% стохастичної залежності  $\text{Ca}^{2+}$  від параметрів рН та вмісту НКХ у межах інтервалу досліджень можна описати наведеною формулою (7).

На рис. 10 показано регресійну поверхню залежності маси іонів  $\text{Ca}^{2+}$  від рівня рН та кількості НКХ.

Це дозволяє розрахувати кількість іонів кальцію, що містяться у харчових системах, з метою прогнозування змін їх технологічних властивостей.

Рис. 10. Регресійна поверхня залежності маси іонів  $\text{Ca}^{2+}$  у водяному розчині від рівня рН та кількості НКХ

**Четвертий розділ** «Наукове обґрунтування та розробка технології виробництва композиції мінерально-білково-жирової» присвячено проведенню моделювання та визначення рецептурного складу КМБЖ, обґрунтуванню параметрів виробництва, зміни стійкості емульсії КМБЖ під час зберігання за різних умов, визначенню її показників безпеки, хімічного складу, біологічної та харчової цінності.

Запропоновано створення композиційної емульсійної системи на основі продуктів переробки харчової кістки (НКХ та кістковий жир), яка б мала здатність до структування. Такий підхід зумовлено обмеженістю використання НКХ у технологіях продуктів харчування з необхідним geleутворенням. Як емульгуючий, стабілізуючий та geleутворюючий рецептурний компонент може бути використана сироватка крові забійної худоби.

Продукти переробки харчової кістки та крові ВРХ мають високу спорідненість до м'ясної сировини, що містить фосфору у 20...40 разів більше, ніж кальцію. Разом з цим, широке використання в технології м'ясних виробів імпортих функціонально-технологічних харчових інгредієнтів, що призводять до зменшення харчової та біологічної цінності готової продукції, вимагає розробки технологій вітчизняних функціонально-технологічних добавок, які були б здатні разом із підвищенням економічної ефективності покращувати харчову цінність м'ясних виробів. Враховуючи цільове використання КМБЖ у складі м'ясних січених виробів, розроблено алгоритм створення системи яловичина+КМБЖ з раціоналізацією вмісту рецептурних компонентів (рис. 11).

Рис. 11. Алгоритм створення системи яловичина+КМБЖ

За допомогою методу лінійного програмування встановлено найбільш оптимальне співвідношення яловичина:НКХ, яке становить 89:11. Кількість кісткового жиру, яку можна ввести до складу КМБЖ, обмежується його виходом під час виробництва НКХ. Вихід кісткового жиру становить 14,3% від маси виробленого напівфабрикату.

З метою визначення вмісту сироватки крові як основного емульгуючого компонента в рецептурі КМБЖ проводили дослідження стійкості систем НКХ-кістковий жир-сироватка (рис. 12). Видно, що найбільш раціональним є використання 20...25% сироватки. Збільшення вмісту сироватки до 35% не приводить до істотного збільшення стійкості емульсії КМБЖ. Дослідження стійкості емульсії після термообробки виявили низьку стійкість КМБЖ, що викликано коагуляцією білків сироватки крові та може спричинити втрати ПНЖК через витоплення жиру і більш інтенсивні процеси його окислення на поверхні виробів.

Виходячи з цього, доцільним є додавання емульгатора з метою «утримання» емульсії в діапазоні температур 50...60°C. Враховуючи цільове використання КМБЖ, було обрано два види емульгаторів марок AZM-ST та AZMU-110 фірми «Dera Food Technology», що використовуються в технології м'ясних продуктів харчування, не мають у своєму складі поліфосфатів та складаються з композиції камедей – безпечних для здоров'я споживачів речовин. Проведені дослідження стійкості емульсії КМБЖ після термообробки при різному вмісті емульгаторів (рис. 13).

Під час використання емульгатора марки AZMU-110 максимальна стійкість емульсії досягається за його кількості 0,3%. За аналогічного вмісту емульгатора марки AZM-ST стійкість емульсії після термообробки становить 95,4%. Враховуючи їх практично однакову вартість, використання емульгатора марки AZMU-110 є більш раціональним.

Рис. 12. Залежність стійкості емульсії КМБЖ від вмісту сироватки крові забійної худоби

Рис. 13. Залежність стійкості емульсії КМБЖ після термообробки від вмісту емульгаторів: 1 – AZM-ST; 2 – AZMU-110

Використання емульгаторів передбачає необхідність їх набрякання. Доцільним є додавання емульгатора до сироватки крові ВРХ як найбільш вологовмісного рецептурного компонента. Дослідження динаміки в'язкості системи емульгатор-сироватка крові визначили, що за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  найбільш раціональним часом набрякання є  $(90 \dots 95) \cdot 60$  с. На підставі одержаних результатів був розроблений рецептурний склад КМБЖ: НКХ – 70%, кістковий жир – 10%, сироватка крові – 20%; кількість емульгатора марки AZMU-110 становить 0,3% відносно основної сировини.

Виходячи з рецептурного складу КМБЖ та раніше отриманих оптимальних з чоки зору фізіологічних потреб людини співвідношень яловичина:НКХ, найбільш раціональним вмістом композиції у складі м'ясних січених виробів є 15% відносно м'ясної сировини. Запропонований підхід може бути реалізований і для розробки рецептур інших продуктів харчування оздоровчого призначення з КМБЖ.

Отримання емульсії КМБЖ в умовах м'ясопереробних підприємств доцільно проводити з використанням кутерів. Проводили дослідження стійкості емульсії КМБЖ, отриманої за різної інтенсивності та часу емульгування. Початкова температура системи дорівнювала  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ . Результати досліджень наведено на рис. 14.

Після зберігання за температури  $+1 \dots +4^\circ\text{C}$  протягом 24 год. стійкість емульсії до та після термообробки практично не змінюється. Після зберігання за температури мінус  $18^\circ\text{C}$  протягом 30 діб стійкість емульсії зменшується на 3,2%, після термообробки – на 4,9% (рис. 15). Але дане зниження стійкості незначне та суттєво не впливає на загальні функціонально-технологічні властивості композиції.

Проведені дослідження показали, що мікробіологічні показники безпеки КМБЖ та показники якості її ліпідів під час зберігання за температур  $+1 \dots +4^\circ\text{C}$  протягом 24 год. та не вище мінус  $18^\circ\text{C}$  протягом 30 діб відповідають вимогам для даної групи виробів. Токсикологічні показники якості КМБЖ також знаходилися в межах норми.

Рис. 14. Динаміка стійкості емульсії КМБЖ залежно від тривалості та інтенсивності емульгування, при обертах робочого органу кутера,  $s^{-1}$ : 1 – 33,3; 2 – 50,0; 3 – 66,7; 4 – 83,3; 5 – 100,0; 6 – 116,7

Рис. 15. Залежність стійкості емульсії КМБЖ від умов зберігання: 1 – до термообробки; 2 – після термообробки

На підставі одержаних результатів була розроблена технологічна схема виробництва КМБЖ (рис. 16).

Рис. 16. Технологічна схема виготовлення КМБЖ

Дана технологія та рецептура дозволяють отримати КМБЖ з наступним хімічним складом (%): вологи –  $50,5 \pm 0,2$ ; білка –  $9,7 \pm 0,1$ ; жиру –  $17,7 \pm 0,1$ , в тому числі ПНЖК –  $4,3 \pm 0,1$ ; золи –  $22,1 \pm 0,1$ , у тому числі кальцію –  $10,5 \pm 0,1$  та фосфору –  $2,8 \pm 0,1$ . Амінокислотний склад КМБЖ характеризується наявністю всіх незамінних амінокислот у значній кількості. Характерним є висо-

кий вміст оксипроліну (1,09г /100г КМБЖ), який бере безпосередню участь у процесах метаболізму кальцію. Жирнокислотний склад КМБЖ характеризується високим вмістом ПНЖК, серед яких більшість становлять лінолева та ліноленова жирні кислоти.

**П'ятий розділ** «Проектування рецептур багатокомпонентних харчових продуктів із заданими функціональними властивостями» відведено для проектування рецептур паштетних печінкових мас та м'ясних січених виробів, виготовлених з використанням НКХ з урахуванням збалансованості мінерального складу.

На основі проведених досліджень та математичного моделювання був розрахований коефіцієнт збалансованості співвідношення кальцій:фосфор у виробках, виготовлених за традиційною технологією та з використанням НКХ. Шляхом математичного моделювання доведено, що раціональним вмістом НКХ є 10% відносно печінки або м'ясної сировини. Такий вміст НКХ забезпечує раціональне співвідношення Са:Р, необхідне для продуктів оздоровчої дії.

**У шостому розділі** «Технологія виробів з м'ясної сировини з використанням напівфабрикату кісткового харчового та композиційних систем на його основі» науково обґрунтовано та розроблено технології паштетних печінкових мас та м'ясних січених виробів з використанням НКХ та КМБЖ.

Доведено, що додавання 5...15% НКХ до складу паштетних печінкових систем дозволяє збільшити ВУЗ паштетних печінкових мас на 1,5...4,5% (рис. 17); додавання 5...15% КМБЖ до складу м'ясних фаршів та котлетних мас також підвищує ВУЗ, відповідно, на 5,0...11,0 та 2,0...7,4% (рис. 18).

Збільшення ВУЗ паштетних мас та м'ясних фаршів пов'язано з низкою факторів: взаємодією білків з іонами кальцію, зв'язуванням вологи в капілярах НКХ за рахунок сил поверхневого натягу та адсорбції вологи на їх поверхні, що не суперечить літературним даним.

Встановлено, що додавання 5...15% НКХ до складу паштетних систем дозволяє зменшити ГНЗ паштетних печінкових мас на 2,9...4,8%; додавання 5...15% КМБЖ зменшує ГНЗ напівфабрикатів та готових виробів з м'ясного фаршу, відповідно, на  $(1,6...4,0) \cdot 10^3$  та  $(2,6...6,9) \cdot 10^3$  Па, напівфабрикатів та готових виробів з котлетної

Рис. 17. Залежність ВУЗ паштетних мас від вмісту НКХ

маси, відповідно, на  $(0,8...2,5) \cdot 10^3$  та  $(2,1...5,5) \cdot 10^3$  Па.

Вивчення швидкості прогрівання паштетних мас з НКХ та м'ясних фаршів з КМБЖ виявили, що додавання НКХ до складу паштетних печінкових мас та КМБЖ до складу м'ясних січених

Рис. 18. Залежність ВУЗ фаршів від вмісту КМБЖ: 1, 3 – котлетна маса та м'ясний фарш до заморожування; 2, 4 – котлетна маса та м'ясний фарш після заморожування та зберігання ( $t \leq \text{мінус} 18^\circ\text{C}$ ,  $\phi = 20$  діб)

фаршів скорочує час досягання виробами стану кулінарної готовності на 3...12%.

Доведено, що додавання НКХ до складу паштетних печінкових мас дозволяє покращити

їхню перетравлюваність. Загальна перетравлюваність паштетних печінкових мас, виготовлених за традиційною технологією, становить 175,3 мкг тирозину/1 г білка у продукті, паштетних печінкових мас з 10% вмістом НКХ відносно вмісту печінки – 199,5 мкг тирозину/1 г білка у продукті. Загальна перетравлюваність біфштексів січених, виготовлених за традиційною технологією та з використанням 15% КМБЖ, становить, відповідно,

84,7 та 128,5 мкг тирозину/1 г білка.

Визначено, що додавання НКХ до складу паштетних печінкових мас та КМБЖ до складу м'ясних січених напівфабрикатів дозволяє покращити мікробіологічну стабільність готової продукції.

На підставі результатів проведених досліджень були розроблені технологічні схеми виробництва паштетних печінкових мас з НКХ, фаршу яловичого мінералізованого «Кальцевітал» та виробів на його основі, м'ясних січених виробів з використанням КМБЖ. Додавання НКХ та КМБЖ не змінює традиційний перебіг технологічного процесу виробництва. Реалізація даних технологій дозволяє отримати готову продукцію з хімічним складом, наведеним у табл. 2.

*Таблиця 2*

**Загальний хімічний склад паштетних печінкових мас з НКХ  
та м'ясних січених виробів з КМБЖ**

Аналіз амінокислотного складу білків паштетних печінкових мас з 10% вмістом НКХ показав, що використання цих добавок істотно не погіршує амінокислотний склад білків готової продукції. Лімітуючі амінокислоти при цьому відсутні. У разі використання 15% КМБЖ у технології м'ясних січених виробів лімітуючою амінокислотою є триптофан, але її дефіцит можна компенсувати шляхом корегування раціону.

Для визначення впливу НКХ та КМБЖ на мікроструктурні характеристики паштетних мас та м'ясних січених виробів були проведені гістологічні дослідження. У зразків паштетних мас чітко виділяється адсорбція білків печінки на поверхні часток НКХ. Це пояснюється кальцій-білковою взаємодією та активною адсорбцією високомолекулярних сполук, зокрема білків, на поверхні часток НКХ. У зразків м'ясних січених виробів з КМБЖ ліпідні компоненти та сироватка КМБЖ формують дисперсне середовище, що рівномірно розподіляється між м'язовими волокна-

ми. Ліпідні компоненти сприяють меншим втратам саркоплазматичних білків та перешкоджають їхній агрегації між собою, м'язовими волокнами та фрагментами фар-шу. Таким чином, компоненти КМБЖ мають чіткі гетерогенні властивості.

Встановлено, що у разі використання 10% НКХ у складі паштетних мас вихід готової продукції збільшується на 3,1%. Використання 15% КМБЖ у складі м'ясних січених виробів збільшує вихід готової продукції на 6,0%. Результати органолептичних досліджень паштетних печінкових мас з НКХ та м'ясних січених виробів з КМБЖ визначили, що органолептичні характеристики запропонованої продукції майже не відрізняються від виробів, виготовлених за традиційною технологією, та відповідають традиційним уявленням споживачів про даний продукт.

**У сьомому розділі** «Медико-біологічна оцінка якості напівфабрикату кісткового харчового» розглядається та оцінюється медико-біологічна ефективність прийнятих рішень в ході експериментальних досліджень на лабораторних тваринах та в умовах клініки.

Проведені медико-біологічні дослідження на мишах на базі Інституту експериментальної і клінічної ветеринарної медицини виявили, що рівень засвоєння остеокальцію з НКХ організмом тварин вище, ніж неорганічного кальцію з крейди (табл. 3). Збільшення в добовому раціоні мишей кількості НКХ до 0,5 г збільшує кумуляцію кальцію в гомілковій кістці мишей до 3%. У той же час збільшення кількості крейди в раціоні до 0,25 г приводить до його накопичення в кістці лише до 1,3%, що нижче порівняно з першою контрольною групою тварин на 0,6%. Ці показники є статистично достовірними і вказують на активне засвоєння кальцію з НКХ і його депонування в кістковій тканині лабораторних тварин.

*Таблиця 3*

**Вміст загального кальцію в кістці мишей за умов введення в раціони крейди та НКХ**

Дослідження радіозахисних властивостей НКХ виявило, що за умови згодовування щурам НКХ на фоні одноразового їх опромінювання в дозі 6,8 Гр середня тривалість життя збільшувалася на 9,15 доби. Розвиток гострого запального процесу в сечостатевої системі у щурів контрольної групи спостерігався у 50% випадків і тривав до 20 діб спостереження, тоді як у щурів у дослідній групі скорочувався до 34,7% і продовжувався не більше 14 діб. Сумарна тривалість розвитку запальних реакцій у порожнині рота в контролі склала 27 діб (без перерви 19 діб), у дослідній групі – 11 діб. Всі тварини дослідної групи, що вижили, до кінця терміну спостережень відчували себе задовільно. Аналіз вмісту кальцію в сироватці крові та кістці тварин виявив, що у дослідної групи він був, відповідно, у 1,7 та 1,9 разів вище, ніж у контрольної групи. Таким чином, проведені експериментальні дослідження дозволили виявити виражені радіозахисні властивості НКХ в умовах радіаційного ураження організму.

Дослідження ефективності використання виробів з НКХ в умовах клініки у хворих із патологією кульшового суглоба та коксартрозом довели, що запропоновані вироби позитивно вплива-

ють на остеобластичну активність у кістковій тканині, можуть сприяти активізації кісткоутворення та зменшенню кісткової деструкції. М'ясні січені вироби з НКХ у комплексі з традиційною терапією можна рекомендувати для профілактики розвитку кісткових захворювань.

**У восьмому розділі** «Оцінка економічної ефективності розробок та впровадження результатів досліджень» розглянуто практичну реалізацію результатів роботи, надано оцінку економічної ефективності від впровадження розроблених технологій у виробництво.

Термін окупності капітальних витрат у разі впровадження технології виробництва та відпускної ціни 1 кг НКХ 4,31 грн складе менше 1 року. При цьому за умови виробництва паштетних печінкових мас з використанням НКХ обсягом 100 т протягом року грошовий обіг перевищуватиме 1,6 млн. грн (відпускна ціна 16,03 грн за 1 кг), а прибуток підприємства складе 320,53 тис. грн. Доведено економічну ефективність виготовлення м'ясних січених виробів з КМБЖ. Зниження вартості сировини на 1000 кг продукції становить 1407,00 грн, зниження відпускної ціни – 2673,63 грн.

Здійснено заходи з впровадження науково-технічних розробок у виробництво. Розроблено та затверджено 7 пакетів нормативної документації.

Проведено промислову апробацію отриманих результатів. Випущено дослідно-промислові партії розробленої продукції на підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства України.

## ВИСНОВКИ

1. На підставі аналітичного огляду науково-технічної та патентної літератури з проблеми забезпеченості організму людини біоорганічними сполуками кальцію за рахунок продуктів харчування виявлено дефіцит біоорганічного кальцію в раціонах споживачів. Показано, що розробка технологій кальціймісних продуктів харчування функціонального призначення є актуальною, а перспективним джерелом остеокальцію є харчова кістка забійної худоби.

2. З урахуванням особливостей структури та морфології кісток науково обґрунтовано і експериментально підтверджено технологічні параметри ГТО, які дозволяють змінити структуру кістки методом механічного способу в сприятливий для вживання та технологічної взаємодії з іншими харчовими компонентами пастоподібний продукт, що містить остеокальцій харчової кістки у засвоюваній формі. У межах запропонованої наукової концепції вирішено важливу наукову проблему розробки безвідходної ресурсозберігаючої технології переробки харчової кістки забійної худоби у НКХ як джерело біоорганічних сполук кальцію для використання в технологіях широкого спектра продуктів харчування оздоровчого призначення.

3. Встановлено, що найбільш раціональними режимами ГТО харчової кістки є гідромодуль 1:1 та надлишковий тиск  $2 \cdot 10^5$  Па. За таких умов максимальні деструктивні зміни кісткової сировини відбуваються через 6 год. Виявлено закономірності між режимами ГТО кісткової тканини, рівнем накопичення азотистих речовин у середовищі та ступенем деструкції кісткової тканини. Вперше були визначені якісні закономірності змін гістологічної структури кісткової тканини у процесі ГТО за умов надлишкового тиску та побудована кількісна модель динаміки відносного

об'єму відкритих пор залежно від часу за умов ГТО харчової кістки, на основі якої розв'язано задачу дифузії білкових речовин у бульйон. Запропоновано теоретичну модель процесу динаміки напруження зсуву  $\sigma_{zc}$  тканини кістки, яка розпушена під час ГТО. На основі моделі отримано рівняння регресії  $\sigma_{zc} = f(\tau)$ . Одержано комп-лекс даних щодо біологічної та харчової цінності НКХ.

4. Науково обґрунтовано механізм отримання доступного для засвоєння біоорганічного кальцію із колагенових фракцій білків. Комплексна дія високих температур та надлишкового тиску дозволяє виділити з кістки фракції колагену (нейтральну солерозчинну, кислоторозчинну та нерозчинну) та кальцію (вільний або іонізований, білковопов'язаний, мінеральний). Визначено, що у загальній кількості кальцію в НКХ 80...83% становить білковопов'язаний кальцій. Встановлені регресійні залежності накопичення іонів  $Ca^{++}$  від рівня рН та кількості НКХ, що дозволяє розрахувати вміст іонів кальцію в харчових системах, з метою прогнозування змін їх технологічних властивостей.

5. Розроблено технологію КМБЖ як гелеутворюючого збагачуючого продукту на основі НКХ, кісткового жиру та сироватки крові ВРХ. Встановлено, що раціональним співвідношенням рецептурних компонентів у КМБЖ є таке: НКХ – 70%, кістковий жир – 10%, сироватка крові – 20%. Доведено, що найбільш раціональними параметрами режимів отримання емульсії КМБЖ є: інтенсивність емульгування – 83...100  $s^{-1}$ ; тривалість емульгування – (5...6)·60 с.

6. Проведено оптимізацію рецептур паштетних печінкових мас з НКХ. Встановлено раціональний вміст НКХ (10% відносно вмісту печінки), який забезпечує необхідну збалансованість Са:Р у продуктах харчування. Запропоновано математичний підхід до раціоналізації рецептурного складу м'ясних січених виробів з КМБЖ. Встановлено, що для збалансованості мінерального складу м'ясних січених виробів з необхідним гелеутворенням раціональним є вміст 15% КМБЖ відносно м'ясної сировини.

7. Одержано комплекс нових даних щодо впливу НКХ та КМБЖ на фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості м'ясних систем. Встановлено підвищення ВУЗ, покращення структурно-механічних, мікроструктурних, мікробіологічних характеристик, швидкості прогрівання, збільшення виходу готової продукції та покращення ступеня перетравлюваності білків паштетних печінкових мас та м'ясних січених виробів.

8. Встановлено радіозахисні властивості НКХ та засвоєння кальцію НКХ організмом лабораторних тварин. Клінічними дослідженнями доведено, що використання виробів з НКХ у раціонах харчування в комплексі з традиційною терапією може сприяти загоєнню кісткових дефектів та стримувати дистрофічні деструктивні процеси в кістці. Вироби з НКХ можна рекомендувати в комплексі з традиційною терапією для профілактики та лікування кальційзалежних хвороб.

9. Економічними розрахунками показано ефективність розроблених технологій виробництва НКХ, КМБЖ та продуктів харчування з їх використанням. Встановлено, що термін окупності капітальних витрат у разі впровадження технології виробництва НКХ при його відпускній ціні за 1 кг 4,31 грн складе 1 рік. За умови річного виробництва 100 т паштетних печінкових мас з використанням НКХ (річний грошовий обіг 1,6 млн. грн, відпускна ціна 16,03 грн за 1 кг) прибуток підприємства складе 320,53 тис. грн. При виробництві м'ясних січених напівфабрикатів з КМБЖ

зниження вартості сировинного набору на 1000 кг продукції становить 1407,00 грн, зниження відпускної ціни – 2673,63 грн.

10. Розроблено та затверджено 7 пакетів нормативної документації на нову продукцію. Запропоновано низку «пілотних» проектів з розробки технологій січених рибних та борошняних кулінарних виробів з НКХ. Результати досліджень апробовано й впроваджено на підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства України.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Головки Н. П. Технология нетрадиционного пастообразного полуфабриката из пищевой кости и его использование в производстве кулинарных изделий / Н. П. Головки // Нові технології та удосконалення процесів харчових виробництв : зб. наук. пр. / Харк. держ. акад. техн. та орг. харч. – Харків, 1999. – С. 117–119.

2. Головки Н. П. Перспективы использования костного сырья в производстве продуктов питания / Н. П. Головки // Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв : зб. наук. пр. Ч. 1. / Харк. держ. акад. техн. та орг. харч. – Харків, 2000. – С. 188–194.

3. Нове в технології виробництва паштетів / М. П. Головки, С. В. Журавльов, Ф. В. Перцевий, Д. Є. Подворчан, П. І. Плюснін, Ю. М. Коваленко // Вісник Харківського державного політехнічного університету : зб. наук. пр. / Харк. держ. політех. ун-т. – Харків, 2000. – Вип. 82. – С. 62–64.

4. Залежність рівня ферментативного гідролізу харчового кісткового напівфабрикату (ХКН) від ступеня його дисперсності / М. П. Головки, Л. Д. Унгурян, О. В. Москаленко, Д. Є. Подворчан // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. Ч. 1. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2003. – С. 419–424.

5. Использование пищевого костного полуфабриката (ПКП) в технологии макаронных изделий / Н. В. Верешко, Н. П. Головки, А. Н. Чуйко, М. Н. Чуйко // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка : зб. наук. пр. / Харк. держ. техн. ун-т сільськ. госп. ім. П. Василенка. – Харків, 2003. – Вип. 22. – С. 127–132.

6. Дослідження структурно-механічних властивостей м'ясних січених виробів із додаванням напівфабрикату кісткового харчового (НКХ) / О. І. Черевко, М. П. Головки, А. О. Колесник, Т. Л. Колесник // Науковий вісник Полтавського університету споживчої кооперації України : зб. наук. пр. / Полт. ун-т спожив. кооп. Укр. – Полтава, 2004. – № 2/13. – С. 120–122.

7. Моделирование состава минеральных веществ в продуктах питания / А. И. Черевко, Н. П. Головки, В. А. Захаренко, А. А. Колесник // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків, 2004. – Вип. 39. – С. 94–97.

8. Динамика показателей безопасности мясных рубленых изделий, содержащих полуфабрикат костный пищевой / А. И. Черевко, Н. П. Головки, Т. Л. Колесник, А. А. Колесник // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків, 2004. – Вип. 47. – С. 129–132.

9. Моделювання складу мінеральних речовин при виробництві паштетів / М. П. Головка, В. О. Захаренко, Д. Є. Подворчан, Ф. В. Перцевий // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка : зб. наук. пр. / Харк. нац. техн. ун-т сільськ. госп. ім. П. Василенка. – Харків, 2004. – Т. 2, вип. 28. – С. 206–215.
10. Головка М. П. Обґрунтування інноваційних рішень у технологічному процесі виробництва паштетів із субпродуктів / М. П. Головка, Д. Є. Подворчан // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. Ч. 1. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2004. – С. 64–68.
11. Вплив харчового кісткового напівфабриката на технологічні показники термообробки м'ясних січених виробів / М. П. Головка, І. В. Лебединець, А. О. Колесник, Д. Є. Подворчан, Т. Л. Колесник // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2004. – № 2/8. – С. 27–29.
12. Черевко О. І. Вивчення біологічної цінності котлет, що містять напівфабрикат кістковий харчовий / О. І. Черевко, М. П. Головка, А. О. Колесник // Вісник Донецького державного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського : зб. наук. пр. / Дон. держ. ун-т економ. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2005. – № 1/25. – С. 34–38.
13. Головка М. П. Динаміка зміни якісних характеристик кісткового жиру, отриманого при виготовленні напівфабрикату кісткового харчового / М. П. Головка, М. Л. Серік, Д. Є. Подворчан // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2005. – № 2/2(14). – С. 139–141.
14. Головка М. П. Технологія мінерально-білково-жирової композиції та перспективи її використання у технології м'ясних кулінарних виробів / М. П. Головка, М. Л. Серік // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків, 2005. – Вип. 57 : Нові рішення в сучасних технологіях. – С. 127–132.
15. Головка М. П. Обґрунтування використання мінерально-білково-жирової композиції у технології м'ясних січених виробів / М. П. Головка, Т. Л. Колесник, М. Л. Серік // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2005. – Вип. 1. – С. 55–59.
16. Головка Н. П. Перевариваемость *in vitro* белков мясных фаршевых изделий, приготовленных с использованием минерально-белково-жировой композиции / Н. П. Головка, М. Л. Серік // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2005. – № 6/2. – С. 190–193.
17. Черевко О. І. Визначення мікробіологічних показників якості м'ясних січених виробів, виготовлених з використанням мінерально-білково-жирової композиції / О. І. Черевко, М. П. Головка, М. Л. Серік // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2005. – Вип. 2. – С. 10–13.
18. Головка М. П. Обґрунтування технології харчових продуктів на основі харчової кістки забійної худоби / М. П. Головка // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2005. – Вип. 2. – С. 62–67.
19. Головка М. П. Характеристика напівфабрикату кісткового харчового за показниками якості / М. П. Головка // Ветеринарна медицина 85. Сучасний стан та актуальні проблеми забезпе-

чення ветеринарного благополуччя тваринництва : міжвідомчий темат. зб. наук. пр. : в 2 т. / Укр. акад. аграрн. наук. – Харків, 2005. – С. 309–313.

20. Розробка технології і рецептури фаршу яловичого мінералізованого “Кальцевітал” / О. І. Черевко, М. П. Головка, А. О. Колесник, Т. Л. Колесник // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / Дон. держ. ун-т економ. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2005. – Вип. 13, т. 1. – С. 195–202.

21. Головка М. П. Дослідження вологоутримуючих властивостей м'ясних фаршів, виготовлених з використанням композиції мінерально-білково-жирової / М. П. Головка, В. О. Захаренко, М. Л. Серік // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / Дон. держ. ун-т економ. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2006. – Вип. 15. – С. 184–188.

22. Мікроструктура харчової кістки в процесі гідротермічної обробки й м'ясних січених та паштетних систем, збагачених на біоорганічні сполуки кальцію / О. І. Черевко, М. П. Головка, М. Л. Серік, Д. Є. Подворчан // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : зб. наук. пр. / Харк. держ. зоовет. акад. – Харків, 2006. – Вип. 13/38. – Ч. 2 : Ветеринарні науки. – С. 264–272.

23. Вплив рецептурного складу на емульсійні характеристики паштетів з використанням напівфабрикату кісткового харчового / О. І. Черевко, М. П. Головка, Д. Є. Подворчан, Т. М. Головка // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2006. – Вип. 1/3. – С. 93–98.

24. Головка М. П. Дослідження структурно-механічних властивостей м'ясних фаршів, виготовлених з використанням композиції мінерально-білково-жирової / М. П. Головка, М. Л. Серік // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво» : зб. наук. пр. / Сумськ. нац. аграр. ун-т. – Суми, 2006. – Вип. 10/11. – С. 32–36.

25. Застосування математичних методів для розробки рецептур виробів з максимально можливим вмістом кальцію / О. І. Черевко, Ж. А. Крутовий, М. П. Головка, О. Т. Старчаєнко, С. В. Любар // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка : зб. наук. пр. / Харк. нац. техн. ун-т сільськ. госп. ім. П. Василенка. – Харків, 2006. – Вип. 45. – С. 195–200.

26. Аспекти показників якості та безпеки напівфабрикату кісткового харчового та функціональних продуктів харчування з його використанням / О. І. Черевко, М. П. Головка, Л. О. Чуйко, М. Л. Серік, Д. Є. Подворчан, Ю. І. Крутинь // Тваринництво ХХІ сторіччя : новітні технології, досягнення та перспективи : наук.-техн. бюлетень матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., 3-6 жовтня 2006 р. – Харків, 2006. – № 94. – С. 415–426.

27. Черевко О. І. Функціональні харчові продукти / О. І. Черевко, М. П. Головка // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – № 6/322. – С. 18–19.

28. Перевариваемость *in vitro* белков мясных фаршевых изделий, приготовленных с использованием полуфабриката костного пищевого / О. І. Черевко, М. П. Головка, Т. Л. Колесник, А. А. Колесник // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. пр. / Одеськ. нац. акад. харч. техн. – Одеса, 2006. – Т. 1, вип. 29. – С. 88–92.

29. Радиозащитные свойства полуфабриката костного пищевого (ПКП) / А. И. Черевко, Н. П. Головка, Е. М. Мамотюк, Н. Е. Узленкова // Научно-прикладные аспекты технологии продуктов

и организация общественного питания : межвуз. сб. науч. трудов / С.-Петербург. торг.-эконом. ин-т. – СПб., 2006. – С. 99–103.

30. Вплив напівфабрикату кісткового харчового на метаболізм кальцію біологічних об'єктів / О. І. Черевко, М. П. Головка, М. Л. Серік, Т. М. Головка, О. Є. Вирва, Ф. С. Леонтєва // Валеологія : сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., квітень 2007 р. Т. 2. – Харків, 2007. – С. 228–233.

31. Актуальність використання харчової кістки у технології кулінарної продукції / О. І. Черевко, М. П. Головка, М. Л. Серік, Д. Є. Подворчан, Т. М. Головка // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / Дон. нац. ун-т економ. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2007. – Т. 1, вип. 17. – С. 148–154.

32. Дослідження стану вологи м'ясної кулінарної продукції, виготовленої з використанням напівфабрикату кісткового харчового / О. І. Черевко, М. П. Головка, О. І. Торяник, О. Г. Д'яков, М. Л. Серік, Д. Є. Подворчан // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. пр. / Одеськ. нац. акад. харч. техн. – Одеса, 2007. – Т. 2, вип. 31. – С. 120–125.

33. Вплив кісткового напівфабрикату на біохімічні показники крові у хворих з патологією опорно-рухової системи (клініко-експериментальне дослідження) / М. П. Головка, О. Є. Вирва, В. А. Філіпенко, Ф. С. Леонтєва, О. П. Тимошенко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2007. – № 2. – С. 46–51.

34. Черевко О. І. Математичне моделювання процесу гідролізу колагену кісткової тканини в умовах підвищеного тиску та температури / О. І. Черевко, М. П. Головка, В. В. Полевич // Вісник Національного технічного університету «ХП» : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХП». – Харків, 2008. – № 12. – С. 87–89.

35. Головка М. П. Моделювання процесу накопичення іонів кальцію у харчових системах з використанням напівфабрикату кісткового харчового / М. П. Головка, В. В. Полевич // Південно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 1/3(31). – С. 8–10.

36. Черевко О. І. Моделювання процесу динаміки напруження зсуву харчової кістки при гідротермічній обробці / О. І. Черевко, М. П. Головка, В. В. Полевич // Вісник Національного технічного університету «ХП» : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХП». – Харків, 2008. – № 12. – С. 87–89.

37. Пат. 33920А Україна, МПК<sup>7</sup> А23L1/31. Спосіб виробництва паштету з печінки / Головка М. П., Перцевий Ф. В., Леріна І. В., Білецький Б. І., Подворчан Д. Є., Головка А. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 99042428 ; заявл. 28.04.99 ; опубл. 15.02.01, Бюл. № 1. – 2 с.

38. Пат. 33922А Україна, МПК<sup>7</sup> А23L1/31. Спосіб приготування котлет / Головка М. П., Перцевий Ф. В., Леріна І. В., Білецький Б. І., Головка А.М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 99042430; заявл. 28.04.99 ; опубл. 15.02.01, Бюл. № 1. – 2 с.

39. Пат. 33924А Україна, МПК<sup>7</sup> А23К1/10, А22С11/00. Спосіб виробництва харчового кісткового напівфабриката / Головка М. П. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 99042432 ; заявл. 28.04.99 ; опубл. 15.02.01, Бюл. № 1. – 3 с.

40. Пат. 64879А Україна, МПК<sup>7</sup> А23L1/31. Спосіб виробництва варених ковбасних виробів / Черевко О. І., Головка М. П., Перцевий Ф. В., Журавльов С. В., Головка А. М., Коваленко Ю. М., Подворчан Д. Є. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 2002075867 ; заявл. 16.07.02 ; опубл. 15.03.04, Бюл. № 3. – 2 с.

41. Пат. 64880А Україна, МПК<sup>7</sup> А23L1/31. Спосіб виробництва ліверних ковбасних виробів / Черевко О. І., Головка М. П., Журавльов С. В., Головка А. М., Коваленко Ю. М., Подворчан Д. Є. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 2002075868 ; заявл. 16.07.02 ; опубл. 15.03.04, Бюл. № 3. – 2 с.

42. Пат. 65679А Україна, МПК<sup>7</sup> А23L1/31. Спосіб виробництва кров'яних ковбасних виробів / Черевко О. І., Головка М. П., Головка А. М., Коваленко Ю. М., Головка Т. М., Чуйко Л. О., Подворчан Д. Є. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 2002075869 ; заявл. 16.07.02 ; опубл. 15.03.04, Бюл. № 4. – 2 с.

43. Пат. 2770А Україна, МПК<sup>7</sup> А23L1/16. Спосіб виробництва макаронних виробів / Черевко О. І., Верешко Н. В., Головка М. П., Чуйко А. М., Чуйко М. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № 2003109155 ; заявл. 10.10.03 ; опубл. 16.08.04, Бюл. № 8. – 2 с.

44. Пат. 16321А Україна, МПК (2006) А23L1/30, А23L1/313. Спосіб одержання мінерально-білково-жирової композиції / Черевко О. І., Головка М. П., Чуйко Л. О., Серік М. Л., Головка Т. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200510719 ; заявл. 14.11.05 ; опубл. 15.08.06, Бюл. № 8. – 2 с.

45. Пат. 16322А Україна, МПК (2006) А23L1/317. Спосіб виготовлення м'ясних січених виробів / Черевко О. І., Головка М. П., Чуйко Л. О., Серік М. Л., Головка Т. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200510722 ; заявл. 14.11.05 ; опубл. 15.08.06, Бюл. № 8. – 2 с.

46. Пат. 16330А Україна, МПК (2006) А23L1/31. Спосіб виготовлення м'ясних січених виробів / Черевко О. І., Головка М. П., Колесник А. О., Серік М. Л., Головка Т. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200511040 ; заявл. 21.11.05 ; опубл. 15.08.06, Бюл. № 8. – 3 с.

47. Пат. 16372А Україна, МПК<sup>7</sup> А21D13/08. Спосіб виготовлення пісочного напівфабрикату та виробів з нього / Черевко О. І., Головка М. П., Шаповал Н. І., Журавльов С. В., Чорна Н. І., Федак Н. В., Роговий І. С. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200512439 ; заявл. 23.12.05 ; опубл. 15.08.06, Бюл. № 8. – 2 с.

48. Виробництво січених виробів з використанням нетрадиційної сировини / О. І. Черевко, М. П. Головка, С. В. Журавльов, Ю. М. Коваленко // Пріоритетні напрямки впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спе-

ціального призначення : матеріали VII Міжнар. наук.-техн. конф, 23-25 жовтня 2001 р. Ч. 2. – К., 2001. – С. 76–77.

49. Новая технология получения пищевого костного полуфабриката (ПКП) из пищевой кости / Н. П. Головки, С. В. Журавлев, А. Н. Головки, Д. Е. Подворчан // Пятнадцатые Международные Плехановские чтения : тезисы докл. профессорско-препод. состава, 23-25 апреля 2002 г. – М., 2002. – С. 259.

50. Головки М. П. Роль кальцію та інших мінеральних речовин у метаболізмі людського організму та аліментарні джерела їх поповнення / М. П. Головки // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі. : тези доп. міжнар. наук.-метод. конф., 24 жовтня 2002 р. – Харків, 2002. – С. 206–209.

51. Головки Н. П. Пути решения проблемы дефицита пищевого белка / М. П. Головки // Наука і соціальні проблеми суспільства : медицина, фармація, біотехнологія : тези доп. III Міжнар. наук.-практ. конф., 21-23 травня 2003 р. Ч. 2 – Харків, 2003. – С. 249.

52. Головки Н. П. Влияние пищевого костного полуфабриката (ПКП) на некоторые биохимические показатели крови кроликов / Н. П. Головки // Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., 19 листопада 2003 р. – Харків, 2003. – С. 326–328.

53. Вплив харчового кісткового напівфабриката (ХКН) на технологічні показники термобробки м'ясних січених виробів / О. І. Черевко, М. П. Головки, І. В. Лебединець, Д. Є. Подворчан, А. О. Колесник // Проблеми техніки і технології харчових виробництв : матеріали міжвуз. наук.-практ. конф., 8-9 квітня 2004 р. – Полтава, 2004. – С. 244–245.

54. Головки М. П. Біологічна цінність нових кулінарних м'ясних виробів з додаванням продуктів переробки харчової кістки / М. П. Головки, Д. Є. Подворчан, А. О. Колесник // Товарознавство та ринок споживчих товарів у 3-му тисячолітті : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 14-15 жовтня 2004 р. – Донецьк, 2004. – С. 11–12.

55. Головки М. П. Технологія кулінарних м'ясних виробів з використанням мінерально-білково-жирової композиції / М. П. Головки, М. Л. Серік // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : тези I міжгалуз. міжнар. наук.-практ. конф., 8-9 квітня 2005 р. – Донецьк, 2005. – С. 162–163.

56. Головки М. П. Технологія функціональних продуктів харчування із застосуванням мінерально-білково-жирової композиції / М. П. Головки, М. Л. Серік // Актуальні проблеми харчування : технологія та обладнання, організація і економіка : тези доп. Міжнар. наук.-тех. конф., 8-9 вересня 2005 р. – Донецьк, 2005. – С. 15–16.

57. Головки М. П. Технологія збагачення м'ясних січених виробів біоорганічними сполуками кальцію / М. П. Головки, Л. О. Чуйко, М. Л. Серік // Досягнення та перспективи розвитку фармацевтичної галузі України : матеріали VI Національного з'їзду фармацевтів України, 28-30 вересня 2005 р. – Харків, 2005. – С. 392–393.

58. Дослідження рівня радіаційної безпеки напівфабрикату кісткового харчового / О. І. Черевко, М. П. Головки, Л. О. Чуйко, О. Т. Старчаєнко // Харчові технології – 2005 : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 жовтня 2005 р. – Одеса, 2005. – С. 60.

59. Динаміка забрудненості харчової кістки радіонуклідами  $^{90}\text{Sr}$  у Харківській області / О. І. Черевко, М. П. Головка, Л. О. Чуйко, О. Т. Старчаєнко // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості : сьогодення і перспективи : матеріали ІХ-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 17-19 жовтня 2005 р. Ч. 1. – К., 2005. – С. 95.
60. Пути снижения дефицита кальция в питании населения / А. И. Черевко, Н. П. Головка, Л. А. Чуйко, Е. Т. Старчаєнко // Технология продуктов общественного питания : тезисы докл. Междунар. науч. конф., 23-24 декабря 2005 р. – Саратов, 2005. – С. 106–108.
61. Серік М. Л. Дослідження динаміки зміни маси в процесі термообробки м'ясних січених виробів, виготовлених з використанням композиції мінерально-білково-жирової / М. Л. Серік, М. П. Головка, Б. В. Ляшенко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 72 наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 17-18 квітня 2006 р. Ч. 2. – К., 2006. – С. 24.
62. Головка Н. П. Исследования эмульсионных свойств композиции минерально-белково-жировой / Н. П. Головка, М. Л. Серик // Техника и технология пищевых производств : тезисы докл. V Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 26-27 апреля 2006 г. – Могилев, 2006. – С. 133.
63. Радіозахисні властивості напівфабрикату кісткового харчового (НКХ) / О. І. Черевко, М. П. Головка, Є. М. Мамотюк, Н. Є. Узленкова // Наука і соціальні проблеми суспільства : харчування. Екологія, демографія : матеріали ІV Міжнар. наук.-практ. конф., 23-24 травня 2006 р., Ч. 1. – Харків, 2006. – С. 504–506.
64. Актуальність використання харчової кістки у технології кулінарної продукції / О. І. Черевко, М. П. Головка, М. Л. Серік, Д. Є. Подворчан, Т. М. Головка // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : матеріали 2 міжгалуз. міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 квітня 2007 р. – Донецьк, 2007. – С. 13–14.
65. Перспективи створення продуктів харчування радіозахисної дії з підвищеним вмістом біоорганічних мінеральних сполук / М. П. Головка, Л. О. Чуйко, М. Л. Серік, Д. Є. Подворчан, Г. І. Дюкарева, Т. М. Головка // Віддалені наслідки впливу іонізуючого випромінювання : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., 23-25 травня 2007 р. – К., 2007. – С. 265–267.
66. Актуальність створення композиційних систем на основі продуктів переробки харчової кістки / О. І. Черевко, М. П. Головка, М. Л. Серік, Т. М. Головка // Актуальні проблеми харчування : технологія та обладнання, організація і економіка : тези доп. V Міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 вересня 2007 р. – Донецьк, 2007. – С. 41–42.
67. Перспективы создания мясных продуктов питания повышенной биологической ценности / Н. П. Головка, Г. И. Дюкарева, Т. Н. Головка, М. Л. Серик // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., 2-3 октября 2007 г. В 2 ч. Ч. 1. – Минск, 2007. – С. 64–68.
68. Обґрунтування рецептурного складу композиції мінерально-білково-жирової / О. І. Черевко, М. П. Головка, Л. О. Чуйко, М. Л. Серік // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., 17 жовтня 2007 р. – Харків, 2007. – С. 89–90.

## АНОТАЦІЯ

Головко М.П. Наукове обґрунтування та розробка технології продуктів харчування, збагачених на кальцій, з використанням продуктів переробки харчової кістки. – Рукопис.

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

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробці технології продуктів харчування, збагачених на біоорганічні сполуки остеокальцію з використанням продуктів переробки харчової кістки. Запропоновано наукову концепцію та можливі напрями її реалізації. Науково обґрунтовано та розроблено технологію переробки харчової кістки у харчовий продукт – напівфабрикат кістковий харчовий, створення композиційної емульсійної системи на його основі. Вперше визначені закономірності змін гістологічної структури кісткової тканини у процесі гідротермічної обробки за умов надлишкового тиску та побудована кількісна модель залежності динаміки відносного об'єму відкритих пор від часу при гідротермічній обробці харчової кістки, на основі якої розв'язано задачу дифузії білкових речовин у бульйон. Запропоновано теоретичну модель процесу динаміки напруження зсуву тканини кістки, яка розпушена під час гідротермічної обробки.

Вперше комплексно досліджено вплив НКХ та КМБЖ на фізико-хімічні, функціонально-технологічні, структурно-механічні, мікробіологічні характеристики паштетних систем та м'ясних фаршів.

Розроблено наукові основи технології паштетних печінкових мас та м'ясних січених виробів з використанням НКХ та композиції мінерально-білково-жирової. Визначені основні показники якості та безпеки розробленої продукції. Проведено комплекс заходів щодо впровадження розроблених технологій на підприємствах м'ясопереробної промисловості та ресторанного господарства України. Доведено економічну ефективність прийнятих рішень.

На основі комплексу медико-біологічних досліджень доведено засвоюваність біоорганічного остеокальцію організмом лабораторних тварин. Доведені радіозахисні властивості НКХ. На основі клінічних досліджень встановлено, що НКХ у комплексі з традиційною терапією можна рекомендувати для профілактики розвитку кісткових захворювань.

Ключові слова: харчова кістка, напівфабрикат кістковий харчовий, композиція мінерально-білково-жирова, біоорганічні сполуки остеокальцію, паштетні печінкові маси, м'ясні січені вироби.

## АННОТАЦИЯ

Головко Н.П. Научное обоснование и разработка технологии продуктов питания, обогащенных кальцием, с использованием продуктов переработки пищевой кости. – 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, 2008 г.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии продуктов питания, обогащенных биоорганическими соединениями остеокальция с использованием продуктов переработки пищевой кости. Предложена научная концепция и возможные направления ее реализации.

С учетом особенностей структуры и морфологии костной ткани научно обоснованы и экспериментально подтверждены технологические параметры, которые позволяют одновременно изменить структуру кости, что позволяет перевести ее механическим воздействием в благоприятное для употребления и технологического взаимодействия с другими пищевыми компонентами пастообразное состояние и одновременно преобразовать остеокальций пищевой кости в усваиваемую форму. В рамках научной концепции решена важная научная проблема разработки безотходной ресурсосберегающей технологии переработки пищевой кости убойного скота в полуфабрикат костный пищевой (ПКП) как источник биоорганических соединений кальция для использования в технологиях широкого спектра продуктов питания оздоровительного назначения.

Исходя из эффективности проведения гидролиза, использования оборудования и характеристик конечного продукта установлено, что наиболее рациональными режимами гидротермической обработки пищевой кости являются гидромодуль 1:1 и избыточное давление  $2 \cdot 10^5$  Па. При таких условиях максимальные деструктивные изменения костного сырья происходят через 6 часов. Установлены также закономерности между режимами гидротермической обработки пищевой кости, уровнем накопления азотистых веществ в водной среде и степенью деструкции костной ткани. Впервые определены закономерности изменений гистологической структуры костной ткани в процессе гидротермической обработки при избыточном давлении и предложена количественная модель динамики относительного объема открытых пор от времени гидротермической обработки пищевой кости, на основе которой решена задача диффузии белковых веществ в бульон. Предложена теоретическая модель процесса динамики напряжения сдвига ткани кости, разрыхленной путем гидротермической обработки. На основе модели получено уравнение регрессии. Получен комплекс данных относительно биологической и пищевой ценности ПКП.

Научно обоснован и усовершенствован механизм образования доступного для усвоения биоорганического кальция, который связан с коллагеновыми фракциями белков. Показано, что комплексное действие высоких температур и избыточного давления позволяет выделить из кости фракции коллагена (нейтральную солерастворимую, кислоторастворимую и нерастворимую) и кальция (свободный или ионизированный, белоксвязанный, минеральный). Установлено, что относительно общего количества кальция в составе ПКП 80...83% составляет белоксвязанный кальций. Выявлена регрессионная зависимость накопления ионов  $Ca^{++}$  от уровня pH и количества ПКП,

что позволяет рассчитать количество ионов кальция, которые содержатся в пищевых системах, с целью прогнозирования изменений их технологических свойств.

Разработана технология композиции минерально-белково-жировой как гелеобразующего обогащающего продукта на основе ПКП, костного жира и сыворотки крови крупного рогатого скота. Установлено, что рациональным соотношением рецептурных компонентов в составе КМБЖ является следующее: полуфабрикат костный пищевой – 70%, костный жир – 10%, сыворотка крови – 20%. Определены и обоснованы наиболее рациональные режимы получения эмульсии КМБЖ.

Получен комплекс новых данных относительно влияния ПКП и КМБЖ на физико-химические и функционально-технологические свойства мясных систем. Установлено повышение влагоудерживающей способности, улучшение структурно-механических, микроструктурных, теплофизических и микробиологических характеристик, увеличение выхода готовой продукции и улучшение степени перевариваемости белков паштетных печеночных масс и мясных рубленых изделий. Разработан широкий ассортимент продуктов питания и кулинарных изделий массового потребления с оздоровительными свойствами, обогащенных биоорганическими соединениями остеокальция, использование которых в питании потребителей позволит ликвидировать относительный дефицит биоорганических соединений кальция в рационах.

Доказаны радиозащитные свойства ПКП. Установлено, что остеокальций ПКП усваивается организмом лабораторных животных. Клиническими исследованиями доказано, что использование изделий с ПКП в рационах питания в комплексе с традиционной терапией может способствовать заживлению костных дефектов и сдерживать дистрофические деструктивные процессы в кости. Изделия с ПКП можно рекомендовать в комплексе с традиционной терапией для профилактики кальцийзависимых болезней, поскольку они имеют оздоровительное и лечебно-профилактическое действие.

Проведенный экономический расчет доказал эффективность предложенных технологий производства ПКП, КМБЖ и продуктов питания с их использованием. Определено, что использование ПКП в технологии паштетной продукции позволяет снизить себестоимость готовой продукции на 4,5%, а использование КМБЖ в технологии мясных рубленых изделий позволяет снизить отпускную цену готовой продукции на 9,4% относительно изделий, изготовленных по традиционной технологии. Результаты исследований внедрены в предприятиях ресторанного хозяйства и мясоперерабатывающей отрасли Украины.

Ключевые слова: пищевая кость, полуфабрикат костный пищевой, композиция минерально-белково-жировая, биоорганические соединения остеокальция, паштетные печеночные массы, мясные рубленые изделия.

#### ANNOTATION

Golovko M.P. Scientific grounds and rlaboration of food products technology, enriched with calcium using processing products of food bone. – Manuscript.

Dissertation for the Doctor'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.

The thesis is devoted to the scientific grounds and elaboration of technology of food products, enriched with bioorganic compounds of osteocalcium by means of using processing products of food bone products.

Scientific conception and possible ways of its realization has been brought forward. The technology of processing of food bone into food products – half-finished food bone product (HFBP) has been scientific grounded and elaborated\$ compositional emulsion system has been created on its basis. For the first time the conformities of change of histology structure of bone tissue in the process of hydrothermal treatment under the condition of redundant pressure have been defined and qualitative model of dependence of dynamics relatively the volume of open pores from time under hydrothermal treatment of food bone has been built on the basis of these the problem of diffusion of albumen into broth has been solved. The theoretical model of process of dynamics of tension of displacement of bone tissue, being loosened has been proposed.

For the first time the influence of HFBP and MPFC (mineral-protein-fat composition) on physical-chemical, functional-technological, structural-mechanical, microbiological characteristics of liver pate systems and force-meat has been investigated.

Scientific bases of technology of liver pate masses and minced meat products using HFBP and MPFC have been worked out. The main indices of quality and safety of the worked out production have been determined. Complex of measures at the enterprises of meat processing industry and restaurants of Ukraine. The economic effectiveness of the given decisions has been proved.

On the basis of medical-biological investigation, the assimilability of bioorganic osteocalcium by laboratory animals has been proved. HFBP has radioprotective qualities. On the basic of chemical investigations it has been determined that HFBP together with traditional therapeutics can be recommended for the prophylaxis of bone diseases.

Key words: food bone, half-finished food bone product, mineral-protein-fat composition, bioorganic compounds of osteocalcium, liver pate masses, minced meat products.

Автор висловлює подяку за наукові консультації, які були надані у процесі виконання дисертаційної роботи, д.т.н., професору Пивоварову П.П., д.т.н., професору Дейниченку Г.В., д.мед.н., професору Дуденко Н.В., д.т.н., професору Полевичу В.В., д.т.н., професору Перцевому Ф.В., д.х.н., професору Торянику О.І., д.вет.н., професору, академіку УААН Стегнію Б.Т., д.б.н., професору Тимошенко О.П.

Підп. до друку 14.10.2008 р. Формат 60×90/16. Папір офсет. Друк офсет.

Обл.-вид. арк. 1,8. Ум. друк. арк. 2,0.

Тираж 100 прим. Замов. № 312

---

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