

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Д'яконова Анджела Костянтинівна**

УДК 664.8.001.5 : 66.022.002.35

**НАУКОВІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЙ  
КОНСЕРВОВАНИХ ПРОДУКТІВ  
З ВИКОРИСТАННЯМ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих і  
охолоджених харчових продуктів

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Одеса – 2008

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України

**Науковий  
консультант**

доктор технічних наук, професор  
**Безусов Анатолій Тимофійович,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра технології консервування,  
завідувач кафедри

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор  
**Павлюк Раїса Юріївна,**  
Харківський державний університет  
харчування та торгівлі,  
кафедра технології консервування,  
завідувач кафедри

доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник  
**Малецька Кіра Дмитрівна,**  
Київський інститут технічної теплофізики  
НАН України, відділ «Тепломасообмін  
в дисперсних системах»,  
провідний науковий співробітник

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Рудавська Ганна Богданівна,**  
Київський національний  
торговельно-економічний університет,  
кафедра товарознавства та  
експертизи продовольчих товарів,  
професор кафедри

Захист відбудеться 4 грудня 2008 р о 10-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 в Одеській національній академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса-39, вул. Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса-39, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий 3 листопада 2008 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
д.т.н., професор

К.Г. Іоргачова

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Консервне виробництво відноситься до найбільш ресурсо- та енергоємних галузей харчової промисловості. До важливих напрямків, які обумовлюють прогрес в розвитку консервної промисловості, відноситься комплексна переробка рослинної сировини і розробка технологій з використанням добавок, застосування яких відкриває нові можливості інтенсифікації технологічних процесів, формування необхідної структури, а також дозволяє регулювати харчову і біологічну цінність консервованої продукції.

В консервній промисловості найбільшим попитом користуються добавки, які виконують технологічні функції структуроутворювачів – загущувачі, драглеутворювачі, емульгатори, стабілізатори. При їх виборі необхідно користуватися такими критеріями, як нешкідливість, певні функціональні властивості, здатність зберігати структуру продукту при високотемпературній обробці і тривалому зберіганні. Основна маса запропонованих добавок не відповідає вимогам консервного виробництва, тому що втрачають свої структуроутворюючі властивості під дією високих температур або є небезпечними для здоров'я споживачів консервованої продукції. Протягом багатьох років з продуктами харчування в організм людини потрапляють харчові добавки різного походження. Деякі з них здатні накопичуватись і чинити спільну токсичну дію на організм людини. Оцінити якість і безпеку таких добавок практично неможливо, тому що виробник наводить тільки функціональні характеристики і не вказує сировинні джерела й методи модифікації. В багатьох країнах світу виникла серйозна проблема, яка пов'язана з безпекою добавок, які використовуються в харчовій промисловості. Розробка технологій отримання і використання структуроутворювачів на основі пектинових речовин, крохмалю, білків, які виконують структуроутворюючу функцію в складі харчового середовища, дозволяє знизити небезпеку надмірного потрапляння з добавками в організм людини небезпечних для здоров'я речовин.

Перспективним, нетрадиційним джерелом одержання харчового білка для України є зерно бобових культур з вмістом протеїну 27...31 % – нут, горох, боби. Білки здатні утворювати з полісахаридами комплексні структури, які виявляють поліфункціональні властивості і змінюють реологічні характеристики середовища харчових продуктів.

В консервній промисловості для отримання драглеподібної продукції в якості структуроутворювачів використовуються пектини, виробництво яких в Україні в теперішній час практично відсутнє. На світовому ринку найбільшим попитом користуються низькометоксильовані пектини, які, на відміну від високометоксильованих, володіють підвищеною реакційною і комплексоутворюючою здатністю як з іонами важких металів, радіонуклідами, пестицидами, так і з іншими компонентами харчового середовища. В залежності від ступеня етерифікації низькометоксильовані пектини при певних умовах взаємодіють з білками, крохмалем та іншими полісахаридами, утворюючи комплексні структури з новими фізико-хімічними властивостями. Для

отримання низькометоксильованих пектинових речовин з певним ступенем етерифікації, доцільно використовувати свіжі яблучні вичавки – відходи переробки яблук на консервних заводах. Отримання харчових рослинних білків із зерна бобових культур і пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок з низьким ступенем етерифікації відкриває перспективу створення на основі природних біополімерів комплексних біологічно цінних добавок, які володіють розширеним спектром функціональних властивостей. Розробка технологій їх одержання і використання як структуроутворювачів в технологічних процесах консервного виробництва дозволяє удосконалити існуючі і розробити нові технології консервованих продуктів з покращеними споживними властивостями.

Проблема, яка пов'язана з розробкою наукових основ технологій консервованих продуктів з використанням структуроутворювачів, як єдиної системи теоретичних досліджень і практичного впровадження отриманих результатів при розробці нових і удосконалених технологій виробництва консервованих продуктів з певною структурою і покращеними споживними властивостями, є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась відповідно до наукових напрямків Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ) “Розробка технологій нових видів харчових продуктів з нетрадиційних видів сировини” і темами робіт науково-дослідної лабораторії ОНАХТ “Розробка наукових основ технологій отримання харчових білків з харчової та нехарчової зернової сировини і їх використання для виробництва біологічно повноцінних харчових продуктів”, № держреєстрації 01.86.0084167 та “Розробка технологій поліфункціональних добавок загального та лікувально-профілактичного призначення”, № держреєстрації 0197U016055, що узгоджуються з координаційним планом “Наукові основи створення енерго- та ресурсозберігаючих технологій, машин і апаратів для харчової промисловості”, затвердженим наказом Міністерства освіти України № 37 від 13.02.97 р. та законом України “Про пріоритетні напрямки розвитку науки та техніки на період до 2006 року” від 11.07.2001 – 111, який передбачає розвиток новітніх та ресурсозберігаючих технологій у аграрному комплексі. Робота виконана відповідно до держбюджетної тематики кафедри технології консервування ОНАХТ.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є теоретичне і експериментальне обґрунтування технологій консервованих продуктів з покращеними споживними властивостями за рахунок використання природних структуроутворювачів і їх композицій.

Відповідно до поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

– визначити на модельних дослідках механізм взаємодії натуральних біополімерів і дати теоретичне обґрунтування ролі комплексоутворення в процесі регулювання їх функціональних властивостей;

- запропонувати математичні моделі процесу комплексоутворення натуральних структуруючих компонентів і технології отримання комплексних добавок з прогнозованими функціональними властивостями;

- дослідити властивості функціональних добавок як емульгаторів, геле- та піноутворювачів, визначити оптимальні технологічні параметри отримання стійких емульсій і піноподібних мас;

- провести аналіз біологічно та функціонально активних структуруючих компонентів рослинної сировини, дослідити вплив різних технологічних факторів на процес їх видалення і формування необхідних функціональних властивостей;

- запропонувати математичні моделі і науково обґрунтувати технології отримання білкових структуруювачів з нетрадиційної рослинної сировини;

- теоретично обґрунтувати і розробити технологію отримання пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок з прогнозованими функціональними властивостями і комплексоутворюючою здатністю;

- вивчити механізм і умови процесу гелеутворення яблучного пектину в присутності окисно-відновних ферментів і розробити технологію одержання драгледоподібних продуктів на основі високометоксильованого яблучного пектину з низьким вмістом цукру;

- удосконалити існуючі і розробити нові технології консервованих продуктів з використанням функціональних структуруювачів;

- розробити нормативну документацію на консервовані продукти з використанням структуруювачів, окремі структуруючі компоненти і функціональні комплексні добавки, виробити дослідні партії і визначити економічну ефективність запропонованих технологій.

Проведений інформаційний пошук дозволив висунути декілька гіпотез, які підлягають подальшому науковому обґрунтуванню:

- виробництво консервованих продуктів харчування з використанням природних структуруювачів дозволить підвищити якість і споживні властивості вироблюваної продукції;

- структуруювачі з прогнозованими функціональними властивостями можна отримати, регулюючи фізико-хімічні властивості й умови комплексоутворення біополімерів;

- вилучення пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок методом регульованого лужного гідролізу дозволить керувати їх фізико-хімічними властивостями, ступенем етерифікації і комплексоутворюючою здатністю;

- яблучний пектин в присутності поліфенольних речовин і окисно-відновних ферментів може утворювати драгледоподібні структури при низькому вмісті цукру.

*Об'єкти досліджень* - пектинові речовини, рослинні білки, комплексні добавки, консервовані продукти.

*Предмет досліджень* - механізм процесів комплексоутворення природних біополімерів, технології консервованих продуктів з використанням функціональних структуруютьовачів, режими стерилізації та зберігання харчових продуктів.

*Методи досліджень* - фізичні, хімічні, біологічні, мікробіологічні, реологічні, планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних.

**Наукова новизна отриманих результатів.** На основі проведених досліджень сформульовані основні наукові положення:

- науково обґрунтована і експериментально підтверджена доцільність розробки технологій виробництва консервованих продуктів з використанням структуруютьовачів;
- теоретично обґрунтована і експериментально підтверджена концепція формування комплексних структуруютьовачів на основі природних компонентів;
- науково обґрунтована і експериментально підтверджена можливість одержання низькометоксильованих пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок при лужному регульованому методі гідролізу;
- теоретично обґрунтовано механізм процесу комплексоутворення в системах натуральних рослинних компонентів, як спосіб отримання структуруютьовачів з певними функціональними властивостями;
- вперше теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено механізм драглеутворення низько- та високометоксильованого яблучного пектину в присутності поліфенолів і окисно-відновних ферментів;
- науково обґрунтовані технологічні параметри процесів утворення стійких емульсійних, піно- та драглеподібних харчових структур в присутності функціональних структуруютьовачів.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень нами розроблено:

- технології отримання функціональних комплексних структуруютьовачів;
- технологію отримання низькометоксильованих пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок;
- технології отримання харчового білка із зерна бобових культур – нуту, гороху, бобів і соєвого шроту;
- технологію отримання драглеподібної продукції на основі яблучного пектину в присутності поліфенолів і окисно-відновних ферментів з низьким вмістом цукру;
- удосконалено відомі і розроблено нові технології консервованих продуктів: рибних консервів в емульсійній заливці - з використанням білок-пектинової комплексної добавки; томатних кетчупів - з використанням пектин-крохмальної комплексної добавки; м'ясних фаршевих

консервів - з використанням нуттового харчового білка; желе, повидла, начинки, фруктових та овочевих напоїв - з використанням пектинового екстракту із свіжих яблучних вичавок;

– нормативна документація і вироблено дослідні партії пектинового екстракту, рослинних білків, консервованих продуктів: томатних кетчупів, желе, повидла, начинки, м'ясних фаршевих та рибних консервів.

**Особистий внесок здобувача** полягає у виборі і обґрунтуванні теми, розробці основної концепції роботи, проведенні аналітичних і експериментальних досліджень в лабораторних і виробничих умовах, розробці нормативної документації на удосконалені та нові види продуктів. В надрукованих роботах автору належить наукове обґрунтування теоретичних положень, розробка математичних моделей, постановка експериментів і науковий аналіз результатів досліджень, складання опису і формул винаходів. В матеріалах, надрукованих у співавторстві і використаних в дисертаційній роботі, всі теоретичні розробки належать дисертанту.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи доповідались на наукових і науково-практичних конференціях різного рівня, а саме: на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОТІХП ім. Ломоносова, ОДАХТ і ОНАХТ (Одеса, 1990-2007); республіканській науково-технічній конференції “Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающую отрасли АПК» (Київ, 1991); всесоюзній конференції “Достижения биотехнологии – агропромышленному комплексу» (Чернівці, 1991); Міжнародній науково-практичній конференції “Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК” (Київ, 1993); науковій конференції “Медико-биологические аспекты разработки продуктов питания» (Київ, 1993); IV Міжнародній конференції з екології “Экология, продукты питания, здоровье» (Одеса, 1995); Міжнародній науково-практичній конференції “Потребительская кооперация в переходной период. Проблемы и перспективы» (Полтава, 1995); Міжнародній науково-технічній конференції “Пища, экология, человек» (Москва, 1995); Міжнародній науково-практичній конференції “Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых» (Одеса, 1997); Міжнародній конференції “Коллоид-2003» (Мінськ, 2003); Міжнародних наукових конференціях «Харчові технології» (Одеса, 2005-2007).

**Публікації.** За результатами дисертації роботи опубліковано 52 наукові роботи, зокрема одна монографія, 21 публікація у фахових виданнях, тези 18 доповідей на наукових конференціях, отримано 3 авторських свідоцтва і 3 деклараційні патенти України.

**Структура та обсяг роботи.** Перша частина дисертаційної роботи складається із вступу, 6 основних розділів, висновків, списку літературних джерел з 433 найменувань (41 стор.). робо-

ту викладено на 346 сторінках, вона містить 89 таблиць (30 стор.), 121 рисунок (90 стор.). Друга частина дисертаційної роботи містить 8 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність вибраної теми, наведена загальна характеристика роботи, сформульовано мету і задачі досліджень, показано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** “Сучасний стан та науково обґрунтовані перспективи удосконалення технологій консервованих продуктів харчування” розглянуті питання, пов'язані з сучасними проблемами харчування, станом і тенденцією розвитку консервної галузі, перспективою удосконалення технологій переробки рослинної сировини та виробництва консервованих продуктів. Значний внесок у вирішення проблем переробки, визначення харчової й біологічної цінності сировини, удосконалення технологічних процесів консервного виробництва зробили О.Т. Марх, Б.Л. Флауменбаум, О.Ф. Фан-Юнг, М.О. Грішин, О.Ф. Загібалов, Ю.Г. Скорикова, А.Т. Безусов, Л.М. Пилипенко, В.Б. Ушева та інші вітчизняні і закордонні вчені. Велике теоретичне і практичне значення мають роботи П.О. Ребіндера, Ю.С. Ліпатова, В.Б. Толстогузова, І.О. Рогова, В.М. Ізмайлової, Л.Г. Віннікової, які присвячені дослідженню фізико-хімічних і реологічних властивостей структуроутворюючих компонентів та їх сумішей на модельних та харчових системах.

На основі проведеного аналізу публікацій за темою дисертації, узагальнення фундаментальних робіт встановлено, що перспективним напрямком розвитку консервної галузі є розробка технологій з використанням структуроутворювачів. Проаналізовано літературні дані, присвячені проблемі створення продуктів дієтичного та лікувально-профілактичного призначення. Визнано доцільним використання в харчових технологіях добавок, які мають біологічну цінність та функціональне призначення. Створення нових технологій повинно базуватися на використанні натуральних компонентів та їх композицій, здатних забезпечити структуру, характерну для традиційних продуктів. Особливу увагу приділено комплексній переробці рослинної сировини, отриманню та використанню білків і пектинів, які мають харчову і біологічну цінність, а також виконують структуроутворюючу функцію. Перспективною сировиною для отримання харчового білка визначено зерно поширених в Україні бобових культур, для отримання пектинових речовин доцільно використовувати свіжі яблучні вичавки і переробляти їх безпосередньо на консервних заводах. Зібраний в літературі досвід стосується використання повноцінних рослинних білків для зниження калорійності у продуктах тваринного походження і для підвищення харчової та біологічної цінності в продуктах з плодоовочевої сировини. Ґрунтуючись на даних огляду літератури, зроблено висновок про необхідність поглиблення та розширення досліджень, пов'язаних з розробкою наукових основ технологій консервованих продуктів з викори-



станням структуроутворювачів, визначенням умов і механізму процесу комплексоутворення натуральних структуроутворюючих інгредієнтів, розробкою технологій одержання комплексних добавок з бажаними функціональними властивостями. Відсутність визначених умов і механізму комплексоутворення не дозволяє створити науково обґрунтовані технології консервованих продуктів, оснований на використанні функціональних структуроутворювачів.

У **другому розділі** “Організація експериментальних досліджень” наведено загальну методику проведення теоретичних та експериментальних досліджень за темою роботи, програму їх реалізації і практичного застосування результатів досліджень у конкретних технологіях (рис. 1). Для оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції, аналізу натуральних структуроутворювачів та їх комплексних структур використані стандартні уніфіковані та оригінальні методики фізичних і фізико-хімічних методів дослідження. Оптимізацію процесів одержання білків, пектинових речовин (ПР), білок-пектинових комплексів (БПК), пектин-крохмальних комплексів (ПКК), стійких емульсійних, геле- та піноподібних структур проводили за допомогою методу планування багатофакторного експерименту з обробкою результатів на ЕОМ. Одержані результати застосовані для побудови математичних моделей, за допомогою яких проведено корегування головних параметрів технологічних процесів.

У **третьому розділі** “Дослідження механізму процесів комплексоутворення білків і полісахаридів, розробка на їх основі технологій одержання натуральних комплексних добавок, регулюючих структуру харчового середовища” визначені умови взаємодії натуральних структуроутворювачів і механізм їх взаємозв'язку, встановлені умови одержання комплексних добавок і регулювання їх функціональних властивостей.

Найбільш поширеними природними інгредієнтами, які виконують структуроутворюючу функцію в продуктах харчування, є білки і полісахариди. Білки, як поліелектроліти, здатні взаємодіяти з присутніми у харчовому середовищі іншими білками та полісахаридами і проявляти змішані функціональні властивості. В зв'язку з цим нами досліджено процеси структуроутворення у системах білок-білок, білок-аніонні полісахариди, білок-крохмаль, пектин-крохмаль.

За рахунок білок-білкового комплексоутворення можна значно підвищити біологічну цінність білків з дефіцитом окремих незамінних амінокислот і регулювати їх фізико-хімічні властивості.

Білок-білкове комплексоутворення в значній мірі визначається вмістом і співвідношенням в білках залишків гідрофільних та гідрофобних амінокислот. Внаслідок комплексоутворення кукурудзяного та соєвого білків у складі білкового комплексу збільшується кількість залишків гідрофобних амінокислот на 5,1 %, гідрофільних – на 1,19 %. Вклад гідрофобної взаємодії в процес комплексо-утворення визначили за різницею вільних енергій розчинності амінокислот вихідного білка та комплексу в слабо полярному розчині (спирті) і воді. За співвідношенням

полярних і неполярних амінокислот, згідно теорії Фішера, визначили припущену форму та об'єм білкової глобули (табл. 1).

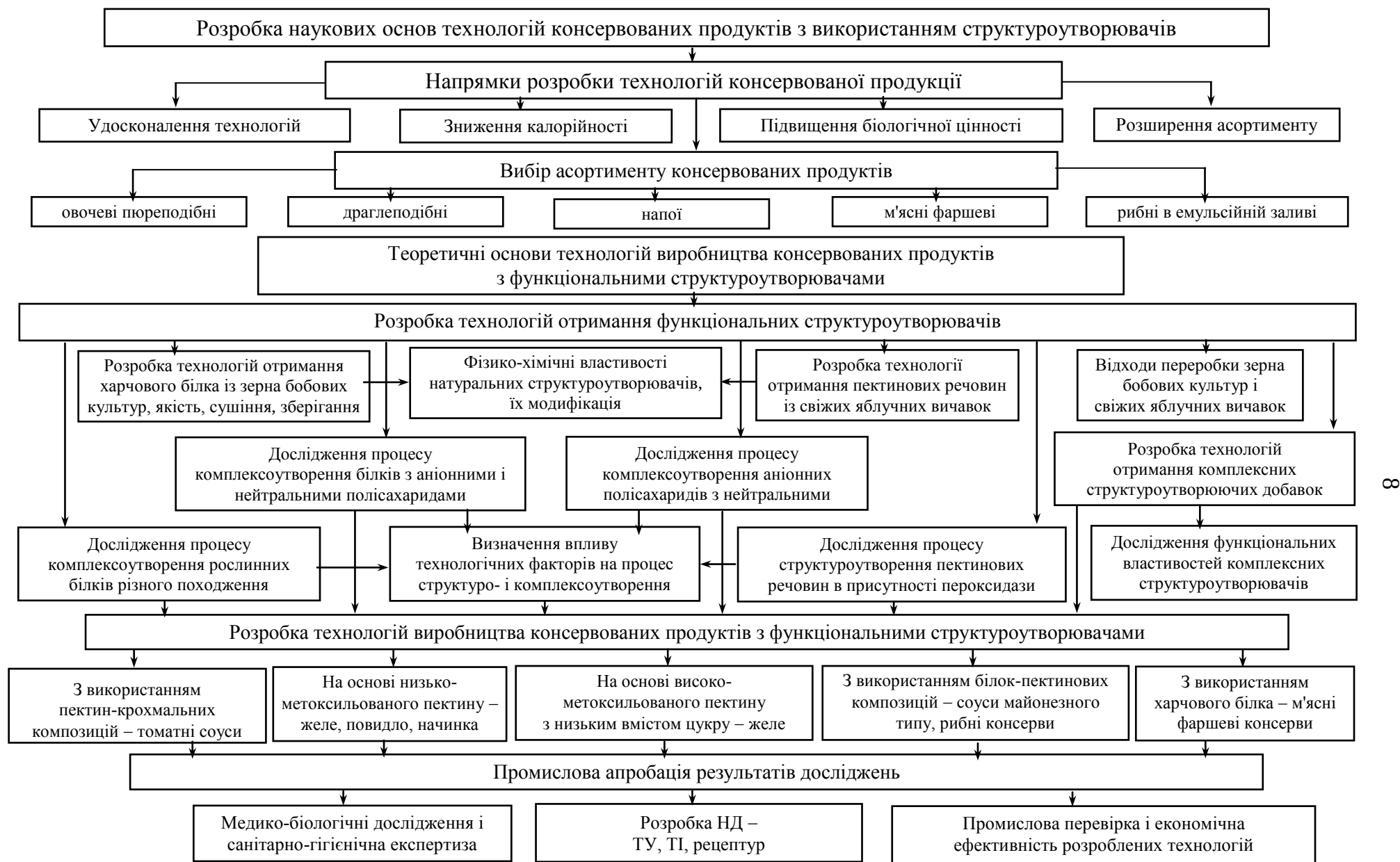


Рис. 1. Етапи вирішення проблеми розробки технологій виробництва консервованих продуктів з використанням структуруютьвачів

Таблиця 1

**Характеристика глобули білкових структур (рН 6,5)**

| Показники                                                           | Вихідний білок<br>(кукурудзяний) | Білок-білковий комплекс<br>(кукурудзяно-соевий) |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Вміст полярних залишків амінокислот, Сп                             | 55,29                            | 54,10                                           |
| Вміст неполярних залишків амінокислот, Снп                          | 41,28                            | 46,37                                           |
| Співвідношення Сп/Снп ( $b_s$ )                                     | 1,34                             | 1,17                                            |
| Радіус глобули, $r_0$ , мкм                                         | $0,162 \cdot 10^{-2}$            | $0,178 \cdot 10^{-2}$                           |
| Радіус ядра глобули, $r$ , мкм                                      | $0,112 \cdot 10^{-2}$            | $0,128 \cdot 10^{-2}$                           |
| Об'єм глобули, $V$ , мкм <sup>3</sup>                               | $0,018 \cdot 10^2$               | $0,024 \cdot 10^2$                              |
| Показник заповнення ядра глобули<br>гідрофільними залишками ( $b$ ) | 1,35                             | 1,25                                            |

Збільшення вмісту гідрофобних амінокислот при комплексоутворенні супроводжується зростанням об'єму і ядра білкової глобули в зв'язку з утворенням гідрофобних зон, водневих та іонних зв'язків. Ядро глобули повністю покрите залишками гідрофільних амінокислот. За рахунок процесу комплексоутворення можна значно покращити біологічну цінність білка, наблизивши амінокислотний профіль композиції до еталона ФАО/ВООЗ норм, що сприяє максимальній доступності ферментній системі і зростанню перетравлення майже на 11 % (табл. 2).

Таблиця 2

**Амінокислотний склад білків**

| Амінокислоти                                            | Хімічний скор незамінних амінокислот, % |                         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
|                                                         | Вихідний білок                          | Білок-білковий комплекс |
| Лізин                                                   | 107                                     | 158                     |
| Треонін                                                 | 101                                     | 104                     |
| Валін                                                   | 84                                      | 92                      |
| Ізолейцин                                               | 90                                      | 107                     |
| Лейцин                                                  | 103                                     | 117                     |
| Фенілаланін + тирозин                                   | 137                                     | 146                     |
| Метіонін + цистеїн (залишки<br>після лужного гідролізу) | 54                                      | 66                      |
| Триптофан                                               | 108                                     | 102                     |

|                  |    |    |
|------------------|----|----|
| Перетравлення, % | 76 | 87 |
|------------------|----|----|

Послідовна обробка білкового комплексу розчинами сечовини, соляної кислоти, додецилсульфату натрію, дія яких направлена на руйнування певних сил взаємодії, дозволила встановити, що в процесі комплексоутворення головну роль відіграють водневі зв'язки – 88,4 %, гідрофобні взаємодії складають 4,1 %, іонні сили – 1,5 %.

Другим напрямком дослідження є визначення умов комплексоутворення білків з аніонними полісахаридами – пектином, альгінатом натрію і нейтральним полісахаридом – частково гідролізованим картопляним крохмалем.

Харчові добавки, які складаються з двох і більше компонентів різної природи, виявляють змішані функціональні властивості, що має велике значення при формуванні та стабілізації емульсійних, геле- та піноподібних структур. Для систем, які вміщують два полімери у загальному розчині, характерним станом є їх термодинамічна несумісність. В залежності від амінокислотного складу, рН та ступеню етерифікації (СЕ) пектину, білки і аніонні полісахариди здатні взаємодіяти, утворюючи розчинні і нерозчинні комплекси.

При СЕ пектину 45 %, еквівалентному співвідношенню білка і пектину по заряду, відповідає рН 3,0. В кислій зоні рН заряд білкових молекул обумовлений наявністю залишків основних груп амінокислот. Процес взаємодії соєвого білка шляхом комплексоутворення з аніонними полісахаридами в зоні рН нижче ізоелектричної точки (ІЕТ) білка, відбувається за рахунок електростатичних, водневих та гідрофобних зв'язків і пов'язаний з структурними змінами білкових молекул, про що свідчить зміщення ІЕТ комплексу в кислу зону рН і підвищення обмінної ємності від 2,5 до 7,8 % за рахунок збільшення доступності основних груп амінокислот. Потенціометричне титрування розчинів білків та білок-полісахаридних комплексних структур розчином соляної кислоти в зоні рН 3...8 показало, що внаслідок комплексоутворення білка з пектином зростає кількість зв'язаних іонів водню, у випадку з соєвим білком – на 0,51 ммоль, нуттовим – на 0,48 ммоль (рис. 2). Визначена масова частка реакційно здатних карбоксильних і амінних груп, а також ступінь іонізації функціональних груп в залежності від рН середовища, зміна яких пов'язана з утворенням комплексу (табл. 3).

Дослідження структури БПК показало, що  $36 \cdot 10^{16}$  молекул пектину при рН 3,0 утримують  $1180 \cdot 10^{16}$  молекул білка. Це свідчить про утворення нерівноважних поліядерних комплексних структур. При зниженні СЕ пектину, зростає насиченість пектину білком і підвищується щільність зв'язку.

Таблиця 3

#### Характеристика функціональних груп білка та білок-пектинового комплексу

| Продукт                   | Масова частка, %   |                                                    |                                 |
|---------------------------|--------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|                           | карбоксильні групи | $\alpha$ -аміногрупи, гістидин, гідроксильні групи | гуанідинні, амінні, імідазольні |
| Білок соєвий              | 1,32 (pK 3,3)      | 0,35 (pK 7,5)                                      | 0,83 (pK 9,5)                   |
| Білок-пектиновий комплекс | 3,24 (pK 6,0)      | 2,24 (pK 8,7)                                      | 3,45 (pK 2,8)                   |

Макроіон пектину є ядром комплексу, до якого приєднуються менші за розміром макроіони білка – ліганди комплексу. При комплексоутворенні білка з пектином відбуваються структурні зміни білка, які супроводжуються зменшенням радіуса ядра, порівняно з білком, на 2,1 %, радіуса глобули – на 1,4 %. Спектри оптичного поглинання розчинів білка і БПК в зоні довжини хвиль  $\lambda$  200-400 нм засвідчили, що внаслідок комплексоутворення білка з аніонним полісахаридом розчинність комплексу значно зростає. Результати дослідження змін граничного струму відновлення на ртутному капаючому електроді протонів водню вільних COOH-груп пектину і БПК методом класичної полярографії засвідчили, що з підвищенням pH до 6,8 граничний струм відновлення протонів водню вільних COOH-груп БПК, порівняно з пектином, зменшується. Зважаючи на те, що білок є електрохімічно неактивним, встановлені зміни свідчать про те, що БПК, який знаходиться у дрібнодисперсному стані, переходить у моноядерні структури.

Білок-крохмальні комплекси утворюються за рахунок гідрофобних та водневих зв'язків. Співвідношення молекул білка і частково гідролізованого крохмалю, ступінь декстринізації (СД) якого 38...39 %, при комплексоутворенні (pH 3) складає: крохмаль –  $6 \cdot 10^{16}$ , білок –  $349 \cdot 10^{16}$ .

Починаючи з pH 4, комплекси утворені в кислій зоні pH розпадаються на фрагменти, радіуси яких менші радіуса частин вихідних компонентів, і порівняно з білком ( $179,1 \cdot 10^{-7}$  см) дорівнюють: у білок-пектинових структур –  $97 \cdot 10^{-7}$  см, у білок-крохмальних комплексів –  $71 \cdot 10^{-7}$  см. Різниця у радіусах фрагментів розпаду білок-полісахаридних структур в залежності від pH пов'язана з природою полімерів, щільністю водневих зв'язків, присутністю гідрофобної та електростатичної взаємодії між компонентами, які в різній мірі впливають на ступінь деструкції білка (рис. 3, 4).

Зроблено математичний опис процесу структуроутворення пектину з білком і виявлено оптимальні технологічні умови одержання модифікованих білків шляхом комплексоутворення їх з полісахаридом. У натуральному вигляді рівняння регресії, яке описує процес одержання БПК в залежності від співвідношення білка (Б), пектину (П) і технологічних параметрів – pH і терміну ( $\tau$ ) має вигляд

$$\text{БПК} = 1772,49 - 70,09\text{Б} - 23,6\text{П} - 278,86\text{pH} + 0,216\tau + 17,56\text{БП} + 21,32\text{БpH} - 51,6\text{ПрН}$$

За хімічним складом БПК вміщує, (%): білка – 84,4, пектину – 4,6, золи – 6,2, вологи – 4,73. Перетравлення складає 73,5 %. Функціональні властивості БПК, порівняно з білком, характеризуються підвищенням розчинності, емульгуючої та піноутворюючої здатності (табл. 4).

Необхідність дослідження процесу взаємодії ПР з крохмалем пов'язана з їх сумісною присутністю в харчових системах і загущуючою дією при виробництві значної кількості харчових продуктів.

Досліджено процес модифікації пектину шляхом комплексоутворення з частково гідролізованим (СД = 38...39 %) крохмалем. Встановлено, що співвідношення низькометоксильованого пектину (НМП) і частково гідролізованого

Таблиця 4

**Функціональні властивості білок-пектинового комплексу**

| Показники                                      | Білок (ізолят) | БПК  |
|------------------------------------------------|----------------|------|
| Розчинність (рН 6,5) % від загального протеїну | 63,1           | 89,4 |
| Водоутримуюча здатність, %                     | 539            | 376  |
| Жироемульгуюча ємкість, см <sup>3</sup> /г     | 385            | 450  |
| Піноутворююча здатність (рН 4,5), %            | 30             | 143  |
| Стійкість піни (рН 4,5), %                     | 68             | 95   |

крохмалю 1 : 5 забезпечує необхідні реологічні властивості отриманих структур, в'язкість яких збільшується під час зберігання. На молекулярному рівні співвідношення молекул НМП і частково гідролізованого крохмалю, які приймають участь в процесі комплексоутворення, при рН 3 складає 1 : 8.

Зроблено математичний опис процесу одержання пектин-крохмального комплексу (ПКК), встановлено оптимальні параметри процесу комплексоутворення, які забезпечують отримання структури з покращеними реологічними властивостями. В натуральному виразі рівняння регресії, яке пов'язує співвідношення НМП (П), частково гідролізованого крохмалю (К) і технологічні параметри процесу комплексоутворення – рН і термін ( $\tau$ ) має вигляд

$$\text{ПКК} = 45,35 - 42,04 \text{ П} + 0,058 \text{ К} + 1,24 \text{ рН} - 0,086 \tau + 1,36 \text{ ПК}.$$

До хімічного складу ПКК входить, (%): пектин – 0,71, крохмаль – 84,9, зола – 6,9, вода – 7,4. Функціональні властивості ПКК, як загущувача, складають: розчинність – 100 %, в'язкість 0,5 % розчину (рН 3) – 45 мм<sup>2</sup>/с, що перевищує в'язкість вихідних компонентів (пектину – в 4,5, крохмалю – в 1,8 рази), водоутримуюча здатність дорівнює – 35 %.

Одержані добавки, порівняно з вихідними компонентами, набувають нових технологічних властивостей. Комплексна добавка БПК, порівняно з білком, відрізняється значно підвищеною здатністю утворювати і стабілізувати емульсії (табл. 5).

Таблиця 5

**Характеристика емульгуючої здатності білка і білок-пектинового комплексу (рН 6,8)**

| Показники | Емульгатори |     |
|-----------|-------------|-----|
|           | Білок       | БПК |



|                                                      |                      |                      |
|------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Межа емульгування, $F$ , $\text{см}^3$               | 19,25                | 22,50                |
| Концентрація насичення, $C$ , %                      | 1,00                 | 1,00                 |
| Точка інверсії, $F_o$ , $\text{см}^3$                | 4,25                 | 5,50                 |
| Емульгуюча ємкість, $\text{см}^3/\text{г}$           | 385                  | 450                  |
| Площа розподілу фаз, $\text{см}^{-1}$                | $24,4 \cdot 10^{-2}$ | $27,6 \cdot 10^{-2}$ |
| Індекс емульгуючої активності, $\text{м}^2/\text{г}$ | 46,49                | 52,64                |

Стабільність емульсії значною мірою залежить від вмісту водної та жирової фаз. Встановлено, що при використанні БПК стабільну емульсію можна отримати при вмісті води не більше 30 % і олії – 40...50 % (рис. 5). Ближче до нейтральної зони рН відбувається збільшення емульгуючої здатності і стійкості емульсій, що погоджується з результатами наших досліджень механізму процесу комплексоутворення і поверхневої активності БПК в залежності від рН середовища (рис. 6).

Незалежно від рН, при температурі від 20 до 40 °С, відбувається зниження в'язкості емульсії. Подальше підвищення температури прискорює утворення і наростання міцності міжфазних шарів, що призводить до зростання в'язкості за рахунок процесу структуроутворення на межі розподілу фаз.

Білок і БПК проявляють властивості, характерні для високомолекулярних поверхнево-активних речовин (рис. 7 і 8).

В зоні рН 4,5...5,2 поверхневий натяг (ПН) розчинів білка і БПК знаходиться на одному рівні, що пов'язано з урівноваженням електростатичних зарядів функціональних груп амінокислот на поверхні білка і БПК внаслідок електростатичних взаємодій і утворення електронейтральних асоціатів. В зоні рН 5,2...7,0 поверхнева активність і в'язкість розчинів білка, особливо БПК, зростає у зв'язку з іонізацією вільних карбоксильних груп білка і більш диспергованого БПК, які здатні вступати з молекулами води у диполь-дипольні взаємодії або утворювати з ними водневі зв'язки, знижуючи ПН і підвищуючи в'язкість розчинів.

Визначено вплив технологічних факторів – рН, температури, іонної сили на процес утворення і стійкості піноподібної маси. Встановлено, що співвідношення гідрофільних і гідрофобних амінокислот у модифікованих рослинних білках шляхом комплексоутворення з аніонним полісахаридом, а також після ферментативної обробки, складає 1,55...1,57, що свідчить про високу поверхневу активність білків. Піноутворююча здатність (ПЗ) і стійкість піни (СП) розчинів білка і БПК змінюється в залежності від рН середовища (рис. 8).

Значне підвищення ПЗ білка спостерігається у межах рН 4...5, БПК – 3...4, що відповідає їх ІЕТ. Процес піноутворення і стабілізації пін залежить не тільки від ПН, а й від заряду білка. У ІЕТ електронейтральні молекули білка адсорбуються на поверхні розподілу фаз. Одночасно відбувається процес пригнічення іонізації карбоксильних груп, що призводить до збільшення агрегативної СП і створення механічно міцного адсорбційного шару з утворених у розчині колоїдних агрегатів, які частково беруть участь у формуванні плівки піни, підвищуючи її міцність. В присутності БПК між адсорбційними шарами утворюється тиксотропна структура, що значно уповільнює процес стікання плівки і підвищує стійкість піни, яка не змінюється у широкому діапазоні рН, що пов'язано із зберіганням тиксотропної структури.

Зроблено математичний опис, встановлено оптимальні параметри процесів емульгування і піноутворення з отриманням стійких емульсій та піноподібних мас на основі БПК (Б), пектину (П), олії (М), води (В) і технологічних параметрів – рН, температури (t). В натуральному виразі рівняння регресії мають вигляд:

для процесу емульгування

$$y = 82,29 + 1,04 \text{ Б} + 9,6 \text{ П} + 1,121 \text{ М} - 0,242 \text{ В}$$

для процесу піноутворення

$$y = 52,7 - 2,24 \text{ Б} + 4,34 \text{ П} + 9,78 \text{ рН} + 0,142 \text{ t} + 2,24 \text{ БП} - 2,16 \text{ ПрН}$$

Отримані дані є науковою основою для розробки рецептур і технологій емульсійних та піноподібних продуктів з використанням натуральних комплексних добавок.

Розчини БПК відзначаються високою електропровідністю в широкому діапазоні рН 3...7, в той час як електропровідність білка, змінюючись в залежності від рН, має високе значення в кислій зоні і мінімальне – в зоні ІЕТ, що свідчить про значну роль потенціал-визначальних іонів.

Зміна фізико-хімічних властивостей білка пов'язана з його структурними змінами внаслідок комплексоутворення (табл. 6).

Таблиця 6

#### Характеристика білкової глобули (рН 6,7)

| Показники                       | Білок, мкм | Білок-пектин, мкм | Білок-білок, мкм |
|---------------------------------|------------|-------------------|------------------|
| Об'єм глобули білка, $V_z$      | 1,37       | 1,32              | 2,40             |
| Об'єм ядра глобули, $V_y$       | 0,40       | 0,38              | 0,88             |
| Об'єм гідратної оболонки, $V_o$ | 0,97       | 0,94              | 1,60             |

Процес утворення БПК призводить до скорочення білкової глобули, об'єму ядра і гідратної оболонки, що підтверджує отримані нами дані відносно розпаду білок-полісахаридних

структур на фрагменти з меншим радіусом, розчини яких мають вищу поверхневу активність і електропровідність, ніж вихідні компоненти.

Реологічні властивості розчинів ПКК значно вищі, ніж у вихідних компонентів. В'язкість композиції при рН 3 різко зростає, що можна пояснити процесом гелеутворення в кислій зоні рН (рис. 9).

Позитивний ефект від використання комплексної структури ПКК пов'язаний з кінетикою формування взаємопроникнених сітчастих структур в процесі міцелоутворення. При цьому відбувається посилення їх самостійної асоціації за рахунок водневих зв'язків в об'єднаних ділянках піранозних структур, посилюючи загальний ефект підвищення в'язкості.

В процесі зберігання розчинів згущувачів, в'язкість композиції, порівняно з вихідними компонентами, постійно підвищується, що пов'язано з продовженням процесу структуроутворення і ущільнення за рахунок водневих зв'язків (рис. 10).

$\eta$ , мм<sup>2</sup>/с

$\eta \cdot 10^{-3}$ , Па·с

З підвищенням масової частки ПКК від 0,5 до 5 % кінематична в'язкість розчинів зростає від 22 до 76 мм<sup>2</sup>/с. Кип'ятіння розчину ПКК призводить до незначного падіння в'язкості протягом перших 10 хв. Подальша теплова обробка до 70 хв майже не впливає на реологічні властивості розчину.

Розроблено технології виробництва комплексних добавок з новими технологічними властивостями – БПК та ПКК і складено нормативну документацію. На комплексну добавку БПК одержано висновок санітарно-гігієнічної експертизи, держреєстрація № 095/005132.

Результати дослідження, які характеризують фізико-хімічні властивості білка, білок-полісахаридних і полісахаридних комплексних структур в залежності від різних технологічних факторів, покладено в основу розробки та удосконалення технологій виробництва консервованої продукції.

У **четвертому розділі** “Розробка наукових основ технологій одержання рослинних харчових білків як структуроутворюючих агентів харчового середовища” показано, що розробка технологій вилучення білків із зерна бобових культур складається з кількох етапів, до складу яких входить: аналіз сировини; виявлення факторів, які впливають на процес екстракції; визначення харчової та біологічної цінності білків; дослідження функціональних властивостей та комплексуючої здатності білків.

Встановлено, що зерно нуту, гороху, бобів містить значну кількість білка (27,8...31,2 %), амінокислотний склад яких визначається високим вмістом лізину (хімічний скор 110...126 %), а мінеральний склад – кількістю калію, натрію, кальцію, магнію. Крохмаль досліджуваних культур відрізняється за розміром зерна, в'язкістю клейстерів, вмістом амілози, кількість якої у зерні

нуту і кормових бобів складає 79...80 %, гороху – 28,7 %. За кількістю антихарчових речовин виділяються сім'ядолі нуту, в яких накопичується інгібітору трипсину – 6,14 мг/г, інгібітору хімотрипсину – 2,9 мг/г, в той час як у бобів і гороху їх вміст не перевищує, відповідно, 1,35 і 1,2 мг/г. Для знешкодження антихарчових речовин нуту розроблено оптимальний режим ВТО ( $P = (0,2 \pm 0,05)$  МПа протягом 5 хв), який знижує вміст інгібітору трипсину до безпечного рівня – 0,12 мг/г. Загальна кількість токсичних речовин – лектинів накопичується у оболонці і знешкоджується при луценні та тепловій обробці зерна.

Встановлено залежність екстракції білків від технологічних факторів – рН, температури ( $t$ ), тривалості обробки ( $\tau$ ), гідромодуля (ГМ), які є індивідуальними для кожного виду сировини. Підвищенню виходу протеїну сприяє ступінь подрібнення сировини до 0,2...0,25 мм,  $\mu = 0,5$  і присутність відновлювальних агентів, які перешкоджають утворенню дисульфідних зв'язків, у кількості не вище 0,02 %. Зроблено математичний опис процесу екстракції білка із зерна нуту, гороху, бобів і соєвого шроту. Рівняння регресії, які описують процеси екстракції білка у натуральному виразі мають вигляд:

$$\text{з нуту: } y = -13,31 + 0,556 t + 7,32 \text{ рН} + 4,375 \text{ ГМ} + 0,129 \tau - 0,49 \text{ р НГМ};$$

$$\text{з гороху: } y = -59,4 + 3,046 t + 12,62 \text{ рН} + 0,114 \text{ ГМ} - 0,264 t \text{ рН};$$

$$\text{з бобів: } y = 73,9 + 0,3 t + 0,25 \text{ ГМ} + 0,082 \tau;$$

$$\begin{aligned} \text{з соєвого шроту: } y = & -134,95 + 2,542 t + 19,24 \text{ рН} + 4,305 \text{ ГМ} + 0,146 \tau - \\ & - 0,216 t \text{ рН} - 0,41 \text{ р НГМ}. \end{aligned}$$

Встановлено оптимальні параметри, на основі яких розроблені технології і апаратурно-технологічна схема виробництва білкових продуктів.

Білки пасти (вміст протеїну 88,1...92,7 %) за складом незамінних амінокислот, відносною біологічною цінністю (68...80 %), ступенем перетравлення (78...82 %) відносяться до продуктів високої харчової та біологічної цінності, що засвідчено медико-гігієнічними дослідженнями. На білки бобові харчові розроблено та затверджено ТУ і ТП.

Визначення функціональних властивостей білків і раціональних способів їх регулювання є ключовим напрямком вирішення проблеми використання рослинних білків у харчовій промисловості. Функціональні властивості білків залежать від ступеня денатурації, рН, концентрації в розчині. Збільшенню розчинності білків сприяє переведення їх з ізоелектричної у форму протеїнату натрію, підвищення іонної сили розчину ( $\mu = 0,5$ ), вид і вміст аніона, який входить до складу солі і зменшує полярність води (рис. 11). Технологічні процеси отримання і переробки білкових речовин впливають на структуру і, як наслідок, на функціональні властивості білків.

Отримані білки визначаються значною водозв'язуючою здатністю (123...152 %), гороховий і бобовий – доброю розчинністю (74,2...85,6 %) та піноутворенням (92...97,6 %), нуттовий і соєвий – жирозв'язуючою властивістю (61,4...69,7 %). З підвищенням кількості білка, рН (до нейтрального), температури та тривалості термообробки ефективна в'язкість розчину зростає, що пов'язано з

структурними перетвореннями білка (рис. 12, 13). Під впливом теплової обробки рослинні білки у диспергованій формі, з масовою часткою 10 %, утворюють прогель, який характеризується підвищеною в'язкістю і при охолодженні перетворюється в гель



Під впливом теплової обробки, починаючи з 70° С, починають утворюватись гідрофобні зв'язки, що ініціює утворення тривимірної білкової сітки, яка в процесі охолодження стабілізується за рахунок утворення водневих та іонних зв'язків. Встановлено, що процес термотропного гелеутворення починається при концентрації білка у розчині 8,0 %. Зростання його вмісту – зменшує вплив швидкості зсуву на в'язкість суспензії. При розпилювальному сушінні білки зберігають харчову та біологічну цінність.

Покращити розчинність рослинних білків можливо за рахунок їх модифікації шляхом хімічної, ферментативної обробки, а також комплексоутворення з іншими білками або полісахаридами. Хімічній модифікації доступні лише поверхневі групи білка, кількість яких постійно змінюється в залежності від рН і температури.

Ацетилювання білків, найбільш поширений вид хімічної обробки, підвищує їх розчинність в середньому на 21 %, але зменшує біологічну цінність за рахунок блокування аміних груп лізину. При ферментативній обробці білків важко забезпечити певну глибину протеолізу. Це пов'язано з амінокислотним складом білка і ступенем доступності ферментам певних зв'язків. Дослідження кінетики процесу гідролізу білка свідчить, що під дією ферменту трипсину накопичення амінного азоту складає 80 мг, пепсином – 72,8 мг на 1 г білка (рис. 14). Фізико-хімічні методи модифікації білків шляхом комплексоутворення з аніонними полісахаридами призводять до структурних змін молекул білка. Комплексоутворення з пектином і наступна ферментативна обробка збільшує глибину деструкції білка, що свідчить про підвищення доступності ферменту окремих пептидних зв'язків (рис. 15). Процес комплексоутворення білка з пектином забезпечує покращення перетравлення комплексних структур шлунковими ферментами, підвищуючи їх біологічну цінність.

Під дією різних технологічних факторів білки набувають нових фізико-хімічних властивостей, які дозволяють використовувати їх як структуроутворювачі в складі харчових систем.

У п'ятому розділі “Розробка наукових основ технологій отримання природних структуроутворювачів і дослідження процесів драглеутворення пектинових речовин” розглянуто вплив технологічних факторів на процес вилучення ПР із СЯВ методом лужного гідролізу; досліджено процеси драглеутворення ПР в присутності іонів кальцію і ферменту пероксидази. Визначено хімічний склад СЯВ; виявлено фактори, які впливають на процес лужного гідролізу, досліджено функціональні властивості і комплексоутворюючу здатність пектину.

Для отримання ПР із СЯВ з одночасним зниженням СЕ і підвищенням комплексоутворюючої здатності пектину використали метод лужного гідролізу. Геміцелюлози, які перешкоджають вилученню ПР із СЯВ, при лужному гідролізі розчиняються і не впливають на процес екстрагування. СЯВ вміщують 2,4...2,7 % ПР, а також, поряд з іншими компонентами, поліфеноли, з яких найбільш реакційноздатними є катехіни (47,9...49,3 мг) і лейкоантоціанідини (133,2...155,7 мг) на 100 г. Розроблено математичну модель, встановлено оптимальні технологічні параметри процесу керованого лужного гідролізу ПР із СЯВ, який описується рівнянням регресії  $CE = 79,35 - 2,06 \text{ рН} - 0,897 \tau - 0,134 \text{ рН} \tau$ . Від рН і тривалості лужної обробки СЯВ залежить СЕ ПР (рис. 16).

Пектин, отриманий із СЯВ за допомогою регульованого лужного гідролізу, має СЕ = 45...46 %, желюючу властивість – 115 °Т-Б, що характерно для низькометоксильованого пектину, і комплексоутворюючу здатність з важкими металами – 82 %. Розроблено технологію отримання ПР із СЯВ. Характеристика пектинового екстракту (ПЕ) наведена у табл. 7.

Таблиця 7

#### Характеристика пектинового екстракту вилученого з свіжих яблучних вичавок

| Показники        | Пектиновий екстракт |
|------------------|---------------------|
| Сухі речовини, % | 12,71               |

|                                               |        |
|-----------------------------------------------|--------|
| Сухі розчинні речовини, %                     | 8,00   |
| Пектинові речовини, %                         | 1,50   |
| Функціональні групи, %                        |        |
| карбоксильні метоксильовані $-\text{COOCH}_3$ | 7,57   |
| карбоксильні вільні $-\text{COOH}$            | 6,23   |
| Ступінь етерифікації, %                       | 46,00  |
| Молекулярна маса, Да                          | 46000  |
| Драглеутворююча здатність, °Т-Б               | 115    |
| Крохмаль, %                                   | 0,17   |
| Цукри загальні, %                             | 7,05   |
| Зола, %                                       | 0,26   |
| Геміцелюлози, %                               | 2,40   |
| Поліфеноли, мг/100 г                          |        |
| катехіни, мг катехіну (+)                     | 48,50  |
| лейкоантоціанідини, мг ціанідинхлориду        | 152,50 |
| антоціанідини, мг ціанідинхлориду             | 13,20  |
| флавоноли, мг кверцитину                      | 11,10  |
| рН                                            | 4,00   |

Розроблена апаратурно-технологічна схема, яка передбачає переробку щільного залишку після вилучення ПР і одержання наповнювача для начинок.

Драглеутворююча здатність ПР залежить від СЕ і молекулярної маси пектину. Для високометоксильованого пектину (ВМП) характерні кислотно-цукрові драглі, отримання яких можливе лише при високому вмісті цукру (65 %) і рН 3,1...3,6. НМП утворюють драглі в широкому діапазоні рН, навіть без цукру, але в присутності іонів  $\text{Ca}^{+2}$ .

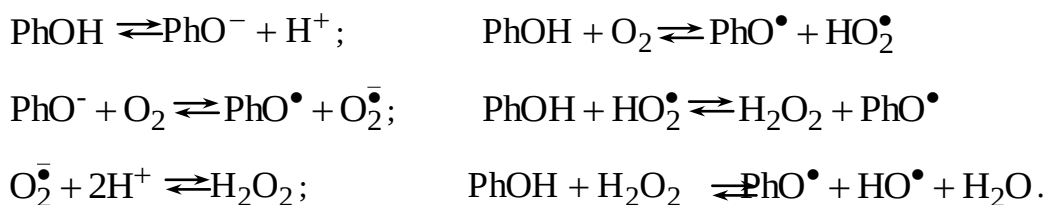
Досліджено драглеутворюючу здатності ПЕ з вмістом пектину 1,13 % (СЕ= 45 %) в присутності іонів кальцію (у вигляді солі  $\text{CaCl}_2$ ) і 45 % цукру. Встановлено, що при збільшенні вмісту іонів  $\text{Ca}^{+2}$  драглеутворююча здатність пектину зростає і досягає максимуму при концентрації 50...60 мг кальцію на 1 г пектину (рис. 17). Іони кальцію забезпечують утворення сітчастих структур за рахунок утворення зв'язків між карбоксильними групами молекул пектину ( $-\text{COO}-\text{Ca}-\text{OOC}-$ ). Чим нижче СЕ пектину, тим менше катіонів кальцію необхідно для процесу драглеутворення в зв'язку з високою сорбційною здатністю НМП.

Нами встановлено можливість драглеутворення ПР в присутності ферменту пероксидази, який дозволяє отримати драглі без цукру на основі як низько-, так і високометоксильованого яблучного пектину.

В яблуках і продуктах їх переробки присутня оксидазна система. До її складу входить оксидаза, яка утворює перекисні сполуки з молекулярним киснем і пероксидаза, яка здатна активізувати окиснення фенолів в присутності перекису водню з утворенням хінонів і води. Перекис водню – це проміжний продукт реакції біологічного окиснення органічних речовин. Відповідно до теорії Баха насичені сполуки  $R$  легко окислюються з утворенням перекисів, які під дією ферменту пероксидази окислюють феноли  $\text{PhOH}$ , а самі відновлюються



Пероксидаза здатна також функціонувати як оксидаза, каталізуючи в аеробних умовах окислення субстрату шляхом активації молекулярного кисню і його подальшої взаємодії з  $\text{PhOH}$ , навіть при відсутності перекису водню



З ростом рН кількість іонізованих фенолів зростає, а швидкість їх окислення на 5...7 порядків перевищує швидкість окислення молекулярних форм фенольних речовин.

Досліджено вплив пероксидази на драглеподібні властивості низько- і високометоксилюваного пектину, а також механізм процесу драглеутворення. Фенольні речовини екстрагуються із яблучних вичавок разом з пектином і повністю не видаляються при його очищенні, про що свідчить їх наявність у стандартному пектині (4,0...12 мг/100 г). Утворення драглеподібних структур на основі яблучного пектину в присутності пероксидази відбувається за рахунок фенольних речовин адсорбованих на поверхні пектину, які в присутності перексиду водню окислюються з утворенням відповідних хінонів. Із збільшенням активності пероксидази в пектин-ферментній суміші при рН 7 і температурі 20 °С підвищується драглеутворююча здатність пектину (рис. 18) і скорочується тривалість садки желе. По відношенню до пектину, вміст пероксидази, який забезпечує необхідний термін сідання желе, складає 0,08 %.

Для визначення механізму процесу драглеутворення пектину в присутності пероксидази проведено модельні досліди на стандартному ВМП з добавками, які впливають на драглеутворюючу здатність. В присутності поліфенолів у пектин-ферментній суміші встановлено накопичення перексиду водню. Із збільшенням масової частки поліфенолів, перексиду водню і тривалості витримування в'язкість пектин-ферментної суміші зростає (рис. 19).

η, Па·с



Кінцевим етапом процесу окиснення є полімеризація фенокисильних радикалів  $\text{PhO}^\bullet$  з утворенням димерів, тримерів, олігомерів. Здатністю до конденсації володіють найбільш відновлені флавоноїдні сполуки – катехіни і лейкоантоціанідіни, кількість яких переважає в складі фенольних сполук яблук. Механізм їх конденсації залежить від рН середовища. В умовах дії пероксидази рН 4,7...7,0 утворюються димерні сполуки поліфенольних речовин, без розриву піранового кільця. Окислювальне сполучення фенокисильних радикалів відбувається до кінця із залученням усіх вільних радикалів в процес полімеризації і структуроутворення, що свідчить про здатність фенольних речовин гасити ланцюгові вільнорадикальні реакції, виконуючи при цьому структуроутворюючу функцію.

Процес драглеутворення в присутності пероксидази відбувається без структурних змін молекул пектину. Збільшення в'язкості розчину пектину пов'язане з окисненням фенольних речовин, яке відбувається через стадії утворення вільних радикалів і хінонів, їх полімеризацією і подальшим утворенням перехресних зшивок з формуванням драглеподібної структури.

Комплексоутворююча здатність з іонами свинцю желе, отриманих в присутності пероксидази, перевищує відповідні властивості желе, вироблені за стандартними технологіями на основі ВМП – на 19 %, НМП з іонами кальцію – на 10,0 %.

**У шостому розділі** “Розробка і удосконалення технологій консервованих продуктів з використанням функціональних структуроутворювачів” розглянуто технологічні процеси, пов'язані з введенням функціонально-технологічних добавок і формуванням структур; удосконалено існуючі та розроблено нові технології консервованих продуктів.

Розроблено технологію і рецептуру м'ясних фаршевих консервів “Ковбасний фарш дієтичний” з використанням нутової білкової пасти (НБП), як структуроутворюючого агента. Визначено, що оптимальним співвідношенням м'ясної сировини і рослинного білка по амінокислотному складу, є 10 % по білку без погіршення органолептичних властивостей продукту. Рослинний білок покращує структуру м'ясного фаршу, підвищує водозв'язуючу здатність з 78,5 до 83,2 %, водоутримуючу – з 68,8 до 73,9 %, поліпшує ступінь використання незамінних амінокислот організмом за рахунок більш збалансованого амінокислотного складу. На консерви “Ковбасний фарш дієтичний” розроблено ТУ і ТП, режим стерилізації, який забезпечує промислову стерильність при виготовленні і зберіганні консервів протягом 12 місяців. Вироблено дослідну партію. Встановлено, що харчова та біологічна цінність м'ясних фаршевих консервів, до складу яких входить НБП як структуроутворювач, після 12 місяців зберігання знаходиться на рівні контрольних зразків (табл. 8). Сумарний економічний ефект від виробництва 1 туб консервів з структуроутворювачем у вигляді НБП складає 747,9 грн.

Розроблено технологію виробництва консервів із гідробіонтів у томатному соусі емульсійного типу з використанням майонезу “Скумбрія атлантична «Особ-лива»”. В якості емульгаторів використовують яєчний порошок і знежирене моло-

Таблиця 8

**Якість м'ясних фаршевих консервів після 12 місяців зберігання**

| Показники                         | Масова частка, %                                                                                             |                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                                   | Контрольний зразок                                                                                           | Дослідний зразок             |
| Зовнішній вигляд фаршу на розрізі | Фарш рожевого кольору без сірих плям, без порожнин і вільного бульйону, вміщує шматочки шпику білого кольору |                              |
| Запах і смак                      | Приємний, з ароматом спецій, без сторонніх запаху і присмаку                                                 |                              |
| Консистенція                      | Однорідна, щільна, не крихка, з відокремившимся жиром                                                        | Однорідна, щільна, не крихка |
| Протеїн                           | 16,50                                                                                                        | 16,90                        |
| Ліпіди                            | 17,80                                                                                                        | 17,60                        |
| Зола                              | 0,81                                                                                                         | 0,96                         |
| Вуглеводи                         | 3,10                                                                                                         | 3,50                         |
| Хлориди                           | 1,30                                                                                                         | 1,30                         |
| Вода                              | 68,20                                                                                                        | 71,50                        |
| Перетравлення                     | 88,50                                                                                                        | 88,10                        |
| Водозв'язуюча здатність           | 78,50                                                                                                        | 83,20                        |
| Водоутримуюча здатність           | 68,80                                                                                                        | 73,90                        |

ко, які не забезпечують стійкість утвореної емульсії при стерилізації рибних консервів. В зв'язку з цим розроблено технологію і рецептуру соусу майонезного типу “Дієтичний”, в рецептурі якого замість молока і яєчного порошку використано розроблену нами добавку БПК з підвищеними емульгуючими і стабілізуючими властивостями за рахунок утворення на межі розподілу фаз колоїдно-адсорбційного шару гелеподібної структури, що дало змогу підвищити термостабільність, знизити калорійність, підвищити термін зберігання соусу до 60 діб. Дослідні зразки майонезного соусу, які зберігались протягом двох місяців при температурі 4...5 °С, за органолептичними, реологічними, мікробіологічними показниками відповідали вимогам стандарту. Термостабільність майонезних соусів оцінювали за зміною діаметра крапель диспергованого

жиру до та після теплової обробки при температурі 80 і 120 °С протягом 60 хв за допомогою камери Горяєва. Встановлено, що емульсія зберігає стабільність і не розшаровується при зазначених режимах теплової обробки (табл. 9). На соус “Дієтичний” розроблено рецептуру, ТУ і ТІ, вироблено дослідну партію, яку використали для виробництва консервів “Скумбрія атлантична “Особлива”.

При виробництві рибних консервів “Скумбрія атлантична “Особлива” за основу взяли томатний соус № 13, до складу якого входить майонез “Провансаль” (контроль), в дослідних зразках - термостабільний майонезний соус “Дієтичний”.

Після стерилізації консервів розшарування томатної заливки з використанням майонезного соусу “Дієтичний” не спостерігалось. Розроблений нами режим стерилізації рибних консервів з томатною заливкою на основі майонезного соусу “Дієтичний” забезпечує промислову стерильність і якість консервів при виробництві і зберіганні.

Таблиця 9

**Вплив теплової обробки на дисперсність жирової фази майонезних соусів**

| Діаметр жирових кульок, мкм | Масова частка жирових кульок, % |           |                                    |           |                                     |           |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
|                             | Без теплової обробки            |           | Після витримування при 80 °С 60 хв |           | Після витримування при 120 °С 60 хв |           |
|                             | Провансаль (контроль)           | Дієтичний | Провансаль (контроль)              | Дієтичний | Провансаль (контроль)               | Дієтичний |
| до 2                        | 68,5                            | 93,2      | 49,5                               | 92,1      | 24,8                                | 85,9      |
| 2 – 4                       | 28,7                            | 5,0       | 6,7                                | 5,7       | 12,3                                | 8,6       |
| 4 – 6                       | 1,6                             | 1,0       | 17,3                               | 1,1       | 17,5                                | 2,4       |
| 6 – 8                       | 0,7                             | 0,7       | 10,9                               | 1,0       | 19,0                                | 1,8       |
| 8 – 10                      | 0,5                             | 0,1       | 14,5                               | 0,1       | 26,4                                | 1,3       |
| більше 10                   | –                               | –         | 1,6                                | –         | 20,0                                | –         |

Дослідні зразки рибних консервів відповідали вимогам стандарту після 12 місяців зберігання (табл. 10).

Таблиця 10

**Характеристика якості рибних консервів**

| Показники             | Масова частка, %                                            |                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                       | Контрольний зразок                                          | Дослідний зразок                                              |
| Зовнішній вигляд риби | Шматки риби цілі, нерівномірно покриті емульсійним томатним | Шматки риби цілі, рівномірно покриті емульсійним томатним со- |

|                                    |                                                                                             |                                      |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                    | соусом                                                                                      | усом                                 |
| Смак і запах                       | Приємні, властиві відвареній рибі і майонезу, з ароматом прянощів, без стороннього присмаку |                                      |
| Консистенція                       | Шматки риби щільні, ніжні, сочні, покриті емульсійним соусом                                |                                      |
| Стан соусу                         | Соус не однорідний, розшарувався                                                            | Соус однорідний, густої консистенції |
| Колір соусу                        | Помаранчевий                                                                                |                                      |
| Масова частка сухих речовин        | 48,57                                                                                       | 51,17                                |
| Кислотність (за яблучною кислотою) | 0,47                                                                                        | 0,43                                 |
| Масова частка повареної солі       | 2,57                                                                                        | 2,64                                 |
| pH                                 | 4,30                                                                                        | 4,30                                 |

На консерви “Скумбрія атлантична “Особлива” розроблено ТУ і ТІ, вироблена дослідна партія. Сумарний економічний ефект від виробництва термостабільної томатної заливки на основі майонезу “Дієтичний” на 1 туб консервів “Скумбрія атлантична “Особлива” складає 77,2 грн.

Розроблено технологію і рецептуру томатних кетчупів з використанням добавки ПМК, що дало змогу забезпечити необхідну консистенцію продукту, скоротити тривалість теплової обробки і витрати сировини при виробництві консервів в середньому на 30 %. Томатні кетчупи не втрачають свій товарний вигляд, смак і аромат протягом всього терміну зберігання (табл. 11).

На томатні кетчупи, розфасовані в тару Ш-43-330, розроблено режим стерилізації, який забезпечує їх промислову стерильність, розроблено нормативну документацію, отримано висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи, держреєстрація 01.10.2003 № 095/005063. Економічний ефект від виробництва 1 т

Таблиця 11

### Характеристика якості томатного кетчупу «Хаджибей» при зберіганні

| Показники                        | Масова частка в продукті, %                                                                                                                   |              |              |              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                  | Свіжовиготовлений                                                                                                                             | через 1 міс. | через 3 міс. | через 6 міс. |
| Зовнішній вигляд та консистенція | Однорідна протерта желююча маса з подрібненими часточками прянощів, без наявності насіння, часточок шкірочки та інших грубих часточок томатів |              |              |              |
| Смак і запах                     | Кисло-солодкий з присмаком та запахом прянощів                                                                                                |              |              |              |
| Колір                            | Червоний різних відтінків                                                                                                                     |              |              |              |
| Сухі розчинні речовини           | 36,00                                                                                                                                         | 36,00        | 36,00        | 35,80        |
| Хлориди                          | 2,00                                                                                                                                          | 2,00         | 2,00         | 2,00         |

|                                                 |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Титрована кислотність<br>(за яблучною кислотою) | 1,29 | 1,29 | 1,30 | 1,32 |
| Мінеральні домішки                              | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| pH                                              | 3,8  | 3,8  | 3,8  | 3,8  |

кетчупів із загущувачем ПМК складає 834,4 грн.

Розроблено технології і рецептури драгледоподібних виробів на основі ПР, отриманих при комплексній переробці яблук шляхом лужного гідролізу СЯВ – желе, повидла, начинки, напоїв, а також желе на основі низько- і високометоксильованого яблучного пектину з низьким вмістом цукру в присутності ферменту пероксидази.

Для виготовлення желе використали ПЕ з вмістом НМП 1,1...1,5 % і драгледутворюючою здатністю 115 °Т-Б. Процес драгледутворення відбувався в присутності іонів кальцію і вмістом цукру 40 %, без додання пектину. Щільний залишок, який являє собою натуральні харчові волокна, після відповідної обробки, використали як наповнювач при виготовленні начинки з СЯВ, що дало змогу отримати певну консистенцію і густину, яка забезпечує необхідні реологічні властивості і стійкість начинки при тепловій обробці виробів з її використанням.

Повидло виготовляли із СЯВ, після їх лужного гідролізу і протирання. Масу уварювали до 66 % сухих розчинних речовин. Готовий продукт за смаком, кольором і консистенцією відповідає вимогам стандарту.

Технологія отримання желе на основі низько- та високометоксильованого пектину в присутності пероксидази базується на здатності пероксидази окислювати адсорбовані на поверхні молекул пектину фенольні речовини, що, за даними наших досліджень, при певних умовах (рН 7, кількість ферменту на 1 г пектину – 0,0008 %, температура – 20 °С) призводить до перехресного зшивання молекул яблучного пектину через окислені форми фенольних речовин. Після утворення драгледоподібної структури, рН продукту знижували за допомогою розчину лимонної кислоти до 3,5. Особливість технології пов'язана з отриманням желе з низьким вмістом цукру (40 %), незалежно від СЕ пектину.

На всі види драгледоподібної продукції і напої розроблено режими стерилізації, які забезпечують промислову стерильність консервів, ТУ і ТІ. Вироблено дослідні партії. Для визначення оптимального строку зберігання, драгледоподібна продукція була закладена на зберігання. Якість продуктів контролювали через 1, 3, 6, 9 і 12 місяців, відповідно до вимог стандартів на окремі види продуктів (табл. 12).

Таблиця 12

#### **Характеристика якості драгледоподібної продукції в процесі зберігання**

| Найменування показників                                   | Найменування продукту    |                               |                          |                 |                 |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                           | Желе на основі ПЕ із СЯВ |                               |                          | Повидло яблучне | Начинка яблучна |
|                                                           | Яблучне пас-терізоване   | Яблучне з сорбіновою кислотою | «Вишенка» з пероксидазою |                 |                 |
| Через 1 місяць зберігання                                 |                          |                               |                          |                 |                 |
| Масова частка сухих розчинних речовин, %                  | 55,00                    | 55,00                         | 41,00                    | 66,00           | 70,00           |
| Масова частка титрованих кислот (за яблучною кислотою), % | 0,60                     | 0,60                          | 0,69                     | 0,63            | 0,76            |
| Масова частка цукру, %                                    | 50,00                    | 51,10                         | 40,00                    | 60,80           | 63,00           |
| Масова частка ПР, %                                       | 1,10                     | 1,15                          | 0,55                     | 1,14            | 1,18            |
| Масова частка спиртонерозчинних речовин, %                | 2,1                      | 2,1                           | 1,69                     | 4,00            | 4,50            |
| Масова частка золи, %                                     | 0,80                     | 0,81                          | 0,76                     | 1,15            | 1,26            |
| pH                                                        | 3,5                      | 3,5                           | 3,5                      | 3,2             | 3,2             |
| Через 6 місяці зберігання                                 |                          |                               |                          |                 |                 |
| Масова частка сухих розчинних речовин, %                  | 55,00                    | 55,00                         | 41,00                    | 66,00           | 70,00           |
| Масова частка титрованих кислот (за яблучною кислотою), % | 0,60                     | 0,60                          | 0,67                     | 0,63            | 0,76            |
| Масова частка цукру, %                                    | 50,00                    | 51,10                         | 40,00                    | 60,86           | 63,23           |
| Масова частка ПР, %                                       | 1,09                     | 1,13                          | 0,51                     | 1,13            | 1,17            |
| Масова частка спиртонерозчинних речовин, %                | 2,10                     | 2,20                          | 1,71                     | 4,00            | 4,50            |
| Масова частка золи, %                                     | 0,81                     | 0,82                          | 0,76                     | 1,16            | 1,30            |
| pH                                                        | 3,5                      | 3,5                           | 3,5                      | 3,2             | 3,1             |
| Через 12 місяців зберігання                               |                          |                               |                          |                 |                 |
| Масова частка сухих розчинних речовин, %                  | 55,00                    | 55,00                         | -                        | 66,00           | 70,00           |
| Масова частка титрованих кислот (за яблучною кислотою), % | 0,59                     | 0,59                          | -                        | 0,63            | 0,76            |

|                                            |       |       |   |       |       |
|--------------------------------------------|-------|-------|---|-------|-------|
| тою), %                                    |       |       |   |       |       |
| Масова частка цукру, %                     | 49,90 | 50,04 | - | 60,90 | 63,26 |
| Масова частка ПР, %                        | 1,07  | 1,10  | - | 1,12  | 1,16  |
| Масова частка спиртонерозчинних речовин, % | 2,12  | 2,23  | - | 4,03  | 4,54  |
| Масова частка золи, %                      | 0,81  | 0,82  | - | 1,17  | 1,33  |
| pH                                         | 3,50  | 3,50  | - | 3,20  | 3,10  |

Встановлено оптимальні строки зберігання драгледоподібної продукції без зміни якості, про що свідчать акти дегустацій, які становлять: ПЕ і желе виготовлене в присутності пероксидази – 6 місяців; яблучне желе, повидло, начинка – 12 місяців. Економічний ефект при виготовленні 1 т продукції з використанням ПЕ, порівняно з контролем, складає (грн.): желе – 2065,6, повидло – 1922,4, начинка – 1681,19, напій “Томатний” – 230,32, напій “Яблучний” – 728,47, напій “Морквяно-яблучний” – 1204,7.

## ВИСНОВКИ

1. Науково обґрунтована доцільність і технологічна можливість підвищення споживних властивостей консервованих продуктів за рахунок використання природних структуроутворювачів і їх композицій. Розроблено нові і удосконалено існуючі технології консервованих продуктів з використанням отриманих структуроутворювачів з певними функціональними властивостями, використання яких дозволяє формувати необхідну структуру харчового середовища і регулювати біологічну цінність продуктів харчування.

2. Встановлено, що процес комплексоутворення рослинних білків різної природи відбувається за рахунок водневих, іонних і гідрофобних зв'язків; при взаємодії компонентів соєвий білок-аніонний полісахарид – за рахунок електростатичних, водневих і гідрофобних зв'язків; в системах соєвий білок-крохмаль (СГ = 60...61 %) і яблучний пектин (СЕ = 45 %) - крохмаль (СГ = 60...61 %) – за рахунок гідрофобних та водневих зв'язків.

3. Встановлено, що еквівалентна за зарядом взаємодія соєвого білка і яблучного пектину (СЕ = 45 %) відповідає рН 3. Константа рівноваги системи із зниженням СЕ пектину збільшується. Кількість молекул білка при рН 3 в 33 рази більша, ніж молекул пектину, за рахунок утворення нерівноважних поліядерних структур з надлишком білка. При взаємодії яблучного пектину (СЕ = 45 %) і картопляного крохмалю (СД = 38...39 %) при рН 3 утворюються комплексні структури, які проявляють підвищений загущуючий ефект.

4. Визначено оптимальні співвідношення компонентів і технологічні параметри процесів комплексоутворення в системах соєвий білок-яблучний пектин ( $CE = 45 \%$ ) ( $18 : 1$ ) і яблучний пектин ( $CE = 45 \%$ ) - картопляний крохмаль ( $CD = 38...39 \%$ ) ( $0,2 : 24$ ). Розроблені технології отримання комплексних добавок з новими функціональними властивостями – БПК і ПКК.

5. Встановлено, що порівняно з рослинним білком, розчинність БПК підвищилась на 29,5 %, ПЗ – майже в 5 раз, СП - на 28 %, жироемульгуюча ємність – на 15 %, межа емульгування – на 14,5 %, точка інверсії – на 23 %, площа розподілу фаз і індекс емульгуючої активності – на 12 %, перетравлення – на 12 %. Кінематична в'язкість розчинів ПКК збільшується в середньому на 60 %, водоутримуюча здатність – на 35 %, порівняно з вихідними компонентами.

6. Вивчено фізико-хімічні властивості структуроутворюючих компонентів і комплексних структур. Встановлено, що в зоні рН 5,2...7,0 ПН розчинів білка, особливо БПК, знижується внаслідок іонізації вільних карбоксильних груп і підвищення їх поверхневої активності. ПР після досягнення концентрації міцелоутворення (0,7...0,8 %), починають проявляти поверхневу активність, яка зростає при зниженні  $CE$  і підвищенні рН середовища.

7. Розроблено науково обґрунтовані технології отримання харчового білка з багатого крохмалем зерна кормових бобових культур – нуту, гороху, бобів. Вологотеплова обробка зерна нуту при тиску  $P = 0,2$  МПа протягом 5 хв забезпечує інактивацію інгібіторів ферментів перетравлення до безпечного рівня. Ефективна в'язкість 10-відсоткової суспензії білка, при підвищенні температури до  $90^\circ\text{C}$  і постійному градієнті швидкості зсуву  $\gamma = 1,8 \text{ c}^{-1}$ , зростає на 82,7 %.

8. Встановлено, що білок, порівняно з БПК, більш гігроскопічний і швидко досягає стану рівноважного вологовмісту. Енергія зв'язку води з матеріалом продуктів, які мають 10 - відсотковий рівноважний вологовміст, при підвищенні температури до  $60^\circ\text{C}$  знижується в середньому на 20 Дж/моль. Якість білка і БПК при температурі  $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$  і відносній вологості повітря 75...80 % зберігається протягом 6 місяців.

9. Розроблена і науково обґрунтована технологія отримання НМП із СЯВ методом регульованого лужного гідролізу, що дозволяє налагодити комплексну переробку яблук безпосередньо на консервних заводах. ПЕ вміщує 1,1...1,5 % пектину,  $CE$  якого 45...46 %, в'язкість – 12,1...12,7 Па.с, драглеутворююча здатність – 110...115 °Т-Б.

10. Вперше встановлено механізм процесу драглеутворення яблучного ВМП і НМП при відсутності цукру або при його низькому вмісті, який заснований на ферментативному процесі окиснення фенольних речовин, адсорбованих на поверхні пектину, з утворенням перехресних зшивок, формуючих драглеподібну структуру.

11. Запропоновано нові і удосконалені технології консервованих продуктів з використанням функціональних структуроутворювачів – НМП, білків, комплексних добавок БПК і ПКК.



Застосування структуроутворювачів дозволяє покращити консистенцію і підвищити стійкість до термообробки емульсійних соусів рибних консервів, знизити вміст цукру в драгледоподібній продукції, скоротити витрати основної сировини при виробництві томатних кетчупів і м'ясних консервів. На всі види консервованої продукції розроблено режими стерилізації

12. Розроблена нормативна документація на натуральні структуроутворюючі, комплексні структуроутворюючі добавки і консерви, які виготовлені з їх використанням. Вироблено дослідні партії і встановлено строки зберігання м'ясних, рибних, геле- і драгледоподібних консервованих продуктів. Визначена орієнтовна собівартість структуроутворювачів – БПК, ПКК, білкової пасти і ПЕ. Очікуваний економічний ефект від впровадження запропонованих технологій при виробництві 1 т консервованої продукції з використанням структуроутворювачів (порівняно з відомими) складає від 77,2 до 2000 грн.

#### **Список опублікованих праць за темою дисертації:**

1. Дьяконова А.К. Структурообразователи в производстве консервированных продуктов / А.К. Дьяконова, А.Т. Безусов. Монография. – Одесса: “Optimum”, 2006. – 249 с.
2. Дьяконова А.К. Перспективы повышения биологической ценности продуктов питания // Проблемы та перспективи розвитку виробництва та споживання хлібопродуктів: Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 1997. – Т.1. – С. 103 - 105.
3. Дьяконова А.К. Антипитательные вещества зерна бобовых культур // Проблемы та перспективи розвитку виробництва та споживання хлібопродуктів: Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 1997. – Т.1. – С. 81 - 82.
4. Д'яконова А.К. Дослідження механізму комплексоутворення білка з аніонним полісахаридом // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 1999. – Вип. 19. – С. 141 - 144.
5. Д'яконова А.К. Дослідження впливу різних факторів на функціональні властивості білка // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 1999. – Вип. 19. – С. 144 -148.
6. Д'яконова А.К. Дослідження взаємодії білків та аніонних полісахаридів методом турбодіметрії // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 1999. – Вип. 20. – С. 166 -169.
7. Д'яконова А.К. Комплексна переробка яблук / А.К. Д'яконова, І.В. Москалюк // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 1999. – Вип. 20. – С. 92 - 95.
8. Безусов А.Т. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин зі свіжих яблучних вищавок / А.Т. Безусов, А.К. Д'яконова, І.В. Москалюк // Нові технології та удосконалення процесів харчових виробництв: Зб. наук. пр. ХДУХТ. – Харків: ХДУХТ, 1999. – С. 175 - 178.
9. Изыскание оптимальных параметров щелочного гидролиза пектиновых веществ из свежих яблочных выжимок / А.Т. Безусов, А.К. Дьяконова, И.В. Москалюк, А.И. Дроздов //

Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв: Зб. наук. пр. ХДУХТ. – Харків: ХДУХТ, 2000. – Ч. 1. – С. 329 - 332.

10. Дьяконова А.К. Изучение процесса взаимодействия кислых полисахаридов с нейтральными // Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв: Зб. наук. пр. ХДУХТ. – Харків: ХДУХТ, 2000. – Ч.1. – С. 123 - 126.

11. Д'яконова А.К. Дослідження процесу емульгування з використанням білокполісахаридних композицій // Обладнання та технологія харчових виробництв: Зб. наук. пр. ДонДУЕТ. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2001. – Т.1, Вип. 6. – С. 22 - 26.

12. Дьяконова А.К. Изучение процесса комплексообразования в системе белок-белок // Холодил. техніка і технологія. – Одеса, 2001. – № 4 (73). – С. 50 - 52.

13. Балакірева Б.М. Розробка технології виробництва начинок / Б.М. Балакірева, А.К. Д'яконова, І.В. Москалюк // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 2001. – Вип. 22. – С. 71-74.

14. Д'яконова А.К. Визначення оптимальних умов зберігання білків та білок-полісахаридних структур // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 2001. – Вип. 22. – С. 74-77.

15. Дьяконова А.К. Физико-химические свойства крахмала зернобобовых культур // Зерн. продукты і комбикорми. – Одесса, 2002. – № 1. – С. 14-17.

16. Д'яконова А.К. Дослідження залежності функціональних властивостей білків від способу їхньої обробки // Обладнання та технології харчових виробництв: Зб. наук. пр. ДонДУЕТ. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2002. – Вип. 7. – С. 92 - 97.

17. Дьяконова А.К. Изучение процесса пенообразования и стабилизации пен при производстве сбивных изделий / А.К. Дьяконова, Т.О. Дидоренко // Зб. наук. пр. ОДАХТ. – Одеса: ОДАХТ, 2002. – Вип. 23. – С. 146 - 149.

18. Д'яконова А.К. Розробка нових видів емульсійних продуктів на основі білок-полісахаридних композицій // Прогрес. ресурсозберіг. технол. та їх економ. обґрунтування у підприємств. харч. Економ. проблеми торгівлі: Зб. наук. пр. ХДУХТ. – Харків: ХДУХТ, 2001. – Ч.1. – С. 28 - 31.

19. Д'яконова А.К. Технологічні аспекти переробки зерна бобових культур // Хранение и переработка зерна. – 2006. - № 2 (80). – С. 28 – 29.

20. Д'яконова А.К. Дослідження впливу процесу сушіння на якість білкових продуктів з зерна бобових культур // Хранение и переработка зерна. – 2006. - № 3. – С. 27 – 28.

21. Дьяконова А.К. Исследование физико-химических свойств комплексных белок-пектиновых структур // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2006. – Вип. 28 (81). –Том. 1. – С. 217 - 221.

22. Дьяконова А.К. Производство мясных фаршевых консервов с использованием функциональных структурообразователей // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2006. – Вип. 29. – Том. 2. – С. 216 - 221.
23. Дьяконова А.К. Разработка комплексных структурообразователей для использования в консервной промышленности // Холодил. техніка і технологія. – Одеса, 2006. – № 4 (102). – С. 55 - 60.
24. Дьяконова А.К. Производство консервов из гидробионтов в майонезном соусе // Рибне господарство України. – Керч, 2006. – № 3-4. – С. 44 – 47.
25. Дьяконова А.К. Исследование процесса желирования высокометоксилированного пектина в присутствии пероксидазы/ А.К. Дьяконова, А.П. Бочковский // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2006. – Вип. 29. – Том. 2. – С. 284 - 288.
26. Д'яконова А.К. Перспектива виробництва природних структуроутворювачів при комплексній переробці рослинної сировини // Наук. вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького. – Львів: ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького, 2006. – Том 8, № 4 (31). – Ч. 1. – С. 218 - 223.
27. Дьяконова А.К. Производство пюреобразных консервированных продуктов с использованием структурообразователей // Зб. наук. пр. “Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка” ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2006. – Вип. 45. – С. 265 – 271.
28. Дьяконова А.К. Перспективы повышения эффективности консервного производства // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2007. – Вип. 31. Том. 2. – С. 33 - 37.
29. А.с. 1789178 СССР, МКИ А 23 j 1/14. Способ получения пищевого белка из зерна кормовых бобов / В.Ф. Семенюк, А.К. Дьяконова, Л.Н. Никитенко и др. (СССР). – № 4910394/13; Заявл. 27.12.90; Оpubл. 23.01.93, Бюл. № 3. – 3 с.
30. А.с. 1796125 СССР, МКИ А 23 j 1/14. Способ получения пищевого белка из зерна кормового нута / А.Ф. Загибалов, А.К. Дьяконова, Г.П. Позднякова и др. (СССР). – № 4896811/13; Заявл. 27.12.90; Оpubл. 23.02.93, Бюл. № 7. – 3 с.
31. А.с. 1706526 СССР, МКИ А 23 L 1/10. Способ снижения содержания ингибитора трипсина в семенах нута / В.Н. Голубев, А.А. Кочетова, А.К. Дьяконова и др. (СССР). – № 4603375/13; Заявл. 09.11.88; Оpubл. 23.01.92, Бюл. № 3. – 2 с.
32. Пат. 36764 А Україна, МКВ СО8В37/06. Спосіб виробництва начинок / А.Т. Безусов, А.К. Д'яконова, І.В. Москалюк. – № 2000020634; Заявл. 07.02.2000; Оpubл. 16.04.2001, Бюл. № 12. – 3 с.

33. Пат. 36178 А Україна, МКВ С08В37/06. Спосіб отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини / А.Т. Безусов, А.К. Д'яконова, І.В. Москалюк. – № 99116148: Заявл. 10.11.1999; Опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3. – 3 с.

34. Пат. 51925 А Україна, МКВ С08В 37/06. Спосіб виробництва желе / А.Т. Безусов, А.К. Д'яконова, І.В. Москалюк, І.Р. Біленька. – № 2001096571; Заявл. 25.09.2001; Опубл. 16.12.2002, Бюл. № 12. – 5 с.

35. Семенюк В.Ф. Гороховий білковий ізолят та його використання / В.Ф. Семенюк, А.К. Д'яконова, Л.Ю. Ісарова // Тез. доп. міжнар. наук.-техн. конф. “Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК”. – Київ: КТІХП, 1993. – С. 355 - 356.

36. Дмитренко Л.Д. Изменение микроструктуры и биохимических свойств зернобобового сырья при различных способах обработки / Л.Д. Дмитренко, А.А. Кочетова, А.К. Д'яконова // Тез. докл. 55-й науч. конф. ОГАПТ. – Одесса: ОГАПТ, 1995. – С. 24.

37. Д'яконова А.К. Перспективы использования структурированных добавок в консервной промышленности / А.К. Д'яконова, З.Ю. Средницкая // Тез. докл. 55-й науч. конф. ОГАПТ. – Одесса: ОГАПТ, 1995. – С. 63.

38. Загибалов А.Ф. Разработка рецептуры кетчупов с использованием различных добавок / А.Ф. Загибалов, А.К. Д'яконова, З.Ю. Средницкая // Тез. докл. 55-й науч. конф. ОГАПТ. – Одесса: ОГАПТ, 1995. – С. 65.

39. Д'яконова А.К. Кормовой горох – перспективный источник получения пищевого белка / А.К. Д'яконова, Г.П. Познякова, И.П. Невзорова // Тез. докл. 50-й науч.-практ. конф. ОТИПП «Научно-практические проблемы развития агропромышленного комплекса». – Одесса. - ОТИПП, 1990. – С. 216.

40. Загибалов А.Ф. Использование горохового изолята в производстве сдобных изделий / А.Ф. Загибалов, В.В. Черникова, А.К. Д'яконова // Тез. докл. 52-й науч. конф. ОТИПП. – Одесса: ОТИПП, 1992. – С. 50.

41. Консервы из субпродуктов профилактической направленности / А.Ф. Загибалов, А.К. Д'яконова, Г.П. Познякова и др. // Тез. докл. науч. конф. “Медико-биологические аспекты разработки продуктов питания”. – Киев. КНИИГП, 1993. – С. 91.

42. Загибалов А.Ф. Использование фруктово-овощных добавок при производстве томатных кетчупов / А.Ф. Загибалов, А.К. Д'яконова, З.Ю. Средницкая // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. “Потребительская кооперация в переходной период: проблемы и перспективы”. – Полтава: ПКІ, 1995. – С. 55.

43. Использование структурообразователей при производстве томатных кетчупов / А.Ф. Загибалов, А.К. Дьяконова, З.Ю. Средницкая и др. // Тез. докл. 4-й Междунар. конф. “Экология. Продукты питания. Здоровье”. – Одесса: ОГМУ, 1995. – С. 94.

44. Получение пищевого белка из зерна кормовых сортов нута / А.Ф. Загибалов, А.К. Дьяконова, Г.П. Познякова и др. // Тез. докл. Всесоюз. конф. “Достижения биотехнологий – агропромышленному комплексу”. – Черновцы: ЧГУ, 1991. – С. 140.

45. Дьяконова А.К. Рациональное использование зерна кормовых бобов / А.К. Дьяконова, В.Ф. Семенюк, Л.В. Никитенко // Тез. докл. Всесоюз. конф. “Достижения биотехнологий – агропромышленному комплексу”. – Черновцы: ЧГУ, 1999. – С. 115.

46. Никитенко Л.В. Кормовая ценность отходов переработки кормовых сортов нута / Л.В. Никитенко, А.К. Дьяконова, В.Ф. Семенюк // Тез. докл. Всесоюз. конф. “Достижения биотехнологий – агропромышленному комплексу”. – Черновцы: ЧГУ, 1991. – С. 119.

47. Нут – ценный источник пищевого растительного белка / В.Н. Голубев, А.А. Кочетова, А.К. Дьяконова, Г.П. Позднякова. // Ред. журн. “Изв. Вузов. Пищ. технолог.” – Краснодар, 1988. – 6 с. – Библиогр. 3 назв. – Рус. – Деп. в АгроНИИТЭИпищепром 8 дек. 1988 г. № 1967 – пщ.

48. Растительный белковый изолят и его использование / А.Ф. Загибалов, А.К. Дьяконова, Л.С. Сталиног, В.В. Бекерская // Тез. докл. республ. науч.-техн. конф. “Разработка и внедрение высокоэффект. ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищ. продуктов в пищевой и перераб. отрасли АПК”. – Киев: КТИПП, 1991. – С. 228.

49. Дудкин М.С. Разработка консервированных обеденных блюд профилактической направленности / М.С. Дудкин, П.П. Павленкова, А.К. Дьяконова // Тез. докл. республ. науч.-техн. конф. “Разработка и внедрение высокоэффект. ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищ. продуктов в пищевой и перераб. отрасли АПК”. – Киев: КТИПП, 1991. – С. 115 – 116.

50. Загибалов А.Ф. Растительные пищевые белки из нетрадиционного сырья / А.Ф. Загибалов, А.К. Дьяконова // Тез. докл. науч.-техн. конф. “Масличные семена, жиры: перспектива совершенствования техники и технологии пр-ва и перераб.”. – СПб.: ВНИИЖ, 1993. – С. 82.

51. Загибалов А.Ф. Влияние поверхностно-активных веществ на процесс экстрагируемости белка / А.Ф. Загибалов, А.К. Дьяконова, Л.Ю. Исарова // Тез. докл. 53-й науч. конф. ОТИПП. – Одесса: ОТИПП, 1993. – С. 136.

52. Дьяконова А.К. Использование белка и белок-полисахаридных структур для получения эмульсионных пищевых систем / А.К. Дьяконова, Т.О. Дидоренко, Л.В. Никитенко, Е.В. Ляпина // Тез. докл. II-й Междунар. конф. “Коллоид-2003”. – Минск: БГУ, 2003. – С. 172.

Особистий внесок здобувача:

- 1) керівництво і участь в експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 8, 10, 24, 39, 40, 45, 51-52);
- 2) проведення літературного пошуку, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 1-7, 11-13, 15-17, 19-23, 25, 26);
- 3) організація і участь в експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 9, 14, 30, 31, 35, 36, 46-50);
- 4) складання опису винаходів, складання та редагування формул винаходів, теоретичне обґрунтування запропонованих рішень (поз. 27-29, 32-34);
- 5) розробка методології досліджень, обґрунтування і узагальнення результатів досліджень процесу комплексоутворення, підготовка матеріалів до публікації (поз. 18, 37, 38, 41-44).

### АНОТАЦІЯ

Д'яконова А.К. Наукові основи технологій консервованих продуктів з використанням структуроутворювачів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2008.

Дисертація присвячена вирішенню проблеми створення технологій консервованих харчових продуктів з використанням функціональних структуроутворювачів – білків, полісахаридів і їх комплексних структур. Досліджено механізми процесів комплексоутворення рослинних білків, полісахаридів, функціональні властивості білок-полісахаридних структур, розроблено технології виробництва комплексних функціональних добавок, визначено вплив технологічних факторів на їх фізико-хімічні властивості. Розроблено і науково-обґрунтовано технології отримання натуральних структуроутворювачів – білка із зерна бобових культур і пектинових речовин – із свіжих яблучних вичавок безпосередньо на консервних заводах, наведено апаратурно-технологічні схеми. Встановлено, що процес драглеутворення яблучного пектину в присутності ферменту пероксидази відбувається внаслідок окиснення адсорбованих на його поверхні фенольних речовин через стадії утворення хінонів і вільних радикалів, які полімеризуються і конденсуються на поверхні пектинових молекул, утворюючи перехресні зшивання. Отримані результати використані як наукова основа удосконалення існуючих та розробки нових технологій консервованих продуктів емульсійної, геле- та драглеподібної структури.

**Ключові слова:** пектиновий екстракт, білок, комплексоутворення, функціональні добавки, феноли, драглеутворення, емульсії, гелі, желе, стерилізація.

## АННОТАЦИЯ

Дьяконова А.К. Научные основы технологий консервированных продуктов с использованием структурообразователей. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных и охлажденных пищевых продуктов. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2008.

Диссертация посвящена решению проблемы, связанной с совершенствованием существующих и разработкой новых технологий консервированных продуктов диетической и лечебно-профилактической направленности с использованием функциональных структурообразователей. Изучен механизм процесса комплексообразования натуральных структурообразующих компонентов, полученных из нетрадиционных и вторичных сырьевых ресурсов. Установлено, что комплексные структурообразователи обладают расширенным спектром функциональных свойств. Растворимость белок - пектиновых комплексных структур повышается, по сравнению с белком, на 30 %, жирозэмульгирующая ёмкость – на 15 %, пенообразующая способность - в 5 раз, стойкость пены - на 28 %, переваримость- на 12 %. Использование белок – пектиновых комплексных структурообразователей в качестве эмульгатора повышает, по сравнению с белком, предел эмульгирования - на 15 %, точку инверсии – на 23 %, площадь раздела фаз и индекс эмульгирующей активности – на 12 %. Структурообразующие компоненты и их композиции использовали при разработке технологий консервированных продуктов – кетчупов, соусов, желе, повидла, начинки, напитков, мясных фаршевых консервов и рыбных в эмульсионном соусе.

Изучен химический состав, пищевая и биологическая ценность, антипитательные и токсичные вещества зерна нута, гороха и бобов, как источников получения пищевого белка. Установлены оптимальные технологические параметры, получено математическое описание процесса экстракции, разработаны технологии и аппаратурно-технологическая схема получения пищевых белков из зерна бобовых культур и соевого шрота. Получено положительное заключение токсико-гигиенических испытаний белков.

Изучены функциональные свойства, влияние технологических факторов на изменение реологических характеристик и структуру белковой глобулы. Дана аналитическая оценка, характеризующая обменную ёмкость белков, их реакционную способность, параметры процесса сушки и хранения белков.

Комплексообразование белков с анионными полисахаридами происходит за счёт водородных электростатических и гидрофобных связей. Это приводит к структурным изменениям

белков, повышению степени дисперсности и обменной ёмкости. Различие радиусов частиц распада белок - полисахаридных структур связано с природой полимеров, плотностью водородной связи, наличием электростатического и гидрофобного взаимодействий между компонентами, в различной мере влияющих на степень структурных изменений белка.

Установлены оптимальные параметры выделения пектиновых веществ из свежих яблочных выжимок методом регулируемого щелочного гидролиза, получена математическая зависимость степени этерификации пектина от технологических параметров процесса экстракции, разработана технология и аппаратурно-технологическая схема. Установлено, что физико-химические и реологические свойства белка, пектина, белок - пектиновых комплексных структур – поверхностное натяжение, электропроводность, вязкость, пенообразующая и эмульгирующая способность изменяются в зависимости от pH, концентрации, степени модификации компонентов и технологических факторов.

Образование желеобразных структур на основе высокометоксилированного и низкометоксилированного яблочного пектина в присутствии пероксидазы происходит за счёт окисления и конденсации полифенольных веществ, адсорбированных на поверхности молекул пектина, с образованием между ними перекрестных сшивок, формирующих желеобразную структуру. Желирующая способность пектина возрастает с увеличением массовой доли фенольных веществ и пероксидазы в пектин - ферментной смеси. Процесс структурообразования пектиновых веществ в присутствии пероксидазы проходит без структурных изменений молекул пектина с вовлечением в процесс структурообразования всех свободных радикалов, что подтверждено данными ИК- спектроскопии.

Комплексообразующая способность желе, полученного в присутствии пероксидазы, с ионами свинца возрастает по сравнению с желе, выработанным на основе высокометоксилированного пектина, – на 19 %, на основе низкометоксилированного пектина с ионами кальция, – на 10 %, что свидетельствует об участии полифенольных веществ в процессе комплексообразования с тяжелыми металлами, так как они являются самостоятельными сорбентами токсичных элементов.

Результаты физико-химических и реологических исследований натуральных структурообразователей и их комплексных структур использованы в качестве основы для совершенствования существующих и разработки новых технологий продуктов эмульсионной, геле- и желеобразной структуры.

Разработаны рецептуры, рассчитана себестоимость белка, пектинового экстракта, комплексных добавок и экономический эффект от их использования при производстве мясных и рыбных консервов, томатных кетчупов, желеобразной консервированной продукции – желе, повидла, начинки, плодовых и плодовоовощных напитков, обогащенных пектином. На новые ви-



ды консервированной продукции разработана нормативная документация и выработаны опытные партии.

**Ключевые слова:** пектиновый экстракт, белок, комплексные структурообразователи, полифенолы, желирование, эмульсии, гели.

#### ANNOTATION

Djakonova A.K. Scientific grounding of canned products technologies with application of structure forming agents. – Manuscript.

Dissertation for scientific degree of Doctor of Technical Sciences on specialty 05.18.13 – the technology of the canned and cooled food products. – Odessa National Academy of Food technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2008.

The thesis is dedicated to solving the problem of canned food products making on the basis of the functional structure forming agents – proteins and polysaccharides. The technologies of obtaining both the food protein from fodder bean crops grain and the pectin substances from the fresh apple pressed skins directly at the Food Factory have been developed. The schemes of technological equipment have been listed. The mechanism of complex forming the vegetable proteins, polysaccharides, protein-polysaccharide structures and the influence of the technological factors on their physical and chemical properties have been studied. It is determined that, the highlymetoxylized pectin jelly forming with pyroxydasis enzyme takes place due to oxidating the polyphenoles absorbed on pectin's surface as a result of free radical changes. The obtained results are used as the basis for developing the new kinds of emulsion, gel, foam, jelatinous products and the jelly on the basis of the highlymetoxylized pectin with pyroxydasis enzymes.

**Key words:** protein, pectin extract, complex forming, polyphenoles, jelly, forming, emulsions, foams, gels, jellies, sterilization.

Підписано до друку 2008 р. Формат 60×90/16

Ум. др. арк. 1,9. Тираж 100 прим. Зам. №

Одеська національна академія харчових технологій

65039, м. Одеса-39, вул. Канатна, 112