

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Памбук Світлана Андріївна

УДК 664.959.2 – 027.33

**РОЗРОБКА МАЛОВІДХОДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ АТЕРІНИ
ЧОРНОМОРСЬКОЇ**

Спеціальність 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних та рибних продуктів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса-2007

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій

Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент

Манолі Тетяна Анатоліївна

Одеська національна академія харчових

технологій, кафедра технології
консервування, доцент кафедри

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор

Грішин Михайло Олександрович

Одеська національна академія харчових
технологій, кафедра технології
молока і сушіння харчових продуктів,
професор кафедри

кандидат технічних наук, доцент

Віннов Олексій Сергійович

Керченський морський технологічний
інститут, кафедра технології та хімії
морепродуктів, завідувач кафедри

Захист відбудеться *30 жовтня 2007 р. о 13⁰⁰* годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112).

Автореферат розісланий *29 вересня 2007 р.*

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради,

д.т.н., профессор

Г.М. Станкевич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Існування проблеми переробки дрібних азото-чорноморських риб другорядного промислового значення пояснюється з одного боку дещо меншими розмірами тіла риб, а з іншого – відсутністю відповідних технологій, які дозволяють отримувати продукти з високими функціональними властивостями. В той же час, дрібні азото-чорноморські риби, зокрема атеріна, складають значну частину виловів України, є недорогою вітчизняною сировиною і джерелом повноцінного тваринного білка. Можливим шляхом вирішення цієї проблеми може служити виробництво білкових продуктів з дрібних риб та розробка рецептур і технологій продуктів на їх основі. Це дозволить виробляти продукти, збагачені рибним білком, регулювати структуру і властивості продуктів, а також направити додаткові маси сировини у переробку. Однак, при виробництві рибних білкових ізолятів на харчові цілі переробляється лише невелика масова частка сировини. Частка відходів становить більше 70 %. При переробці такої дрібної риби як атеріна, відходи в основному представлені сполучною тканиною, яка є колагенвмісною сировиною. Тому є актуальною розробка маловідходної технології переробки атеріни чорноморської – недорогої вітчизняної сировини, яка дозволяє отримувати повноцінний харчовий білок тваринного походження, продукти на його основі та продукти розчинення колагену.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота відповідає плану науково-дослідних робіт кафедри технології консервування ОНАХТ "Розробка технології нових видів харчових продуктів із нетрадиційних видів сировини" і міжвузівської програмі науково-дослідної роботи "Новітні технології і ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості й агропромисловому комплексі", відповідно до закону України № 2623-III від 11.07.2001 року "Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки".

Мета і задачі досліджень. Метою даної роботи є розробка маловідходної технології переробки атеріни чорноморської з отриманням ізолятів білків, харчових виробів на їх основі та продуктів розчинення колагену з рибних відходів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- дослідити масовий склад, хімічні та біохімічні характеристики нового виду сировини, визначити можливі шляхи використання атеріни чорноморської;
- дослідити можливість вилучення білків з подрібнених тканин атеріни різними розчинами і виявити вплив параметрів екстракції на вихід білкових речовин, визначити умови осадження різних фракцій білкових речовин;
- провести оптимізацію процесу екстракції міофібрилярних білків атеріни та, з урахуванням отриманих оптимальних параметрів, розробити технологію отримання рибних білкових ізолятів з атеріни чорноморської;
- на підставі досліджень впливу параметрів сушіння на основні хімічні показники та функціональні властивості рибних білкових ізолятів визначити режими сушіння білків та можливі шляхи їх використання;
- дослідити можливість вилучення колагену з відходів виробництва білкових ізолятів і інших відходів рибопереробної галузі, у тому числі неїстівних, визначити умови набухання колагенвмісної сировини і умови розчинення колагену гідробіонтів, встановити ефективні технологічні режими отримання продуктів розчинення колагену з колагенвмісних відходів рибної галузі;
- розробити маловідходну технологію переробки атеріни чорноморської, яка дозволяє отримувати високоякісні харчові продукти з вітчизняної недорогої сировини, поліпшити використання сировинних ресурсів;
- розробити рибні кулінарні вироби з використанням ізоляту міофібрилярних білків атеріни, ґрунтуючись на функціональних властивостях ізоляту, розробити пакет нормативної документації.

Об'єкти дослідження. Об'єктами досліджень в даній роботі були – атеріна чорноморська, щільний залишок після екстракції фракцій білків, пастоподібний та сухий ізолят міофібрилярного та саркоплазматичного білка, а також шкіра і луска атеріни та коропа,

отриманий продукт розчинення колагену.

Предмет дослідження. Предметом дослідження були технохімічна характеристика сировини, процес екстракції білкових речовин водою та розчином хлориду натрію, процеси набухання колагенвмісної сировини і розчинення колагену гідробіонтів.

Методи дослідження. З метою вивчення якісних характеристик сировини і готової продукції застосовували сучасні загальноприйняті і спеціальні хімічні, біохімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, математичні і аналітичні методи із застосуванням сучасних пристроїв та устаткування.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтована можливість переробки сировини, яка не використовувалась раніше на харчові цілі – атеріни чорноморської з отриманням рибних білкових ізолятів та продуктів розчинення колагену, харчових продуктів з додаванням білків атеріни.

Запропонована технологія отримання саркоплазматичної та міофібрилярної фракцій білків м'язової тканини атеріни послідовним екстрагуванням водою та розчином хлориду натрію. Досліджено вплив режимів сушіння на зміни хіміко-технологічних показників ізоляту. Розроблено технологічні параметри отримання продуктів розчинення колагену з відходів виробництва рибного білкового ізоляту та інших відходів рибної галузі. Вперше запропоновано маловідходну технологію переробки атеріни чорноморської з отриманням продуктів розчинення колагену з відходів. Вивчено кінетику набухання колагенвмісної сировини та знайдено відповідні константи інерції набухання. Наукова новизна виконаної роботи підтверджується видачею патенту на корисну модель № 21453 UA "Спосіб виробництва рибного білкового ізоляту".

Практичне значення отриманих результатів. В результаті проведених досліджень розроблено маловідходну технологію переробки дрібної азово-чорноморської риби – атеріни, яка дозволяє отримувати рибний білковий ізолят з високими функціональними властивостями, а також отримувати продукти розчинення колагену з відходів виробництва білкового ізоляту і інших. Це дає можливість отримати високоякісну продукцію і раціонально використовувати відходи рибної галузі. Розроблено нормативну документацію на виробництво соусу "Майонез" – ТІ і ТУ У 15.2-02071062-005:2007 та кулінарних виробів "Рибний крем" – ТІ і ТУ У 15.8-02071062-006:2007 з додаванням рибного білкового ізоляту, отриманого за розробленою технологією.

Особистий внесок здобувача. Планування, аналіз та узагальнення результатів досліджень проводилися разом з науковим керівником к.т.н., доцентом Манолі Т.А., д.т.н., проф. Безусовим А.Т. Особистий внесок здобувача полягає в постановці і проведенні експериментальних досліджень в лабораторних і промислових умовах, теоретичному аналізі і узагальненні отриманих даних у вигляді формулювання висновків і рекомендацій, в підготовці матеріалів досліджень до публікації, забезпеченні оформлення роботи, в розробці технологічних параметрів промислової апробації розробленої технології. Особистий внесок здобувача підтверджується представленими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися й одержали позитивну оцінку на Міжнародній науково-практичній конференції "Харчові технології - 2005", 12-14 жовтня 2005 р., м. Одеса; 66 та 67 наукових конференціях професорсько-викладацького складу і наукових співробітників ОНАХТ (2006 та 2007 рр.), м. Одеса; II Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції "Україна наукова", 21-23 грудня 2006 р., м. Київ; II Міжнародній науково-практичній конференції "Наукова думка інформаційного віку-2007", 16-31 березня 2007 р., м. Дніпропетровськ; III Міжнародній конференції "Стратегія якості в промисловості і освіті", 1-8 червня 2007 р., м. Варна.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 6 наукових праць, у тому числі 2 статті у фахових виданнях, 1 патент на корисну модель та тези 3 доповідей.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку бібліографічних джерел, що має 205 найменувань (19 сторінок), а також одинадцяти додатків (50 сторінок). Основний зміст роботи викладено на 148 сторінках, містить 33 таблиць (12 сторінок) та 31 рисунків (16 сторінок).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми досліджень, сформульовані мета і задачі досліджень, визначені наукова новизна і практична цінність роботи.

У **першому розділі** на основі аналізу літературного огляду сучасних науково-технічних джерел проведено аналіз основних тенденцій в світовому та вітчизняному рибальстві, дано характеристику сировинної бази рибного господарства України – сучасний стан і перспективи розвитку. Розглянуто основні характеристики дрібних азово-чорноморських риб, перспективні напрямки їх використання. Аналіз літературних джерел дозволив установити перспективність і доцільність переробки атеріни чорноморської в білкові продукти. Також обґрунтовано актуальність переробки колагенвмісної сировини гідробіонтів, зокрема відходів рибопереробних підприємств, у продукти розчинення колагену.

У **другому розділі** наведено основні напрямки дослідницької роботи, послідовність їх вирішення і взаємодію етапів розробки маловідходної технології переробки атеріни чорноморської (рис.1). Зазначено, що експериментальні дослідження проводили на кафедрах технології консервування, технології молока та сушіння харчових продуктів, мікробіології, біохімії та фізіології харчування ОНАХТ, а також лабораторії біохімії Одеського селекційно-генетичного інституту.

Наведено характеристику об'єктів дослідження, методів досліджень як загальнонаукових, так і спеціальних. Також наведено опис експериментальної установки завислого шару для сушіння рибного білкового ізоляту.

У **третьому розділі** досліджено технохімічну характеристику атеріни чорноморської та її зміни в залежності від сезону вилову. Показано залежність відношення частин тіла від розмірів риби, локалізацію хімічних речовин в різних органах риби. Дослідження хімічного складу, а також фракційного складу білків риби дозволили встановити, що атеріна відноситься до білкових риб (вміст білку досягає 17 %), кількість міофібрилярних білків складає біля 40 %, що дозволяє рекомендувати атеріну як сировину для виробництва білкових ізолятів. Вирішальним фактором в технології рибного білкового ізоляту, який впливає на вихід білка в процесі його осадження, є точне визначення ізоелектричної точки білкових фракцій. Результати визначення ізоелектричної точки саркоплазматичних та міофібрилярних білків атеріни наведено на рис. 2. З графіків видно, що мінімальна кількість білка в супернатанті спостерігається при значеннях рН 5,2 для саркоплазматичних білків, і при рН 4,8 для міофібрилярних білків. Ці величини рН було прийнято як значення ізоелектричної точки білків відповідних фракцій для подальших досліджень.

Відомо, що технології білкових продуктів є досить складними, включають безліч операцій. Все це призводить до підвищення вартості продукту і зниження його функціональних властивостей. Враховуючи вищесказане, а також ґрунтуючись на дослідженні літературних джерел, було прийнято рішення використовувати як розчинники: воду – для екстракції саркоплазматичних білків, розчин NaCl – для екстракції міофібрилярних білків.

Найважливішою залежністю при сольовій екстракції білка є залежність розчинності білка від масової частки NaCl в розчині. Графічна залежність кількості міофібрилярних білків атеріни, що перейшли в розчин, від масової частки NaCl в розчині наведена на рис. 3. Мінімальна кількість білка, що перейшов у розчин, спостерігалась при екстракції розчином з масовою часткою NaCl 1 г/100 г. При підвищенні масової частки NaCl кількість білка, що перейшов в розчин, зростала і склала максимум (90,2 %) при масовій частці NaCl в розчині 5 г/100 г.

Було досліджено вплив гідромодуля та тривалості процесу екстракції на розчинність білкових фракцій сировини. Дослідження показали (рис. 4), що при гідромодулі 1:6 спостерігається вихід білка, який не перевищує 80 % для саркоплазматичних білків і 86 % для міофібрилярних. При гідромодулі 1:10 вже після 20 хв екстракції в розчин перейшло 87 % саркоплазматичних і 88 % міофібрилярних білків. Подальше збільшення тривалості екстракції призвело до незначного збільшення виходу білків (до 89 % для саркоплазматичних білків і 89,3 % для міофібрилярних.). Збільшуючи гідромодуль до 1:14, отримали максимальний вихід міофібрилярних білків (90 %) вже після 20 хв екстракції. Подальше збільшення тривалості процесу не призвело до збільшення виходу білка. Для саркоплазматичних білків при гідромодулі 1:14 вихід складав 88 % після 20 хв екстракції і 89,1 % після 30 хв.

Для визначення оптимальних значень параметрів процесу екстракції міофібрилярних білків вивчали вплив гідромодуля, тривалості процесу і масової частки NaCl в розчині на вихід білка. Оптимізацію процесу екстракції міофібрилярних білків проводили відповідно до плану ПФЕ-2³. За результатами експерименту розраховали коефіцієнти для отриманого рівняння регресії (1)

$$y = 92,49 + 4,52x_1 - 1,48x_2 - 4,78x_1^2 - 1,78x_3^2 + 1,83x_1 \cdot x_3 \quad (1)$$

за яким побудували поверхню відгуку (рис. 5).

Проведена оптимізація технологічних параметрів процесу екстракції міофібрилярних білків з подрібнених тканин атеріни дозволила визначити оптимальні значення процесу: масова частка хлориду натрію в розчині – 5,4 г/100 г, тривалість процесу – 24 хв. При цьому вихід білка складає 93,6 %. Таким чином, з урахуванням отриманих оптимальних значень, які визначають параметри процесу екстракції міофібрилярних білків з тканин атеріни, розроблена технологія рибного білкового ізоляту буде виглядати в такий спосіб: охолоджену рибу

сортують за якістю, миють, ріжуть на шматки довжиною 1-2 см, направляють у мийну машину барабанного типу, де відбувається відділення нутрошків. Після цього шматки риби подрібнюють на волчку з діаметром решіток 3 мм і трикратно водою екстрагують саркоплазматичні білки. Суміш центрифугують для відділення розчину саркоплазматичних білків. Білки саркоплазми осаджують із розчину хлороводневою кислотою доводячи значення рН до 5,2. Щільний залишок після екстракції саркоплазматичних білків трикратно обробляють розчином хлориду натрію з масовою часткою NaCl 5,4 г/100 г на протязі 24 хвилин. Міофібрилярний білок осаджують із розчину хлороводневою кислотою до рН 4,8. Після центрифугування ізольований білок одноразово промивають від солі водою при гідромодулі 1:5 і нейтралізують до рН 6,0 додаванням 0,1 н розчину гідроксиду натрію. Отримані за розробленою технологією білкові ізоляти з атеріни чорноморської з метою подальшого зберігання потребують додаткової обробки. Найбільш поширеним видом такої обробки є сушіння.

Досліджено вплив режимів сушіння на функціональні властивості ізоляту міофібрилярних білків, отриманого за розробленою технологією, а також можливість використання сухого ізоляту у виробництві харчових продуктів в якості структуроутворювача. Для вивчення впливу режимів сушіння на функціональні властивості білка, ізолят міофібрилярних білків сушили в нерухомому шарі при температурі 50 °С та у завислому шарі при трьох значеннях температури: 80, 110 і 120 °С. Процес сушіння проводили на лабораторній установці завислого шару з інертним носієм на кафедрі технології молока і сушіння харчових продуктів Одеської національної академії харчових технологій. На рис. 10 наведені криві сушіння рибного білкового ізоляту, отримані при сушінні продукту у завислому шарі. Отримані дані показують, що при сушінні з температурою сушильного агента 80 °С кінцеве значення вологовмісності (8,75 %) досягається після 80 хв (табл. 3). При доведенні температури повітря до 110 і 120 °С, сушіння матеріалу відбувається до вологовмісності 4,25 %, і це значення досягається за 30 і 25 хв відповідно.

Таблиця 1

Хімічний склад ізоляту міофібрилярних білків атеріни

Показник, %	РБІ з атеріни чорноморської				
	До сушіння	У нерухомому шарі	У завислому шарі при температурі, °С		
			50 °С	90	110
Волога	80	10	8	6	6
Білок	19,2	86,4	88,32	90,25	90,25
Жир	0,19	0,86	0,87	0,89	0,89
Зола	0,61	2,74	2,81	2,86	2,86

Для обґрунтування режимів сушіння вивчали також функціональні властивості білкового ізоляту з атеріни до сушіння та їх зміну після сушіння при різних температурах сушильного агента. Результати досліджень наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Функціональні властивості ізоляту міофібрилярних білків атеріни

Функціональні властивості, %	До сушіння	Вид сушіння і температура			
		У нерухомому шарі	У завислому шарі		
			50 °С	80 °С	110 °С
ВУЗ	не визнач.	132	334	437	485
ЖЕЗ	100	51	74	85	89

СЕ	100	50	85	91	97
ЖУЗ	210	124	175	190	193

Для визначення біологічної цінності отриманих ізолятів було проведено дослідження амінокислотного складу фаршу з атеріни, а також ізолятів саркоплазматичної і міофібрилярної фракцій. Було розраховано потенційну біологічну цінність ізолятів; біологічна цінність міофібрилярних білків дорівнює 73,86 %. Дані амінокислотного складу ізоляту саркоплазматичних білків атеріни чорноморської характеризують високу харчову цінність цього продукту. Встановлено, що біологічна цінність ізоляту складає 87,72 %. Проте дослідження показали, що ізолят саркоплазматичних білків володіє низькими функціональними властивостями, що виключає його використання як функціональної добавки в продуктах заданої структури. Однак, збалансований амінокислотний склад, високий вміст незамінних амінокислот в ізоляті саркоплазматичних білків дозволяє використовувати його для збагачення харчових продуктів тваринним білком, або як сировину для виробництва препаратів амінокислот.

У четвертому розділі досліджено можливість отримання з відходів виробництва рибного білкового ізоляту та інших відходів рибної галузі продуктів розчинення колагену (ПРК). В процесі отримання білкового ізоляту з атеріни утворюється біля 50 % відходів від маси риби, що поступила на переробку. Дослідження хімічного складу щільного залишку показали, що вміст вологи в ньому досягає 91,52 %, а практично половину сухої речовини складає азот колагену (45,5 %). Також виявилось, що багатим джерелом колагену є луска риб. Отже, відходи рибної промисловості, зокрема відходи, які утворюються при виробництві білкових ізолятів, можна розглядати як сировину для отримання продуктів розчинення колагену.

Було досліджено різні способи попередньої обробки колагенвмісної сировини гідробіонтів з метою подальшого її диспергування в органічній кислоті для отримання продуктів розчинення колагену з повним або частковим збереженням молекулярної структури білка. На першому етапі роботи було досліджено вплив різних розчинів на ступінь набухання колагенвмісної сировини. При цьому використовували розчини оцтової кислоти, розчини NaOH різної концентрації, розчини NaOH в насичених розчинах Na_2SO_4 та NaCl. Як сировину досліджували луску, шкіру, а також подрібнені тканини риб.

При дослідженні впливу лужної обробки шкіри коропа поміщали в розчини NaOH різної концентрації і витримували протягом п'яти діб. Кожні 24 год зразки фільтрували та зважували. За збільшенням маси робили висновок про ступінь набухання сировини. Отримані дані наведено на рис. 6. Проведені дослідження показали, що максимум набухання спостерігався на третю добу. Потім спостерігалось зниження ступеня набухання, що, імовірно, пов'язано із розпушенням волокнистих структур та розривом міжмолекулярних зв'язків під впливом лугоу і з руйнуванням молекули колагену.

Далі вивчали вплив луго-сольової обробки на колагенвмісну сировину. Дослідження проводили в розчинах NaOH різної концентрації в насичених розчинах солей Na_2SO_4 і NaCl. Дослідження показали (рис. 7) аналогічну з лужною обробкою динаміку процесу набухання. Максимум набухання також спостерігали на третю добу, однак значення ступеня набухання було нижчим у порівнянні з лужною обробкою. У розчинах лугоу в насиченому розчині NaCl значення ступеня набухання були ще нижчими. З літератури відомо, що при низьких значеннях рН колаген має високу водозв'язуючу властивість. Тому на наступному етапі досліджували кислотне набухання колагенвмісної сировини. Для цього спочатку визначали вплив оцтової кислоти різної концентрації на ступінь набухання шкіри коропа.

Дослідження показали, що при обробці шкіри коропа 0,05 н розчином оцтової кислоти ступінь набухання вищий, ніж при використанні 0,5 н розчину. Також було досліджено вплив 0,05 н розчину оцтової кислоти на ступінь набухання різної колагенвмісної сировини (рис. 8). Виявилось, що ефект набухання найбільшою мірою виявляється при обробці шкіри коропа, у набагато меншому ступені – при обробці щільного залишку і ще менше – луски. В технології

консервування використовують поняття константи інерції набухання для математичного опису і оцінки процесу. Для розрахунку кінетичних констант інерції набухання будували графік кривих інерції набухання. На рис. 9 наведено графік кривої набухання щільного залишку в 0,05 н оцтовій кислоті. По цій кривій графічно визначали величину константи інерції набухання, як час проходження кривою одного логарифмічного циклу. Аналогічно визначили константи інерції набухання для шкіри коропа (4,1 діб) і для луски (3,84 діб), для щільного залишку після екстракції міофібрилярних білків – 3,57 діб. Порівнюючи отримані значення констант інерції набухання, можна зробити висновок про порівняльне набухання різної сировини. Так, при обробці 0,05 н розчином оцтової кислоти найшвидше набухає щільний залишок.

Після визначення максимуму набухання колагенвмісної сировини було проведено дослідження розчинності колагену в розчинах оцтової кислоти молярною концентрацією 0,5, 0,25 і 0,05 моль/дм³, а також в розчинах молочної кислоти молярною концентрацією 0,5 і 0,05 моль/дм³. Розчинність колагену гідробіонтів визначали візуально після лужного і лужно-сольового набухання при температурі 0...5 °С (табл. 3). В результаті проведених досліджень запропоновано схему переробки колагенвмісної сировини.

Таблиця 3

Розчинність колагену гідробіонтів при різних видах обробки

Вид попередньої обробки	Оцтова кислота, моль/дм ³			Молочна кислота моль/дм ³	
	0,5	0,25	0,05	0,5	0,05
2-відсотковий розчин NaOH	-	-	-	-	-
5-відсотковий розчин NaOH	-	-	-	-	-
10-відсотковий розчин NaOH	-	-	-	-	-
2-відсотковий розчин NaOH в насиченому розчині Na ₂ SO ₄	±	±	±	±	±
5-відсотковий розчин NaOH в насиченому розчині Na ₂ SO ₄	±	±	±	±	±
10-відсотковий розчин NaOH в насиченому розчині Na ₂ SO ₄	+	±	±	+	±
2-відсотковий розчин NaOH в насиченому розчині NaCl	±	±	±	±	±
5-відсотковий розчин NaOH в насиченому розчині NaCl	±	±	±	±	±
10-відсотковий розчин NaOH в насиченому розчині NaCl	+	±	±	±	±

Примітки: “-” – розчинення не спостерігається;

“±” – часткове повільне розчинення;

“+” – спостерігається повне або практично повне розчинення.

Щільний залишок після отримання рибного білкового ізоляту, або інші рибні відходи (шкіра, луска) піддають лужно-сольовій обробці 10-відсотковим розчином NaOH в насиченому розчині Na₂SO₄ або 10-відсотковим розчином NaOH у насиченому розчині NaCl при гідромодулі 1:3, температурі 0...5 °С протягом 3 діб. Суміш фільтрують для відділення набряклої колагенвмісної сировини. Сировину промивають водою і залишок луку нейтралізують кислотою. Розчинення колагену проводять в 0,5 н оцтовій кислоті при гідромодулі 1:5, температурі 0...5 °С протягом 24...48 годин. Отриманий розчин гомогенізують через капронову тканину і направляють на холодильне зберігання в охолодженому або замороженому вигляді, або висушують методом сублімації і зберігають при кімнатній температурі. В результаті утворюється продукт розчинення колагену – в'язкий, напівпрозорий розчин зі слабким запахом оцтової кислоти, вмістом сухих речовин 2 %, вмістом колагену за оксипроліном – 1,5 %, значення рН розчину – 3,5. Дослідження мікробіологічних показників показали можливість застосування продукту у харчовій промисловості. Дані хімічного аналізу продуктів розчинення колагену з відходів після отримання білкового ізоляту з атеріни чорноморської наведені в табл. 4.

Хімічний склад продуктів розчинення колагену гідробіонтів

Білок, %		Жир, %		Зола, %		Волога, %
на вихідну речовину	на абсолютно суху речовину	на вихідну речовину	на абсолютно суху речовину	на вихідну речовину	на абсолютно суху речовину	
2,04	93,26	0,05	4,14	0,06	2,6	97,85

Формоутворювальні властивості отриманих продуктів розчинення колагену ідентичні описаним в літературі розчинам колагену, зокрема, отриманих в результаті ферментної модифікації. Так, при висушуванні тонкого шару 2-відсоткового розчину колагену утворюються плівки, при сушінні сублимацією – високопористі губки.

Для визначення ступеня дії запропонованої обробки колагенвмісної сировини на ступінь збереження молекулярної структури колагену проводили електрофорез різної сировини гідробіонтів і отриманих продуктів розчинення колагену. Отримані електрофореграми показали, що практично у всіх зразках переважають високомолекулярні речовини.

Таким чином, можна зробити висновок, що запропонована лужно-сольова обробка, з подальшим розчиненням набряклої сировини в розчині органічної кислоти, дозволяє отримувати продукти розчинення колагену зі збереженою тривимірною структурою молекули колагену.

У п'ятому розділі досліджено можливість використання ізолята міофібрилярних білків атеріни як структуроутворювача при виробництві харчової продукції для поліпшення реологічних властивостей, як часткову або повну заміну яєчного білка. Це дозволить розширити асортимент і збільшити вихід продукції, що випускається. На основі досліджень функціональних властивостей рибного білкового ізоляту, наведених вище, установили можливість використання ізоляту як структуроутворювача в декількох видах продуктів. Це емульсійний продукт – соус типу майонез та кулінарний виріб “Рибний крем”. При розробці технології соусу майонез як білковий структуроутворювач нами використовувався рибний білковий ізолят (РБІ) з атеріни, отриманий за розробленою технологією.

Проведені дослідження впливу кількості ізоляту в системі на стійкість емульсії, а також впливу кількості рослинної олії на стійкість емульсії, було підібрано рецептурні композиції, що дозволяють отримати соус, який характеризується високою стабільністю.

Для виготовлення соусу використовували олію рослинну, цукор, сіль кухонну, спеції, рибний білковий ізолят, воду. Сухий рибний ізолят направляють на приготування водної фази. Для цього ізолят заливають водою, додають сіль в кількості, передбаченій рецептурою (співвідношення ізоляту і води від 5:100 до 7:100) і диспергують протягом 2 хв із швидкістю 66,66 с⁻¹. Підготовлену дисперсію направляють на змішування з компонентами. Потім суміш подають у гомогенізатор і емульгують протягом 2...5 хв для отримання однорідної маси. Ще гарячим соус (температура 60...70 °С) розливають в скляні або полімерні банки місткістю не більше 100 см³. Отриманий соус є густою однорідною масою білого кольору, із приємним смаком та запахом, властивими даному виду продукції. Схема технологічного процесу приготування майонезу подана на рис. 11.

У основу технології рибного крему покладено технологію пастеризованого фаршу. Відомо, що здатність сирого фаршу утримувати вологу після теплової обробки знижується. Для збільшення вологоутримуючої здатності пастеризованого фаршу подрібнене сире м'ясо риб перед тепловою обробкою додатково подрібнюють. Окрім цього, додатково вводять ізоляти білка, збільшуючи тим самим вологоутримуючу здатність, покращуючи реологічні властивості, підвищуючи вихід продукції. Схема технологічного процесу приготування рибного крему наведена на рис. 12.

Знешкурене рибне філе спочатку направляють на грубе подрібнення, а потім кутерують. Після цього фарш завантажують у фаршесмішувач і додають при перемішуванні решту компонентів. Рибний ізолят заливають водою, додають сіль в кількості, передбаченій рецептурою і диспергують протягом 1 хв із швидкістю $66,66 \text{ c}^{-1}$. Молоко і вершкове масло злегка підігрівають до розплавлення масла, з'єднують з водною дисперсією, що містить ізолят, і диспергують ще протягом 1 хвилини. Отриману суміш перемішують з рибним фаршем, додають ароматизатор і ретельно перемішують протягом 20 хв, після чого масу збивають на кремозбивальній машині до отримання однорідної пишної маси. Отриманий крем прогрівають до температури $105 \dots 110 \text{ }^\circ\text{C}$ і витримують при цій температурі протягом $10 \dots 15$ хв, а потім охолоджують і фасують у споживчу тару (форми і стаканчики з поліестеру місткістю не більше 100 cm^3). Зберігають крем при температурі $0 \dots 6 \text{ }^\circ\text{C}$ не більше 72 год. Рибний крем є однорідною пишною масою від рожево-бежевого або кремового до світло-сірого кольору, що має приємний, ніжний аромат і присмак креветки. Розроблена маловідходна технологія переробки атеріни чорноморської дозволяє отримати ізолят міофібрилярних білків, який має високі функціональні властивості, ізолят саркоплазматичних білків, котрий відрізняється високим вмістом незамінних амінокислот, а також переробляти щільний залишок після екстракції і інші відходи рибної галузі, зокрема шкіру, луску, в продукти розчинення колагену. Впровадження запропонованої схеми дозволить здійснити принципи маловідходної технології при виробництві різної рибної продукції. Технологічна схема маловідходної технології переробки атеріни чорноморської показана на рис. 13.

ВИСНОВКИ

1. Аналітично та експериментально обґрунтована маловідходна технологія переробки атеріни чорноморської, яка ґрунтується на особливостях хімічного, біохімічного складу сировини, враховує її зміни при технологічній обробці, а також дозволяє отримувати цінний харчовий білок тваринного походження, продук-ти на його основі, а відходи що утворюються переробляти у продукти розчинення колагену, що дозволяє підвищити ефективність використання вилову.

2. Встановлено, що атеріна чорноморська являється маломірною білковою рибою. Вміст білків досягає 17 %; кількість міофібрилярних білків перевищує інші фракції і досягає 40 %. Вміст жиру в рибі весняного лову не перевищує 1,5 %, що характеризує атеріну як тощу рибу; в атеріні осіннього вилову вміст жиру збільшується у 5 разів. Вміст неїстівних і умовно-їстівних відходів, представлених в основному сполучною тканиною, досягає 50 %. Це дозволяє розглядати атеріну як сировину для отримання білкових ізолятів, а також як перспективне джерело колагену гідробіонтів.

3. Забезпечення найбільшого виходу міофібрилярних білків (90,2 %) досягається екстракцією 5-відсотковим розчином NaCl при гідромодулі 1:10, тривалості процесу 20 хв. Визначено значення рН середовища, які відповідають ізоелектричним точкам білків саркоплазматичної і міофібрилярної фракцій і становлять 5,2 і 4,8 одиниць рН відповідно.

4. Визначено оптимальні параметри процесу екстракції дозволяють підвищити вихід до 93,5 % екстракцією розчину з масовою часткою NaCl 5,4 г/100 г, впродовж 24 хв. З урахуванням оптимальних параметрів процесу екстракції розроблено технологію отримання ізолятів саркоплазматичних та міофібрилярних білків атеріни.

5. Вивчено вплив способів та режимів сушіння на хімічні показники і функціональні властивості білкового ізоляту. Встановлено, що сушіння ізолятів у нерухомому шарі при $50 \text{ }^\circ\text{C}$ триває 6 годин та призводить до значної термічної денатурації білків і втрати функціональних властивостей; сушіння у завислому шарі при $120 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 25 хвилин дозволяє отримувати продукт з вмістом вологи 6 % і високими функціональними властивостями.

6. Встановлено, що вміст колагену у різних відходах рибної галузі складає 35...55 % на суху речовину. Доведено, що розчинення колагенвмісної сировини відбувається при обробці 10-відсотковим розчином NaOH у насиченому розчині Na_2SO_4 або 10-відсотковим розчином NaOH у насиченому розчині NaCl з подальшим розчиненням набухлої сировини у розчині

оцтової кислоти молярною концентрацією 0,5 моль/дм³.

7. На підставі проведених експериментів розроблено маловідходну технологію переробки атерини, яка включає отримання ізоляту саркоплазматичних білків, ізоляту міофібрилярних білків, а також отримання продуктів розчинення колагену з рибних відходів.

8. Показано можливість використання рибного ізоляту міофібрилярних білків, отриманого за розробленою технологією, у виробництві харчових продуктів, зокрема соусу “Майонез” та кулінарного виробу “Рибний крем”. Апробація технології виробництва нових видів кулінарних виробів на ТМ “Маріко” показала можливість її застосування у виробничих умовах.

9. Розроблено пакет нормативної документації на кулінарні вироби з додаванням ізоляту білків атерини. Підтверджено економічну доцільність широкого впровадження розробленої технології. Встановлено, що інвестиції у сумі 12921,12 тис. грн, необхідні для організації маловідходної технології переробки атерини, окупаються за 2,3 роки.

Основний зміст дисертації викладено у 6 наукових працях.

1. Маноли Т.А. Исследование процесса фракционирования белков мышечной ткани атерины / Т.А. Маноли, С.А. Памбук // Холодильна техніка і технологія. – Одеса, 2005. – Вип. 4 (96). – С.80-84.

Особистий внесок здобувача: проведення досліджень у напрямку визначення основних параметрів екстракції білкових фракцій з тканин атерини чорноморської, обробка, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку.

2. Маноли Т.А. Технохимическая характеристика атерины черноморской / Т.А. Маноли, С.А. Памбук // Наукові праці ОНАХТ.- Одеса: 2006. Вип. № 28, – С. 119-121.

Особистий внесок здобувача: отримання експериментальних даних та їх узагальнення, підготовка матеріалів до публікації.

3. ПАТ 21453 U Україна, А 23 J 1/20. Спосіб виробництва рибного білкового ізоляту / Т.А. Маноли, С.А. Памбук – № 200610441; Заяв. 02.10.2006. Опубл. 15.03.2007. Бюл. № 3

Особистий внесок здобувача: проведення літературного та патентного пошуку, узагальнення та систематизація одержаних експериментальних даних, оформлення заявки на патент.

4. Маноли Т.А. Технохимическая характеристика атерины черноморской / Т.А. Маноли, С.А. Памбук // Тези доп. міжнарод. наук.-практ. конф. “Харчові технології 2005”, ОНАХТ. – Одеса, 2005. – С.44.

Особистий внесок здобувача: дослідження масового складу та хімічного складу атерини, підготовка тез до друку.

5. Маноли Т.А. Оптимизация процесса экстракции миофибрилярных белков из тканей атерины черноморской / Т.А. Маноли, С.А. Памбук // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції “Україна наукова” – Київ 2006,. – Том 3. - С. 34-35.

Особистий внесок здобувача: визначення оптимальних параметрів процесу екстракції міофібрилярних білків тканин атерини, узагальнення отриманих матеріалів, підготовка матеріалів до друку.

6. Маноли Т.А. Исследование степени набухания коллагенсодержащего сырья из гидробионтов / Т.А. Маноли, С.А. Памбук // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції “Наукова думка інформаційного віку – 2007” – Дніпропетровськ, 2007. – Том 4. – С. 42-44.

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

АНОТАЦІЯ

Памбук С.А. Розробка маловідходної технології переробки атерини чорноморської. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних та рибних продуктів. – Одеська національна академія

харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2007.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню та розробці маловідходної технології переробки сировини, яка не використовувалась раніше на харчові цілі - атерини чорноморської, з отриманням рибного білкового ізоляту, продуктів на його основі та продуктів розчинення колагену. Проведені дослідження хімічного складу атерини та аналіз фракційного складу білків риби показали доцільність отримання з цієї риби білкового ізоляту. На основі дослідження впливу параметрів процесу екстракції встановлено найбільш ефективний метод попередньої обробки та її оптимальні параметри для отримання високого виходу білка. Установлено доцільність використання ізоляту міофібрилярних білків з атерини як структуроутворювача при виробництві соусу "Майонез" та кулінарного виробу "Рибний крем", які пройшли промислову апробацію на ТМ "Маріко" м. Іллічівськ.

На основі досліджень хімічного складу відходів виробництва рибного білкового ізоляту атерини встановлено доцільність їх переробки в продукти розчинення колагену. Запропонована лужно-сольова обробка дозволяє отримувати розчин колагену зі збереженою тривимірною структурою з нехарчових відходів риб.

Ключові слова: атерина, рибний білок, екстракція, маловідходна технологія, колагенвмісна сировина, набухання колагену, продукти розчинення колагену.

АННОТАЦІЯ

Памбук С.А. Разработка малоотходной технологии переработки атерины черноморской. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2007.

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию и разработке малоотходной технологии переработки сырья, ранее не использовавшегося на пищевые цели – атерины черноморской, с получением рыбного белкового изолята, продуктов на его основе, а также продуктов растворения коллагена. Проведенный анализ химического состава тканей атерины весеннего и осеннего лова, а также фракционного состава белков рыбы, показал, что атерина является белковой рыбой и отличается высоким содержанием белков соединительной ткани, представленных в основном коллагеном. Установлено преимущество использования атерины черноморской в качестве сырья для производства рыбных изолятов и препаратов коллагена.

Проведены исследования влияния степени измельчения сырья, кратности экстракций, продолжительности процесса, гидромодуля, массовой доли хлорида натрия в растворе на выход белковых веществ в процессе экстракции. Исследования растворимости белков при различных значениях активной кислотности среды позволили определить значения рН изoeлектрических точек саркоплазматической и миофибрилярной фракций белков атерины. Таким образом, установлен наиболее эффективный метод предварительной обработки и ее оптимальные параметры для получения высокого выхода белков из измельченных тканей атерины, что позволило разработать технологию рыбного белкового изолята, на которую получен патент № 21453.

Проведенные исследования влияния режимов сушки на химический состав и функциональные свойства изолята миофибрилярных белков атерины позволили рекомендовать сушку во взвешенном слое при температуре 120 °С. Установлена целесообразность применения изолята миофибрилярных белков в качестве структурообразователя при производстве соусов "Майонез" и кулінарного изделия "Рибний крем", которые прошли промышленную апробацию на ТМ "Маріко" г. Ильичевск. Изолят саркоплазматических белков обладает низкими функциональными свойствами, однако отличается сбалансированным аминокислотным составом и высокой биологической ценностью, что позволяет рекомендовать его в качестве сырья для производства препаратов аминокислот.

Исследования химического состава отходов, образующихся при получении рыбного белкового изолята показали, что такие отходы являются коллагенсодержащим сырьем. Для получения продуктов растворения коллагена были исследованы различные способы предварительной

обработки коллагенсодержащего сырья гидробионтов с целью последующего диспергирования набухшего сырья в органической кислоте. Изучение процесса набухания коллагенсодержащего сырья при щелочной, щелочно-солевой и кислотной обработках, а также рассчитанные константы инерции набухания позволили провести сравнительную оценку скорости набухания разного вида сырья при конкретной обработке и данного вида сырья при различных видах обработки. Исследования растворимости набухшего коллагенсодержащего сырья гидробионтов в уксусной и молочной кислотах различной молярной концентрации, а также оценка формообразующих и органолептических свойств полученных дисперсий коллагена позволили сделать вывод, что предпочтительней использовать уксусную кислоту молярной концентрацией 0,5 моль/дм³. Проведенный электрофорез полученных продуктов растворения коллагена показал, что растворы представлены в основном высокомолекулярными веществами.

Таким образом, разработана малоотходная технология переработки атерины черноморской, позволяющая получать изолят саркоплазматических белков со сбалансированным аминокислотным составом, изолят миофибриллярных белков, обладающий высокими функциональными свойствами и продукт растворения коллагена.

Ключевые слова: атерина, рыбный белок, экстракция, малоотходная технология, коллагенсодержащее сырье, набухание коллагена, продукты растворения коллагена.

SUMMARY

Pambuk S.A. Development of low-waste technology of processing of atherina mochon pontica. – Manuscript.

The dissertation for a scientific degree of candidate of technical sciences on speciality 05.18.04 – technology of meat, milk and fish products. – Odessa national academy of food technologies of the Ministry of education and science of Ukraine, Odessa, 2007.

Dissertation work is devoted a scientific ground and development of low-waste technology of processing of raw material which was not used before on food aims - atherina mochon pontica with the receipt of fish protein isolate, products on its basis and products of dissolution of collagen. The research of chemical composition of atherina mochon pontica and analysis of fractional composition of fish proteins has shown expedience of receipt from this fish of protein isolate. On the basis of research of influencing of extraction process parameters the most effective method of previous treatment is set and it optimum parameters for the receipt of high yield of protein.

Generalizations experimental material allowed to set expedience of the use of myofibril protein isolate from atherina mochon pontica in the production of sauce “Mayonnaise” and ready-to-serve food “Fish cream”, which passed industrial approbation on “Mariko” Illichivsk.

On the basis of researches of chemical composition of wastes of production of fish protein isolate expedience of their processing in the products of dissolution of collagen is set. Offered alkaline-salt treatment allows to get solution of collagen with the stored structure from unfood wastes of fishes.

Keywords: atherina mochon pontica, fish protein, extraction, low-waste technology, collagen-containing raw material, swelling of collagen, products of dissolution of collagen.

Підписано до друку _____.____.2007 р. Формат 60x90/16
Об'єм 0,9 умов. друк. арк. Замовлення № Тираж 100 екз.

ОНАХТ 65039, м. Одеса – 39, вул. Канатна 112