

Автор едр.

НА

285 ОДЕСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ  
імені М. В. ЛОМОНОСОВА

на правах рукопису

ДУХАНІНА Олександра Рюріківна

А-

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ  
ВИСІВОК ДЛЯ ХАРЧОВИХ ЦІЛЕЙ**

Спеціальність 05.18.02. – технологія зернових,  
бобових, круп'яних продуктів та комбікормів

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

Одеса – 1993 р.

Роботу виконано в Одеському технологічному інституті харчової промисловості ім.М.В.Ломоносова.

Науковий керівник

- кандидат хімічних наук, доцент  
Капрельянц Л.В.

Офіційні опоненти

- доктор хімічних наук, професор  
Дудкін М.С.

ОНАХТ 22.09.11  
Розробка технології



v018004

- кандидат технічних наук,  
Гулавський В.Т.

Провідна установа

- Кіровоградський комбінат  
хлібопродуктів № 2

Захист відбудеться "16" червня 1993 р. о 10.30 годині на засіданні спеціалізованої ради Д 068.35.01 при Одеському технологічному інституті харчової промисловості ім.М.В.Ломоносова /270039, м.Одеса, вул.Свердлова, 112/.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Одеського технологічного інституту харчової промисловості ім.М.В.Ломоносова.

Автореферат розіслано "14" Травня 1993 р.

Вчен

С

Х.Т.А., професор

В.В.Бгоров



## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. У теперішній час вирішення проблеми харчування і, зокрема, білкового дефіциту, невідривно пов'язане з раціональним використанням потенційних харчових ресурсів. Перш за все це стосується вторинних продуктів переробки зернових культур, значну долю яких складають пшеничні висівки /ПВ/. Тільки в Україні щороку одержують близько 1 млн.т ПВ, багатих на білки, полісахариди, мінеральні речовини, вітаміни та інші компоненти, які становлять інтерес для харчової промисловості.

Існуючі технології переробки вторинної рослинної сировини енергоємні, економічно малоефективні, призводять до утворення великої кількості відходів, не завжди дозволяють в достатній мірі забезпечити потрібну глибину трансформації сировини. У зв'язку з цим набувають особливої важливості питання скорочення втрат рослинної сировини, використання прогресивних методів їх переробки, створення ефективних екологічно безпечних технологій одержання харчових речовин з визначеними функціональними властивостями /ФВ/.

Найбільш перспективним напрямком розвитку виробництва їжі та кормів є використання методів біотехнології. Висока активність і строга субстратна специфічність роблять ферменти ідеальними каталізаторами при біоконверсії рослинної сировини, дозволяють шляхом цільової модифікації компонентів сировини створювати біологічно повноцінні продукти та добавки із заданими ФВ, вирішувати питання комплексної переробки вторинної зернової сировини.

На основі вищевикладеного розробка технології одержання харчових добавок із пшеничних висівок з використанням біотехнологічних методів має теоретичне і практичне значення, дозволяє розширити асортимент харчових речовин.

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є розробка технології одержання харчових добавок із пшеничних висівок з використанням біотехнологічних методів.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі задачі:

- вивчити біохімічні характеристики пшеничних висівок;
- обґрунтувати режими екстракції пшеничного білка з висівок і вивчити його біохімічні та функціональні властивості;
- обґрунтувати методи регулювання ФВ білкових продуктів і розробити математичну модель процесу ферментативної модифікації;
- дослідити хімічні, функціональні та медико-біологічні властивості модифікованих пшеничних білків і розробити основи їх використання у складі комбінованих харчових продуктів;

- розробити методи модифікації пшеничного крохмалю, дослідити фізико-хімічні та ФВ одержаних добавок і розробити основи їх використання в складі комбінованих харчових продуктів;
- дослідити хімічний склад побічних продуктів виробництва білка і крохмалю з пшеничних висівок і розробити ефективні засоби їх використання та переробки;
- розробити технологічну схему процесу комплексної переробки пшеничних висівок для харчових цілей, провести промислову апробацію розробленої технології, розробити та затвердити НТД.

Наукова новизна. Розроблено технологічні основи переробки ПВ на основі їх фракціонування з наступним регулюванням ФВ одержаних біополімерів методами інженерної ензимології.

Розроблено метод модифікації ФВ пшеничних білків, який передбачає обмежений гідроліз мікробними протеазами та дозволяє одержати білки з поліпшеною розчинністю, жирутримувчими властивостями та підвищеною засвоюваністю. Вивчено закономірності протеолізу пшеничних білків і розроблено математичну модель процесу, що відкриває можливості для створення білкових продуктів із заданими ФВ.

Показано ефективність проведення гетерогенного каталізу пшеничного крохмалю для підвищення здатності до гелеутворення.

Практична цінність. Розроблено технологію комплексної переробки ПВ, яка дозволяє одержувати висококонцентровані білки, крохмаль та їх модифіковані форми. Розроблено способи біоконверсії побічних продуктів даної технології у підсолоджуючі харчові добавки, легкозасвоювані кормові продукти, субстрати для вирощування кормової біомаси, стимулятори росту мікроорганізмів.

Розроблено та затверджено НТД на виробництво білка пшеничного харчового сухого, пастоподібного та сухого модифікованого /ТУ, ТІ № 569/46.72-5-92/. Одержано Висновок НДІ гігієни харчування МОЗ України про безпеку і високу біологічну цінність білкових концентратів. Розроблені рецептури комбінованих харчових продуктів із введенням модифікованих білків і крохмалю пройшли виробничі випробування і схвалені відповідними дегустаційними комісіями, показано їх високу економічну ефективність.

Апробація дисертаційної роботи. Основні результати досліджень доповідались і одержали позитивну оцінку на Всесоюзній конференції "Химические превращения пищевых биополимеров" /Світлогорськ, 1991/, республіканській науково-технічній конференції "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК"

/Київ, 1991/, Всесоюзній конференції "Достижения биотехнологии - агропромышленному комплексу /Чернівці, 1991/, IV Всесоюзній конференції "Разработка комбинированных продуктов питания" /Кемерово, 1991/, науковій конференції МТІХП "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности" /1991/, VI Українському біохімічному з'їзді /Київ, 1992/, наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОТІХП /1990-1993/.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 14 друкованих робіт, у тому числі в журналі "Харчова і переробна промисловість", у виданнях ЦНДІТЕІ хлібопродуктів, Української інформаційної корпорації "УкрНТІ", в матеріалах Всесоюзних, республіканських наукових і науково-технічних конференцій.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури і додатків. Роботу викладено на 196 стор., містить 33 мал., 59 табл., 20 дод. Список літератури включає 297 джерел, із яких 105 - закордонних.

#### ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи.

В першому розділі "Сучасні методи переробки вторинної зернової сировини в харчові продукти" показано значення білків рослинного походження у вирішенні проблеми харчування, подано аналіз їх основних джерел і показано перспективність використання вторинних продуктів переробки зерна, зокрема ПВ, в якості потенційного джерела харчового білка. Питанням підвищення ефективності використання зернової сировини присвячені роботи Голенкова В.Ф., Ігорянової Н.А., Дудкіна М.С., Козакова Є.Д., Козьміної Н.П., Кретовича В.Л., Мерко І.Т., Моргун В.А., Черно Н.К. та інших вчених.

Аналіз основних напрямків використання висівок для харчових цілей показав, що перспективною формою їх кінцевої переробки як білкової сировини є білкові концентрати /БК/ та ізоляти /БІ/. Літературні дані по біохімічному складу ПВ показали, що при переробці висівок поряд з виділенням харчового білка доцільне більш глибоке фракціонування сировини та одержання біополімерів різноманітного призначення з визначеними ФВ. Показано доцільність вирішення проблеми біоконверсії рослинної сировини засобами біотехнології /дослідження Білай В.І., Грачової І.М., Гулюка Н.Г., Ракітіна В.Ю., Клесова А.А., Ладур Т.А., Левицького А.П., Рогова І.А., Родіонової Н.А. та ін./.

Розглянуто різні способи модифікації ФВ білків і показано перспективність використання ферментативної обробки.

Внаслідок аналізу літературних даних сформульовано мету і за-

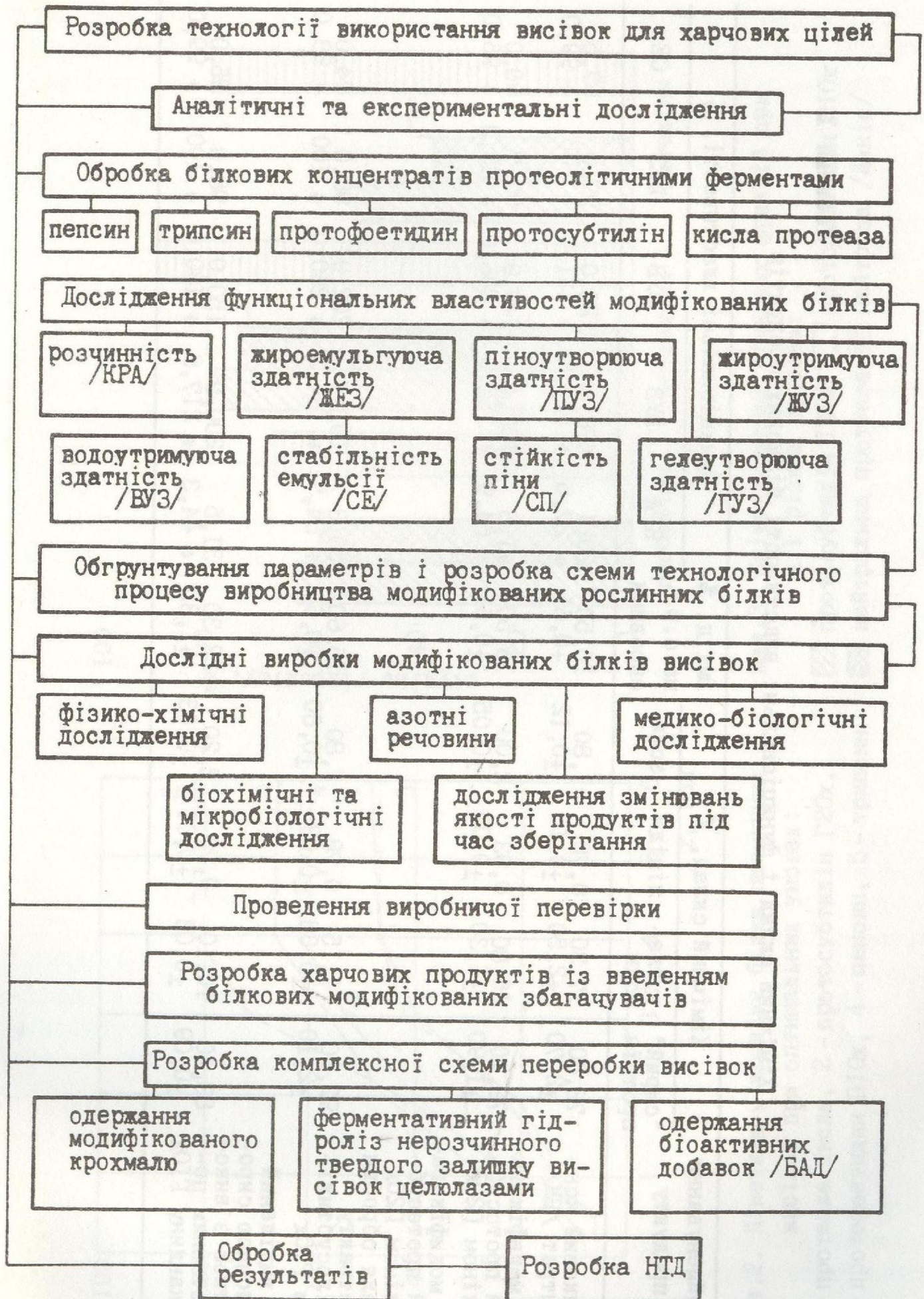
дачі досліджень.

У другому розділі "Організація експериментальних досліджень" подано схему досліджень, яка відображає основні напрямки, послідовність проведення і взаємозв'язок етапів роботи /мал.1/, а також постановку експериментів і методи досліджень. Об'єктом досліджень були пшеничні висівки Куліндоровського та Ново-Українського КХП.

У роботі використано ферментні препарати /ФП/: амілосубтилін ГІОх, амілоризин ПІОх, протосубтилін ГІОх і Г20х, протофоетидин ПІОх, нейтразу /Данія/, нейтральну та кислу протеази, трипсин, пепсин, целокандин ГІОх, целовіридин ГІОх. Культури мікроорганізмів одержано з колекції інституту фізіології та біохімії мікроорганізмів РАН, центрального музею промислових мікроорганізмів ВНДІ Генетика, колекції ОТІХП ім.М.В.Ломоносова. У роботі застосовано загальноприйняті та спеціальні фізичні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні методи аналізу, включаючи сучасні методи хімії природних сполук: ІЧ-спектроскопію, диференційний та термогравіметричний аналіз, електрофорез, газорідинну, високоефективну рідинну, тонкошарову та гель-хроматографію, електронну мікроскопію та ін. При проведенні експериментів використано різні методи математичного планування і обробки даних, оптимізації та моделювання.

В третьому розділі "Розробка технології одержання харчового білка із пшеничних висівок" приведено експериментальні дані з біохімічної характеристики ПВ. Показано доцільність проведення лужної екстракції для виділення білка з ПВ. Для оптимізації процесу проведено повний факторний експеримент /ПФЕ 2<sup>4</sup>/, встановлено параметри екстракції: T=55 °С, гідромодуль /ГМ/ 1:10, τ=2 год., концентрація екстрагенту /NaOH/ - 0,2 %. Наведено дані з біохімічної характеристики та ФВ концентратів білка /табл.1/.

ФВ визначають застосовність БК в різних харчових продуктах. Для поліпшення розчинності /КРА/, жирутримуючої здатності /ЖУЗ/, створення можливості спрямованого регулювання ФВ вибрано метод ферментативної модифікації. Використовували мікробні протеази з оптимумом дії в кислій, нейтральній і лужній областях рН і з різною субстратною специфічністю. За даними нагромадження амінного азоту /мал.2/ знайдено теоретичні залежності кінетики протеолізу, розраховано ступінь гідролізу і побудовано графіки залежності швидкості процесу від часу. Одержані дані та порівняння дії різних протеаз на фракції білків ПВ /мал.3/ показали, що найбільш ефективно ферментоліз відбувається при використанні ФП протосубтилін Г20х. Для оцінки впливу активності ФП і тривалості обробки на ФВ білків і

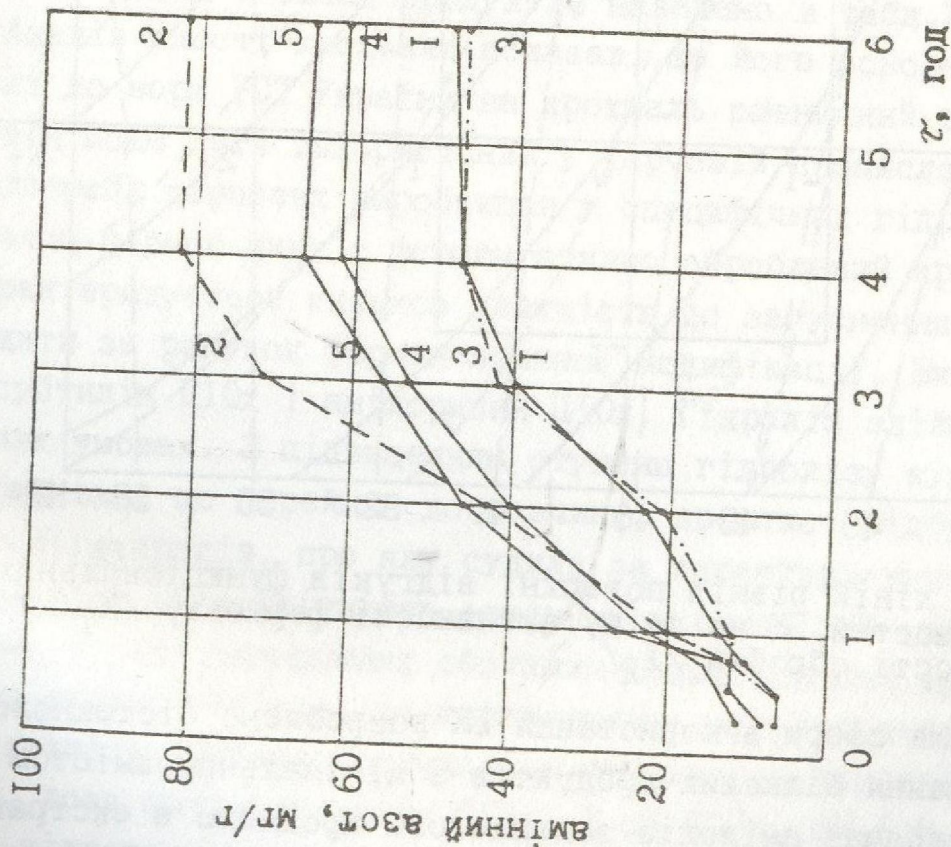


Мал.І. Схема проведення досліджень

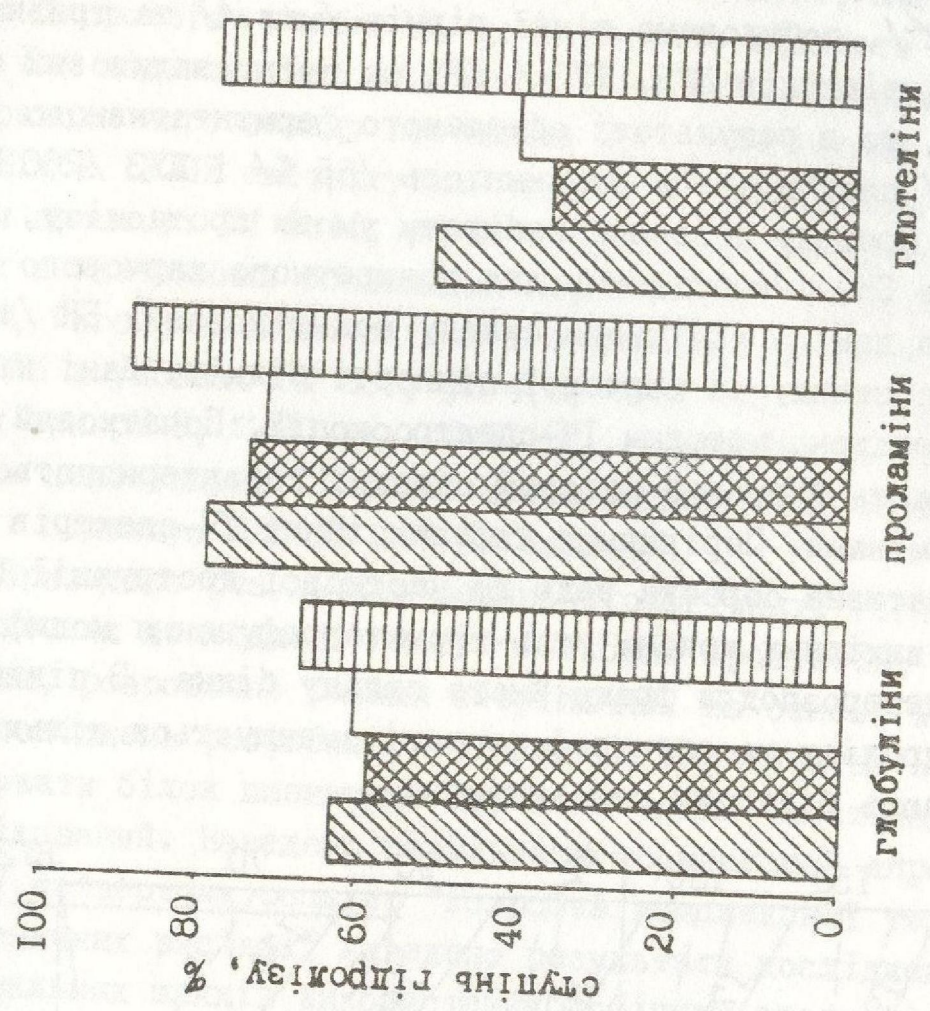
Таблиця I

## Хімічний склад і функціональні властивості білкових продуктів

Найменування продукту	Хімічний склад, %			Функціональні властивості, %						
	"сирій" протеїн	вугле- води	ліпіди	зола	на с.р. сировини	КРА	ВУЗ	ЖУЗ	ЖЕЗ	СЕ
Білковий кон- центрат /БК/	78,60 ±2,70	17,30 ±2,50	0,70 ±0,14	1,80 ±0,12	16,50 ±0,61	20,1 ±27,5	478,8 ±527,6	123,0 ±131,0	97,0 ±100	97,5 ±99,0
БК модифікова- ний протосуб- тиліном Г20х	79,40 ±1,90	15,80 ±1,30	0,93 ±0,09	2,00 ±0,05	16,50 ±0,61	41,6 ±64,9	102,4 ±152,9	147,9 ±206,0	77,7 ±83,3	90,0 ±96,0
БК модифікова- ний протосуб- тиліном Г20х після обробки екстракту амілосубтилі- ном Г10х	92,80 ±2,10	1,15 ±0,08	0,78 ±0,02	1,80 ±0,80	16,60 ±0,60	56,3 ±84,7	101,0 ±134,3	202,0 ±260,0	98,0 ±100	94,0 ±98,0
БК виділений молочною сиро- ваткою з вико- ристанням це- локандину Г10х	83,40 ±0,09	10,10 ±0,03	0,70 ±0,01	2,20 ±0,03	22,30 ±1,30	31,5 ±44,3	200,0 ±217,8	150,0 ±180,0	98,0 ±100	96,0 ±99,0

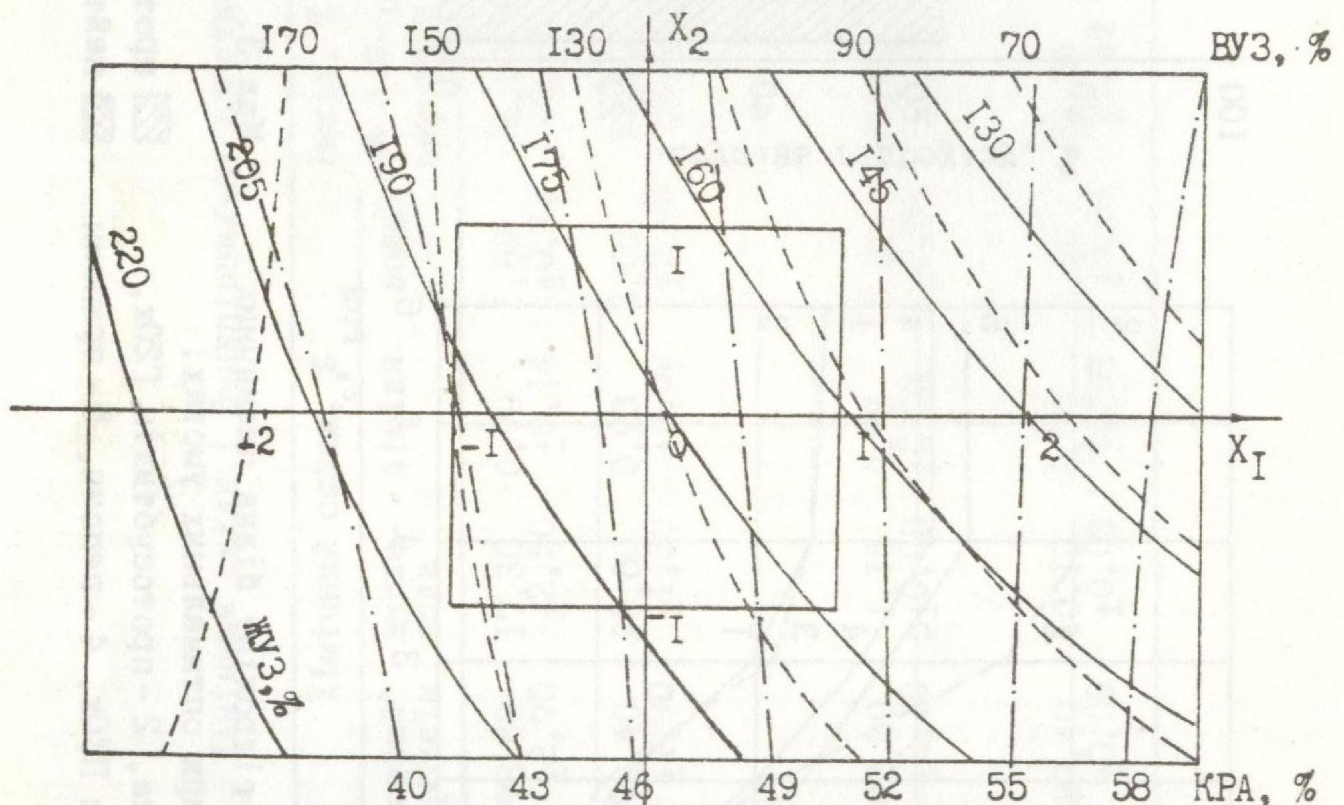


Мал.2. Кінетика гідролізу білка пшеничних висівок при оптимальних умовах:  
 1 - протеаза кисла, 2 - протосубтилін Г20х,  
 3 - протософетидин П10х, 4 - пепсин, 5 - трипсин



Мал.3. Співвідношення білкових фракцій при дії різних протеаз:  
 протосубтилін Г10х □ протософетидин П10х  
 нейтральна протеаза ▨ Данія /

для оптимізації процесу протеолізу проведено три повних факторних експерименти /ПФЕ 2<sup>2</sup>/, побудовано лінії рівнів /мал.4/ та тривимірні графіки поверхні відгуків ВУЗ, ЖУЗ і КРА на зміну впливових факторів. Установлено, що в результаті обмеженого ферментативного гідролізу /ДН=10-15 %/ поліпшується розчинність /65 %/ і ЖУЗ /206 %/. Математична модель процесу дозволяє вибирати умови протеолізу, при яких можна одержати БК з необхідними для конкретного харчового продукту ФВ. Приведено дані з хімічного складу модифікованих БК /табл. I/, амінокислотного складу та харчової цінності білків. Дані хімічного аналізу підтверджено методом ІЧ-спектроскопії. Початковий та модифікований БК мають близький якісний склад і характеризуються лише кількісними змінами. Порівняння диференційних ІЧ-спектрів показало, що ферментативна обробка веде до часткової деструкції біополімерів. Аналіз вихідних кривих гель-хроматографування модифікованих БК показав перерозподіл фракційного складу білка. З підвищенням ступеня гідролізу на електрофореграмі зменшується кількість смуг, що відповідають білковим субодиницям.



Мал.4. Графік ліній рівнів поверхні відгуків функціональних властивостей БК на зміну активності ферменту / $X_1$ / і тривалості обробки / $X_2$ /

Для поширення сфери використання БК розроблено біотехнологічний спосіб одержання білкових продуктів з мінімальним вмістом крохмалю, який передбачає амілоліз залишкового крохмалю в екстракті. Для гідролізу вибрано амілосубтилін ГІОх. Оптимальна концентрація

ФП складає 10...18 од АС/г. Одержано продукт, який містить більше за 90 % протеїну /табл.1/, що дозволило віднести його до БІ.

Для підвищення біологічної цінності БК, кращої збалансованості амінокислотного складу проводили його збагачення тваринними білками. Білок із ПВ екстрагували молочною сироваткою, встановлено параметри процесу: ГМ 1:10, рН 9,  $\tau=15$  хв. Для добування білків, зв'язаних з клітинними оболонками нерозчинного твердого залишку висівок /НТЗ/, його додатково піддають екстракції в присутності целолітичного ФП в умовах: ГМ 2:1, рН 4,5,  $T=55$  °С,  $\tau=6$  год. Екстрагували білки при рН 9,  $\tau=20$  хв.,  $T=55$  °С. Додаткова екстракція з використанням целокандину ГІОх або целовіридину ГІОх збільшує вихід білка з ПВ і підвищує ЖЕЗ до 100 % /табл.1/.

Приведено результати медико-біологічних, гігієнічних і мікробіологічних досліджень якості білкових продуктів, встановлена їх безпека, розроблено режими зберігання. На основі комплексу здійснених досліджень розроблено технологію виробництва БК, яка дозволяє одержувати білок пшеничний харчовий сухий, пастоподібний та сухий модифікований. Наведено результати промислової апробації.

У четвертому розділі "Розробка комплексної технології переробки пшеничних висівок" наведено результати досліджень з визначення раціональних шляхів використання побічних продуктів, утворених внаслідок виробництва БК, для створення безвідходної технології переробки ПВ. Вихід і склад продуктів наведено в табл.2.

Аналіз якості крохмалю показав, що його основні показники близькі до норм РСТ України на крохмаль пшеничний вищого гатунку, отже він може бути використаний у харчовій промисловості. Також відомі потреби харчових виробництв у специфічних гідроколоїдах, перспективною формою яких є ферментативно оброблений крохмаль. Крохмаль ПВ характеризується низькою здатністю до загуснення, яку намагались підвищити за рахунок ферментативної модифікації. Використано ФП амілосубтилін ГІОх і амілоризин ПІОх. Гідроліз здійснювали в гетерогенних умовах. З підвищенням ступеню гідролізу кількість редукувальних речовин, що перейшли до розчину, зростає. Відбувається деструкція полісахаридів, про яку судили за характеристичною в'язкістю. Збільшується кристалічність зерен за рахунок руйнування аморфних ділянок. В силу зазначених обставин модифікований крохмаль /МК/ має знижену термостійкість, що підтверджено методом диференційно-термічного аналізу. Вибрано оптимальні параметри: концентрація крохмалю - 15 %, доза амілосубтиліну ГІОх - 1 од АС/г, рН 6,3,  $\tau=3$  год,  $T=50$ °С. МК має підвищену гелеутворюючу здатність, що підтверджено структур-

но-механічними властивостями драглів.

Таблиця 2

## Побічні продукти переробки пшеничних висівок

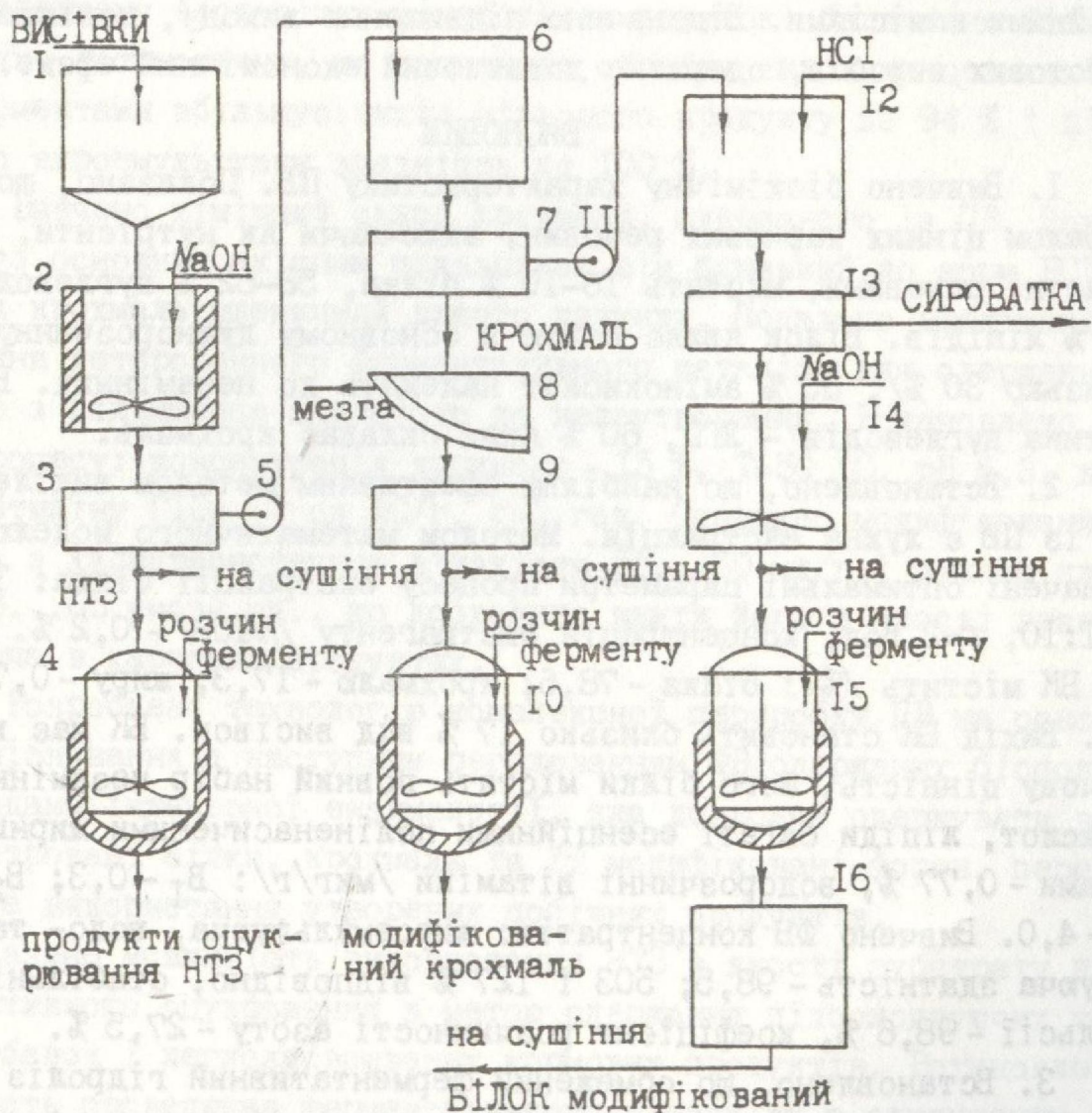
Показники	Продукти		
	: крохмаль, % на с.р.	: НТЗ, % на с.р.	: сироватка, %
Вихід, %: на масу	11,0 - 13,0	15,0 - 17,0	50,0 - 53,0
на с.р. сировини	22,0 - 23,0	17,0 - 19,5	17,0 - 18,5
Склад:			
Загальний азот	0,48 ±0,02	1,06 ±0,12	0,15 ±0,01
Сирой протеїн /N x 5,7/	2,74 ±0,12	6,06 ±0,50	0,86 ±0,04
Вуглеводи:			
вільні цукри	0,63 ±0,07	0,07 ±0,01	1,35 ±0,01
крохмаль	90,25 ±0,35	6,10 ±0,04	0,34 ±0,07
ЛПІ	4,73 ±0,27	45,82 ±0,51	0,54 ±0,07
ТПІ	-	30,00 ±0,53	-
Лігнін	-	11,02 ±0,05	-
Ліпіди	0,30 ±0,03	0,04 ±0,001	0,02 ±0,001
Зола	0,33 ±0,07	5,70 ±0,11	0,54 ±0,08

Аналіз хімічного складу НТЗ /табл.2/ показав, що основну масу складають полісахариди і, в першу чергу ЛПІ. Це дозволило вжити НТЗ в якості субстрату для ферментативного оцукрювання. Використано ФП целокандин ГІОх, целокандин мутантний та культуральну рідину /КР/ мутантного штаму гриба *Geotrichum candidum* ЗС-106. Дослідження динаміки процесу показало, що ступінь оцукрювання НТЗ під впливом КР у три рази вища і складає після добового гідролізу 40,93 %, після чотирьох діб - 63,11 %. Вивчали можливість культивування дріжджів на гідролізатах НТЗ для одержання кормової біомаси. Результати добового культивування дріжджів роду *Saccharomyces* показують приріст білка на 48,3 %.

Пшеничну сироватку /ПС/ використовували для нейтралізації НТЗ і збагачення його білком. Зважаючи на наявність у складі ПС органічних кислот /0,9-1,7 %/, фосфору /0,21-0,29 %/ і вітамінів /В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР - відповідно 19,0; 0,5; 133,8 мкг/г/ були проведені дослідження з використання ПС в якості основи живильного середовища. При культивуванні *Bacillus macerans* і *Lactobacillus acidophilus* одержано позитивні результати.

На основі результатів дослідження складу ПВ, розроблених засобів виділення білка та крохмалю, режимів проведення їх фермента-

тивної модифікації, запропонованих засобів утилізації побічних продуктів розроблено принципово нову технологічну схему комплексної переробки ПВ /мал.5/. Схема передбачає одержання таких продуктів: 1. Білок пшеничний харчовий – сухий, пастоподібний та сухий модифікований. 2. Крохмаль пшеничний харчовий та крохмаль модифікований з підвищеною здатністю до гелеутворення. 3. Побічні продукти, для раціонального використання яких передбачено: вживання НТЗ як субстрату для оцукрювання з метою одержання харчових підсолоджуючих добавок і легкозасвоюваних кормових продуктів, або для наступного біосинтезу кормового білка; вживання ПС для збагачення НТЗ з метою спільного використання їх як кормової добавки, або використання ПС в якості універсального природного живильного середовища в біотехнологічних процесах культивування мікроорганізмів.



Мал.5. Схема процесу комплексної переробки пшеничних висівок

I – автоматичні терези; 2 – екстрактор; 3, 7, 9, 13 – центрифуги; 4, 10, 15 – ферментери; 5, 11 – насоси; 6, 16 – збірники; 8 – дугове сито; 12 – осаджувач; 14 – нейтралізатор

Розроблена схема поліфункціональна, оскільки дозволяє одночасно одержувати різні форми концентрованих пшеничних білків і крохмалю, крім того можна регулювати ступінь гідролізу та використовувати різноманітні ФП, що дозволяє одержувати продукти із заданими ФВ. На основі Висновку НДІГХ МОЗ України та результатів промислової апробації на харчовий білок із ПВ розроблено та затверджено НТД /ТУ, ТІ № 569/46.72-5-92/. Організація виробництва БКПВ дозволить одержати річний економічний ефект у розмірі 20,24 млн.крб., при цьому термін окупності складе 0,8 року /при програмі виробництва 1500 т на рік/.

У заключній частині розділу показано можливість використання продуктів переробки ПВ для харчових цілей. Рецептури комбінованих харчових продуктів /хліба, овочевих страв, томатного соусу, солодкого желе, січених напівфабрикатів, варених ковбас/ із введенням БК і МК пройшли виробничу перевірку та схвалені відповідними дегустаційними комісіями. Відзначено підвищення виходу, поліпшення якості готових виробів, одержано додатковий економічний ефект.

#### ВИСНОВКИ

1. Вивчено біохімічну характеристику ПВ. Показано, що вони є джерелом цінних харчових речовин, включаючи як нутрієнти, так і баластні речовини, містять 16-19 % білка, 58-62 % вуглеводів, 3,0-3,5 % ліпідів. Білок являє собою в основному лужнорозчинну фракцію /близько 30 %/, 35 % амінокислот належать до незамінних. Більша частина вуглеводів - ЛП, 60 % яких складає крохмаль.

2. Встановлено, що найбільш ефективним методом виділення білків із ПВ є лужна екстракція. Методом математичного моделювання визначені оптимальні параметри процесу екстракції білка:  $T=55^{\circ}\text{C}$ , ГМ 1:10,  $\tau=2$  год, концентрація екстрагенту /NaOH/ - 0,2 %. Одержаний БК містить /%/: білка - 78,6; крохмалю - 17,3; жиру - 0,7; золи - 1,8. Вихід БК становить близько 17 % від висівок. БК має високу харчову цінність, його білки містять повний набір незамінних амінокислот, ліпіди багаті есенційними поліненасиченими жирними кислотами - 0,77 %, водорозчинні вітаміни /мкг/г/:  $V_1 - 0,3$ ;  $V_2 - 0,1$ ; РР - 4,0. Вивчено ФВ концентратів: жироемульгуюча, водо- та жиротримуюча здатність - 98,5; 503 і 127 % відповідно, стабільність емульсії - 98,6 %, коефіцієнт розчинності азоту - 27,5 %.

3. Встановлено, що обмежений ферментативний гідроліз білків мікробними протеазами /ДН=10-15 %/ поліпшує їх розчинність і жиротримуючу властивість. Розроблено математичну модель процесу протеолізу БК. Встановлено оптимальні параметри: доза протосубтиліну Г20х - 2...4 од ПС/г,  $T=50^{\circ}\text{C}$ , рН 7,  $\tau=0,5$  год.

Розроблено спосіб одержання модифікованих БІ, включаючий попередній амілоліз крохмалю екстракту із наступним протеолізом білка. Встановлено основні параметри процесу амілолізу: доза амілосубтиліну ГІОх - ІО...ІВ од АС/г,  $T=70^{\circ}\text{C}$ , рН 6,3,  $\tau=0,5$  год.

4. Встановлено, що модифіковані БК і БІ мають підвищену розчинність /КРА=65 %/ і жирутримувачу здатність /206 %/. Досліджено мікробіологічні показники якості білкових продуктів, встановлено їх безпеку, розроблено режими зберігання. Встановлено, що пастоподібні БК зберігаються в охолодженому стані / $4^{\circ}\text{C}$ / 30 діб, із консервантом - 60 діб; висушені БК зберігаються при кімнатній температурі від 60 до 180 діб залежно від способу сушіння.

5. Встановлено можливість використання молочної сироватки для екстракції білка із ПВ. Показано, що одержані комбіновані продукти мають підвищену біологічну цінність за рахунок збагачення білком сироватки. Встановлено, що додаткова обробка сировини целюлолітичними ферментами збільшує вихід цільового продукту до 94 % і підвищує його жироемувачу здатність до 100 %.

6. Вивчено хімічний склад крохмалю, одержаного із ПВ. Показано, що по основним якісним показникам він близький до норм РСТ України на крохмаль пшеничний вищого гатунку. Показано ефективність проведення гетерогенного ферментативного каталізу для одержання крохмалю з підвищеною здатністю до гелеутворення. Встановлено параметри процесу: концентрація крохмалю - 15 %,  $T=50^{\circ}\text{C}$ , рН 6,3, доза амілосубтиліну ГІОх - І од АС/г,  $\tau=3$  год. Одержано модифікований крохмаль з характеристичною в'язкістю 55...60 мл/г і дужною плінністю 63...65 умовн.од., що дозволило вжити його в якості драглетутворювача в харчових продуктах.

7. Розроблено технологію комплексної переробки ПВ на основі їх фракціонування з наступним регулюванням ФВ одержаних біополімерів методами інженерної ензимології, яка дозволяє одержувати високонцентровані білки, крохмаль та їх модифіковані форми, передбачає повне використання утворених побічних продуктів.

Показано можливість використання НТЗ в якості субстрату для ферментативного оцукрювання з метою одержання підсолоджуючих харчових добавок і легкозасвоюваних кормових продуктів. Встановлено доцільність проведення ферментативного гідролізу з одночасним вирощуванням культур дріжджів для одержання кормової біомаси.

8. Проведено промислову апробацію технології виробництва БК та їх модифікованих форм. Розроблено та затверджено технічні умови на харчовий білок із ПВ і технологічну інструкцію на його виробни-

цтво /ТУ, ТІ № 569/46.72-5-92/. Одержано Висновок Київського НДІ гігієни харчування МОЗ України з токсиколого-гігієнічних досліджень про безпеку і високу біологічну цінність БКПВ. Показано можливість використання одержаних БК в конкретних харчових композиціях. Очікуваний економічний ефект від організації виробництва БКПВ при програмі виробництва 1500 т за рік становитиме 20,24 млн.крб., при цьому термін окупності складе 0,8 року.

Основні результати дисертації викладені в таких публікаціях:

1. Капрельянц Л.В., Духанина А.Р., Селич Е.Ф. Модификация растительных белков протеазами //Тез. докл. Всесоюз. конф. "Химия превращения пищевых полимеров". - Светлогорск, 1991. - С.165.

2. Чамова Ю.Д., Капрельянц Л.В., Духанина А.Р. О возможности использования белковой пшеничной пасты при производстве рубленых полуфабрикатов //Тез. докл. респ. науч.-техн. конф. "Разработка и внедрение высокоэф. ресурсосбер. технол., оборуд. и новых видов пищ. прод. в пищ. и перераб. отрасли АПК". -К., 1991. -С.378-379.

3. Применение ферментов при комплексной переработке зерна / Л.В.Капрельянц, А.Ю.Килимник, А.Р.Духанина, Н.А.Родионова //Тез. докл. Всесоюз. конф. "Достижения биотехнологии - агропромышленному комплексу". - Черновцы, 1991. -Т.І. -С.166.

4. Капрельянц Л.В., Духанина А.Р., Селич Е.Ф. Белковые модифицированные продукты из зерновых //Тез. докл. ІУ Всесоюз. конф. "Разработка комбинир. прод. питания". - Кемерово, 1991. -разд.3. -С.17-18.

5. Капрельянц Л.В., Духанина А.Р. Биотехнологические приемы переработки зерна //Тез. докл. науч. конф. "Научное обеспечение хранен. и перераб. раст. сырья в пищ. пром-сти". -М., 1991. -Ч.І. -С.5-6.

6. Капрельянц Л.В., Духанина А.Р. Белковые продукты из отрубей //Тез. докл. науч. конф. "Научное обеспечение хранен. и перераб. раст. сырья в пищ. пром-сти". -М., 1991. -Ч.І. -С.132-133.

7. Кириленко О.А., Духанина А.Р., Апостол Н.В. Микрофлора белковых препаратов растительного происхождения //Тез. докл. 52 науч. конф. посв. 90-летию ОТИШ. - Одесса, 1992. -С.40.

8. Капрельянц Л.В., Духанина А.Р. Влияние природы протеаз и глубины гидролиза на функциональные свойства модифицированных белков из отрубей //Тез. докл. 52 науч. конф. посв. 90-летию ОТИШ. - Одесса, 1992. -С.201.

9. Капрельянц Л.В., Духанина О.Р. Регулювання функціональних властивостей рослинних білків ферментами //Тез. доп. УІ Укр. біох. з'їзду. -К., 1992. -С.21.

10. Капрельянц Л.В., Духанина А.Р. Белковый обогатитель. - Одесса, 1992. -2 с. - /Инф.Л./ОЦНТИ № 92-092/.

11. Духанина О.Р. Харчовий білковий збагачувач //Харчова і переробна пром-сть. -К., 1992. -№ 8. -С.21.

12. Капрельянц Л.В., Середницький П.В., Духанина А.Р. Белковые продукты из нетрадиционного растительного сырья: Обзор. инф.-М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. -1992. -43 с.

13. Духанина А.Р. Перспективы биохимической переработки вторичного растительного сырья //Тез. докл. 53 науч. конф. ОТИШ. - Одесса, 1993. -С.238.

14. Капрельянц Л.В., Журлова Р.В., Духанина О.Р. Використання білкових концентратів із зернових при приготуванні продуктів громадського харчування //Харчова і переробна пром-сть. -К., 1993. -№ 6. -С.45.

