Український державний університет харчових технологій

На правах рукопису

РИБНІКОВА Алла Володимирівна

УДК 664.664.4

Розробка технології виробництва хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом білків рослинного та тваринного походження

Спеціальність 05.18.01 - технологія хлібопекарських, макаронних, кондитерських продуктів та харчоконцентратів

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук

Київ - 1995

Роботу виконано в Одес

Наукові керівники

Л.І.Карнаушенко
- доктор технічних наук, професор, академік УТА
О.П.Чагаровський

Офіційні опоненти
- доктор технічних наук, професор УДУХТ В.Ф.Доценко
- кандидат технічних наук, ст.науковий співробітник УкрНДІпродмашу Волкова Г.А.

Провідна організація - державне підприємство "Одесахліб"

Захист відбудеться "29" листопада 1995 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої ради Д01.15.01 Українського державного університету харчових технологій, аудиторія А-311

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Автореферат розіслано "27" жовтня 1995 р.

Запрошуємо Вас взяти участь у засіданні спеціалізованої ради або надіслати відгук у двох примірниках, затверджений печаткою організації, за адресою:

252017, Київ - 17, вул. Володимирська, 68.

Вчений секретар спеціалізованої ради, доцент О.І.Семенова

Загальна характеристика роботи

Актуальність теми. На сучасному етапі перед хлібопекарною промисловістю стоять проблеми забезпечення людини хлібобулочними виробами підвищеної якості і біологічної цінності, розробки виробів лікувально-профілактичного призначення, удосконалення асортименту хліба, раціонального використання сировинних ресурсів. Тому постає потреба створення нових технологій виробництва хлібобулочних виробів, які найбільш повно відповідатимуть сучасним вимогам нутріціології.

Хлібобулочні вироби часто характеризуються низькою біологічною цінністю, тому що вони мають підвищений вміст вуглеводів, а білки хліба не збалансовані за амінокислотним складом.

Завдяки науковим роботам Ауермана Л.Я., Дробот В.І., Доценко В.Ф., Карнаушенко Л.І., Козьміної Н.Т., Корячкіної С.Я., Кретович І.Е., Спаріна В.О., Пащенко Л.І., Поландової Р.Д., Попадич І.О. Пучкової Л.І., Ройтера І.М., Токарової Р.Р., Циганової Т.Е. та інших дослідників зроблено значний внесок у розробку наукових і практичних основ нових технологій виробництва хлібобулочних виробів підвищеної якості, харчової та біологічної цінності.

В зв'язку з цим використання збагачених білкових препаратів, які отримуються з вторичної харчової сировини за допомогою ефективних сучасних способів, та є джерелом цінних біологічно активних речовин, заслуговує на увагу фахівців АПК. Слід вказати, що ці багаті на білок препарати також вносять значний внесок у вирішення проблеми переробки борошна низької хлібопекарської якості.

Перспективним напрямком підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів може бути поєднання білків рослинного та тваринного походження з урахуванням функціональних особливостей кожного білка. Білок рослинного походження - соєвомакуховий білковий

ізолят /СМБІ/ - отримують за новим методом лужної екстракції, який розроблено в ОДАХТ. СМБІ містить в значній кількості білок, а також поліненасичені жирні кислоти при відсутності вуглеводів. Білок тваринного походження - ультрафільтраційний концентрат сироваткових білків /КСБ-УФ/, який отримується за допомогою мембранних методів, що дозволяють зменшити екологічну напруженість навколишнього середовища. Використання сироваткових білків дає змогу одержати харчові продукти з бажаним хімічним та збалансованим амінокислотним складом. КСБ-УФ є джерелом повноцінного білку і при цьому містить незначну кількість вуглеводів та мінеральних речовин.

Виконана робота присвячена актуальній проблемі - розробці технології виробництва хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності з використання соєвомакухового білкового ізоляту та ультрафільтраційного концентрату сироваткових білків.

Мета і задачі досліджень. Розробка технології виробництва хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом білку з використанням соєвомакухового білкового ізоляту /СМБІ/, який отримується методом лужної екстракції та концентрату сироваткових білків /КСБ-УФ/, що отриманий мембраннимі методами.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити слідуючі задачі:

- обгрунтувати вибір харчових білкових добавок, які відповідають сучасним вимогам нутріціології, на підставі вивчення їх хімічного складу, фізіко-хімічних та технологічних показників;
- теоретично обгрунтувати та експериментально розкрити механізм взаємодії білків добавок з білками тіста;
- дослідити вплив білкових добавок на хлібопекарські властивості пшеничного борошна;
- виявити вплив білкових добавок на реологічні властивості тіста,

біохімічні та мікробіологічні процеси, які виникають під час тістоприготування;

- вивчити вплив білкових додатків на якість виробів у процесі зберігання;

- визначити харчову та біологічну цінність хлібобулочних виробів з використанням соевомакухового білкового ізоляту та ультрафільтраційного концентрату сироваткових білків;

- оптимізувати технологію виробництва хлібобулочних виробів з використанням білкових додатків;

- упровадити результати досліджень у виробництво і розрахувати економічну ефективність.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що:

- науково обгрунтовано механізм взаємодії білків додатків з білками тіста, який здійснюється шляхом тіол-дисульфідного обміну;

- виявлено взаємозв'язок зміни хлібопекарських властивостей борошна, реологічних властивостей напівфабрикатів, біохімічних, мікробіологічних процесів, які мають місце під час тістоприготування в залежності від кількості СМБІ та КСБ-УФ і технологічних умов приготування тіста;

- визначено вплив додатків СМБІ та КСБ-УФ на зміну фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників готових виробів, на їх харчову та біологічну цінність, а також на процеси черствіння хліба;

- науково обгрунтовано та оптимізовано технологію виробництва хлібобулочних виробів з використання СМБІ та КСБ-УФ, яка дозволяє стабілізувати високу якість хліба незалежно від хлібопекарських властивостей борошна.

За матеріалами досліджень подано дві заявки на патенти України № E31706590 від 23.10.93 р. та № 95010327 від 24.04.95 р.

На захист виносяться такі наукові положення:

- теоретичне обгрунтування механізму взаємодії білків додатків з білками тіста;
- визначення впливу додатків на хлібопекарські властивості борошна, на реологічні, біохімічні, мікробіологічні властивості напівфабрикатів;
- встановлення впливу додатків на фізіко-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники якості готових виробів, харчову та біологічну цінність хліба;
- стабілізування високої якості продукції шляхом комплексного використання СМБІ та КСБ-УФ.

Практична цінність роботи. Розроблена та затверджена нормативно-технічна документація /рецептура, ТІ, ТУ/ на виробництво батона "Сніданковий збагачений" з використанням СМБІ та КСБ-УФ.

Запропонована технологія виробництва батона "Сніданковий збагачений" впроваджена на державному підприємстві "Одесахліб" з очікуваним економічним ефектом 4 471 200 373 крб. в рік / в цінах на травень 1995 року/.

Апробація роботи. Результати досліджень доповідались та отримали позитивну оцінку на щорічних конференціях професорсько-викладацького складу ОДАХТ /Одеса, 1993-1995 рр./, а також на науково-практичній конференції "Розробка та впровадження нових технологій у харчову та переробну галузі АПК" /Київ - 93 р./, на науково-практичній конференції "Перспективи розвитку масового харчування і торгівлі в умовах переходу до ринкової економіки" / Харків- 94р./, на І-й національній науково-практичній конференції "Хлібопродукти-94" /Одеса - 94 р./, у працях Дженьчжоузького інституту легкої пром-ті /Китай - 95 р./, у журналі "Харчова та переробна промисловість" /Київ - 95 р./.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 12 друкованих робіт, а також подано 2 заявки на видачу патентів України.

Структура та обсяг роботи. Дисертацію викладено на 165 сторинках друкописного тексту і вона вміщує 18 малюнків, 40 таблиць, 2 додатки. Складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури, що містить 126 найменувань.

Основний зміст роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність роботи.

В першому розділі здійснено огляд науково-технічної вітчизняної та зарубежної інформації по проблемах підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів, проведено аналіз робіт з використання додатків з різними функціональними властивостями. Розглядаються праці вчених Ауермана Л.Я., Дробот Б.І., Доценко В.Ф., Карнаушенко Л.І., Корячкіної С.Я., Поландової Р.Д., Пучкової Л.І., Патта В.А., Ройтера І.М., Токаревої Р.Р., Циганової Т.В.

На основі аналізу літературних джерел визначено мету та задачі досліджень.

У другому розділі викладено теоретичні положення можливого механізму взаємодії білків СМБІ та КСБ-УФ з білками тіста. В цьому зв'язку виконано огляд робіт Ауермана Л.Я., Бейлі Дж., Гауровіца Ф., Торчинського Ю.М. та інших, які гадають, що групи, які містять сірку, вносять значний внесок до реакційної здатності макромолекул білків, стабілізацію їх структури та функціональні властивості.

Розчинність білків, їх гормональна, фізіологічна, біологічна та ферментативна активність залежить від різних атомних груп на поверхні молекул, від просторового розміщення і характеру згортання поліпептидних ланцюгів. В такому разі вивчення просторової структури білкових макромолекул та розподілення їх функціональних груп

є одним з основних завдань хімії білка.

Серед функціональних груп білкових молекул високою реакційною здатністю володіють групи, що містять сірку. Сірка, яка міститься у білках, належить до сульфгідрильної групи цистеїну, дісульфідної групи цистіну та тіоефірної групи метіоніну.

Розглянута роль сульфгідрильних та дісульфідних групп у створенні специфічної для кожного білка конформації пептидних ланцюгів і стабілізації макроструктури білків.

Співіснування сульфгідрильних та дісульфідних груп у білках пшениці створює потенційну нестабільність, яка обумовлена можливістю проходження реакції тіолдісульфідного обміну. Абсолютний вміст та співвідношення сульфгідрильних та дісульфідних груп у білках різних сортів борошна змінюється, але кількість дісульфідних груп значно перевищує кількість сульфгідрильних групп і в білках клейковини ця різниця досягає 10 - 25 разів. Хлібопекарські властивості борошна залежать від стану та здатності білків борошна, а також від активності ферментів, інгібіторів та активаторів цих ферментів.

Знання механізму взаємодії білків тіста з білками додатків, як факторів, що впливають на хід реакції тіолдісульфідного обміну, дає можливість регулювати технологічні показники процесу тістоприготування, а також підвищити якість готової продукції.

Викладено вище дозволяє сформульовати слідуючі основні теоретичні уявлення:

- включення білків СМБІ до тіолдісульфідного обміну, який проходить у тісті, сприяє зміцненню структури тіста, збільшенню водопоглинальної здатності борошна;
- включення білків КСБ-УФ до тіолдісульфідного обміну у тісті сприяє ослабленню тіста, зменшенню водопоглинальної здатності

борошна;

- комплексне використання СМБІ та КСБ-УФ нейтралізує особливості функціональних властивостей додатків та знижує активність взаємодії білків додатків з білками тіста.

В третьому розділі обгрунтовано вибір білкових додатків, викладено відомості про об'єкти досліджень, обладнання та методи проведення досліджень, розглянуто методи виділення білкових фракцій та їх перевага серед існуючих.

Проведено опис методу лужної екстракції білків соєвої макухи, який розроблено в ОДАХТ і дозволяє здобути препарат білку сої з специфічними функціональними властивостями - емульгованністю, розчинністю, водозв'язувальній та водопоглинальній здатностями. Проведено порівняння хімічного складу СМБІ і КСБ-УФ з раніш використовуваними додатками того ж походження. Порівняння з "ідеальним" білком визначило підвищену кількість амінокислот, яки містять сірку, у складі СМБІ і КСБ-УФ, а також інших незамінних амінокислот /табл.I/.

Таблиця I

Порівняння амінокислотного складу білків СМБІ та КСБ-УФ з "ідеальним"білком

Найменування	"ідеальний" білок	СМБІ		КСБ-УФ	
		А	С	А	С
Лізин	5,5	5,81	105,6	8,62	156,7
Треонін	4,0	4,19	104,7	6,91	172,8
Валін	5,0	4,60	92,0	6,97	139,4
Триптофан	1,0	0,61	75,0	1,57	157,0
Лейцин	7,0	9,12	130,2	10,22	146,0
Ізолейцин	3,5	2,92	83,7	5,39	134,8

Продовж.табл.I

I	2	3	4	5	6
Фенілаланін+тірозін	6,0	10,38	173,0	6,36	106,2
Метіонін+цистін	4,0	4,63	115,7	4,93	140,9

А - масова частина амінокислоти в білку,%

С - хімічний скор, масова частина амінокислоти до еталону ФАО/ВОЗ, %

Під час проведення експериментальних досліджень використовувалося комплекс сучасних фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних методів досліджень. Приведено перелік використаних стандартних загальновідомих методів досліджень.

При ставленні експерименту користувались методом планування повного факторного експерименту /ПФЕ 2^3/ з обробкою результатів на ЕОМ, а також традиційними методами математичного аналізу.

Приведено ілюстрації, методики та принцип дії обладнання з визначенням фізико-механічних властивостей напівфабрикатів і готових виробів, що було розроблено на кафедрі технології хлібопекарних і кондитерських виробництв в ОДАХТ.

В четвертому розділі приведені результати експериментальних даних з досліджень механізму взаємодії білків додатків з окомпонентами тіста; результати вивчення впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на хлібопекарські властивості борошна, реологічні характеристики тіста, біохімічні та мікробіологічні процеси тістоприготування, харчову та біологічну цінність хліба, мікробіологічні показники якості готової продукції та процес черствіння хліба.

На основі цих знань розроблено і проведено оптимізацію технології виробництва хліба з використанням СМБІ та КСБ-УФ.

Методами інфрачервоної спектрометрії виявлено особливості механізму взаємодії білків СМБІ і КСБ-УФ з білками клейковини, різницю у просторовій будові білкових макромолекул зразків СМБІ, КСБ-УФ та клейковини.

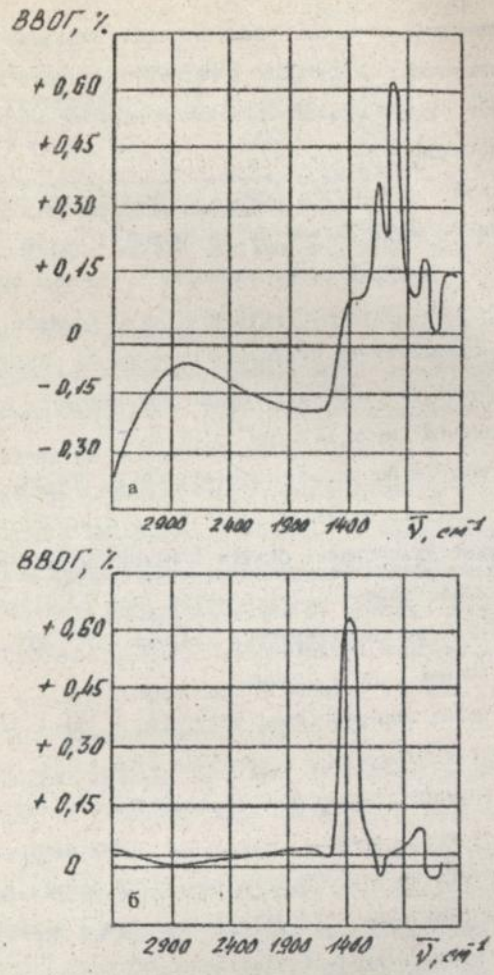
Проведено порівняння і опис ІЧ-спектрів поглинання з використанням рекомендацій Беламі Л. та Наканісі К., а також методу базисної лінії і внутрішнього стандарту з дальшим визначенням величини відносної оптичної густини /ВВОГ/. Базисна лінія - це дотична, яка проведена до мінімумів поглинання областей 3800 - 2500 $см^{-1}$ і 1800-700 $см^{-1}$. Під смугою внутрішнього стандарту вважали поглинання смуги 1450 $см^{-1}$.

Опис спектрів поглинання зразків СМБІ, КСБ-УФ та клейковини виявив наявність активних центрів, що зумовлюють специфічні функціональні властивості білків і механізм їх взаємодії.

Розрахункові диференційні спектри /мал.1/ чітко показали різницю спектральних характеристик зразків СМБІ, КСБ-УФ і клейковини у порівнянні один з одним.

Аналіз даних диференційних спектрів, а також результати визначення напівширини смуги поглинання 3400 $см^{-1}$, індексу асіметрії та індексу упорядненності дозволив підтвердити сформульовану в другому розділі гіпотезу про вплив природи збагачувальних додатків на структуру макромолекул білків клейковини, що сприяє механізму взаємодії білків додатків з білками клейковини за типом реакції тіол-дісульфідного обміну.

Експериментальні дослідження зміни амінокислотного складу клейковини з борошна з додатками СМБІ та КСБ-УФ виявили збільшення вмісту всіх амінокислот. Зокрема виявлено зрістання кількості амінокислот, що містять сірку, яким належать реакційно здатні групи. Це можливо сприяє переміщенню електронів і прото-



Мал.I. Розрахункові диференційні спектри зразків

а- СКБІ відностно КСБ-УФ;

б- клейковина відностно КСБ-УФ

нів від субстрата до акцепторів під час взаємодії білків клейковини з білками додатків.

Результати визначення розчинності клейковини, що відмивають з борошна з білковими добатками у розчинниках, які знижують сили нековалентної взаємодії макромолекул білків і розчиняють певну частину клейковини, показали зниження розчинності при додаванні СМБІ. Додання КСБ-УФ веде до зростання розчинності клейковини. Комплексне використання СМБІ та КСБ-УФ приводить показники розчинності до рівня контролю.

Вивчення віскозиметричних характеристик розчинів клейковини в оцетовій кислоті різного pH показало ріст показників ефективної в'язкості η та граничного напруження зрушення τ_r при доданні СМБІ, а також суміші СМБІ і КСБ-УФ, вплив КСБ-УФ виявився у зниженні показників τ_r та η.

Виявлена зміна розчинності та віскозиметричних характеристик дає уявлення про змінювання водневих, іонних та гідрофобних зв'язків у молекулах контактуючих білків та можливому блокуванні білків клейковини від впливу білків добатків під час комплексного використання.

Фракціонування білкових речовин тіста з виділенням водо-, соле-, спирто- та лугорозчинних фракцій залишку азоту показало, що доцавання СМБІ збільшує кількість спирто- та лугорозчинних фракцій, які складають гліадиново-глютеніновий комплекс клейковини. Внесення КСБ-УФ в основному збільшує водо- та солерозчинні фракції залишку азоту./табл.2/. Отримані дані показують можливість зміни просторової структури макромолекул, яка обумовлена функціональними властивостями білкових добатків, присутністю активних центрів, що приймають участь у реакції тіол-дісульфідного обміну.

Таблиця 2

Зміна фракційного складу білків тіста при додаванні СМБІ та КСБ-УФ

Вміст додатку, % до маси борошна	Фракційний склад білків тіста												Протеїн, %
	% від білка				% від протеїна								
	Водо- і солерозчинні	Спирто-розчинні	Лужно-розчинні	Азотний залишок	Водо- і солерозчинні		Спирто-розчинні		Лужно-розчинні		Азотний залишок	Сума розчинної фракції %	
					теор.	опит.	теор.	опит	теор	оп			
Контроль	2,0	4,42	5,50	1,3	11,9	14,7	34,0	33,8	40,5	41,4	9,9	11,92	12,9
СМБІ, 10%	2,2	4,71	7,56	1,7	13,4	13,0	32,4	32,8	46,2	46,0	9,5	14,50	16,5
КСБ-УФ, 10%	2,3	4,47	5,92	1,8	20,8	20,6	30,2	30,0	38,4	38,3	9,3	12,68	13,4

Дослідження впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на вміст водорозчинного азоту в тісті показало, що з збільшанням дозировок білкових препаратів збільшується кількість водорозчинного азоту, що, очевидно, має місце у зв'язку із зміною конформації білкових макромолекул. Можливо, що СМБІ перешкоджає пептизації, а КСБ-УФ - сприяє пептизації білків тіста.

Аналіз впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на властивості крохмалю показал, що СМБІ задержує початок клейстерізації, збільшує температуру і в'язкість суспензії. КСБ-УФ зменшує в'язкість та збільшує час і температуру клейстерізації.

Зміна йодозв'язуючої властивості крохмалю свідчить про можливість комплексоутворення полісахаридів крохмалю з білками у тісті при доданні СМБІ та КСБ-УФ. Одержані дані свідчать про гальмування амілолізу під час комплексного використання СМБІ та КСБ-УФ, тобто взаємодію активних груп додатків з ферментним апаратом борошна.

Вивчення впливу білкових додатків на показники кількості і якості клейковини дозволило зробити висновок про можливість регулювання цих показників та підтримування їх на рівні показників середньої за якістю клейковини. Експериментальні дані свідчать, що комплексне використання додатків надає можливість блокування білків клейковини від дії білкових препаратів в залежності від якості борошна. Експерименти проводились з зміною вмісту КСБ-УФ від 2 до 8 % при фіксованих кількостях СМБІ - 2,4,6,8 %. Це дало можливість виявити оптимальне співвідношення додатків близько 1 : 2.

Дослідження зміни хлібопекарських властивостей борошна при внесенні СМБІ та КСБ-УФ показало, що використання комплексу додатків дає оптимальні показники механічної обробки тіста, які

які відобразились на показниках процесу тістоутворення за даними фаринографа, волоріграфа, екстенсографа, альвеографа та міксографа.

Вивчення впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на реологічні властивості тіста показало зміну зрухових, компресійних та поверхневих властивостей тіста. Зрухові властивості тіста в процесі бродіння визначали за допомогою ротаційного віскозиметру "Реотест - 2" відразу після замішування, після першого та другого обмивання та перед формуванням тіста. Отримані реологічні рівняння тіста, яке бродить з додатками СМБІ та КСБ-УФ/табл.3/.

Таблиця 3

Реологічні рівняння тіста, яке бродить з додатками СМБІ та КСБ-УФ

Тривалість бродіння, ч	Вміст додатку у тісті, %	
	4	8
	Соевомакуховий білковий ізолят / СМБІ/	
0	τ=1550+1630 $\dot{\gamma}^{1,084}$	τ=1860+1890 $\dot{\gamma}^{1,090}$
1	τ=1340+1390 $\dot{\gamma}^{1,075}$	τ=1460+1510 $\dot{\gamma}^{1,080}$
2	τ=1030+1070 $\dot{\gamma}^{1,066}$	τ=1220+1250 $\dot{\gamma}^{1,062}$
3	τ= 710+ 760 $\dot{\gamma}^{1,054}$	τ= 960+1000 $\dot{\gamma}^{1,060}$
	Концентрат сироваткових білків /КСБ-УФ/	
0	τ=1110+1140 $\dot{\gamma}^{1,070}$	τ=820+ 840 $\dot{\gamma}^{1,067}$
1	τ= 800+820 $\dot{\gamma}^{1,050}$	τ=790+ 810 $\dot{\gamma}^{1,064}$
2	τ= 450+500 $\dot{\gamma}^{1,046}$	τ=410+ 480 $\dot{\gamma}^{1,060}$
3	τ=400 +470 $\dot{\gamma}^{1,040}$	τ=370+ 400 $\dot{\gamma}^{1,056}$
	контроль	
0	τ =1300+1220 $\dot{\gamma}^{1,074}$	
1	τ=1120+1170 $\dot{\gamma}^{1,060}$	
2	τ= 840+ 860 $\dot{\gamma}^{1,057}$	
3	τ= 490+520 $\dot{\gamma}^{1,050}$	

Представлені дані свідчать про різницю функціональних властивостей додатків: СМБІ сприяє зміцненню структури тіста під час бродіння. При цьому збільшується величина початкового опору зрушенню, коефіцієнтів витікання і консистенції у порівнянні з контролем. Додавання КСБ-УФ приводить до протилежного ефекту - розслаблення структури тіста.

Реологічні властивості тіста пов'язані з його адгезійними властивостями - чим вищі структурно-механічні показники якості напівфабрикатів, тим менша адгезія. Як свідчить аналіз результатів з визначення поверхневих властивостей тіста з додатками СМБІ та КСБ-УФ, що проведено на адгезіометрі, зниження питомої сили відриву тіста при внесенні СМБІ та зріст при внесенні КСБ-УФ свідчить про зміцнення адсорбційно і хімічно зв'язаної води у тісті з СМБІ та звільнення води у тісті з КСБ-УФ.

Дослідження впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на процес газоутворення показало, що збільшення дозировок СМБІ веде до істотного зниження об'єму CO_2. Цей факт пояснюється зниженням газопроникності та рістом газозатримуючої здатності тіста, що є результатом зміцнення структури тіста з СМБІ. Введення КСБ-УФ істотно не впливало на об'єм CO_2, але помітно підвищувало кислосність тіста за рахунок збільшення вмісту органічних кислот у складі КСБ-УФ.

Результати визначення впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на бродильну активність дріжджів, на активність протеолітичних ферментів, α- і β-амілаз у тісті виявили, що СМБІ сприяє зниженню активності ферментного апарату борошна. Це може бути обумовлено блокуванням активних центрів ферментів борошна за причиною росту кількості дісульфідних груп у тісті з додатком

СМБІ. Додавання КСБ-УФ сприяє зростанню активності ферментного апарату борошна, що, мабуть, є результатом дії сульфгідрильних груп.

З метою оптимізації технології виробництва хлібобулочних виробів з комплексним використанням СМБІ та КСБ-УФ використовували методи математичного планування експерименту з складанням повного двохрівневого трьохфакторного плану експерименту типу 2^3. Режим тістоведення вибрали на густих опарах. Кожен білковий додаток вносили у кількості 4-8 % до маси борошна у тісті. На підставі експериментальних даних про вплив додатків на хід технологічного процесу та реологічні характеристики тіста вирішено КСБ-УФ вносити в опару, а СМБІ - у тісто. В дослідженнях використовували зразки борошна різної якості: середнє, сильне та слабке. Замішування тіста проводили у місилці фаринографу. Крім змінення кількості кожного з додатків, враховували вміст клейковини у борошні, як фактору, який дає найбільший вплив на якість готового хліба. Вологість тіста змінювали у межах $42 \leqslant W_T \leqslant 44$ %.

Одержані математичні моделі пористості, формостійкості, питомого об'єму та бонітаційного числа, які є адекватними експериментальним даним, тому що коефіцієнти кореляції досить великі.

Для пористості /П/:

борошно з серед. клейк. $y_I=76,03-0,97x_I+3,71x_2+0,63x_3-2,76x_I^2-3,46x_2^2+1,69x_3^2+2,58x_Ix_2-0,4x_Ix_3+0,48x_2x_3$ при R=0,868

борошно з силь. клейк. $y_I=71,16-2,03x_I-1,05x_2+1,24x_3-2,33x_I^2-0,53x_2^2+6,15x_3^2+2,07x_Ix_2+0,31x_2x_3$ при R=0,910

борошно з слаб. клейк. $y_I=79,24+1,35x_I-2,48x_2+0,26x_3-1,92x_I^2+1,07x_3^2-1,64x_Ix_2-0,51x_Ix_3+0,28x_2x_3$ при R=0,943

Для формостійкості /Н/Д/:

борошно з серед. клейк. $y_2=0,46-0,17x_I+0,05x_2-0,06x_I^2-0,14x_2^2+$

$+0,013x_3^2-0,015x_1x_2-x_1x_3+x_2x_3$ при R=0,825

борошно з силь.клейк. $y_2=0,57-0,23x_1-0,07x_2-0,05x_1^2-0,01x_2^2+$
$+0,09x_3^2-0,018x_1x_2$ при R=0,838

борошно з слаб.клейк. $y_2=0,68+0,11x_1-0,04x_2+0,072x_1^2-0,019x_2^2+$
$+0,015x_3^2+0,02x_1x_2$ при R=0,945

Для питомого об'єму /Упит/:

борошно з серед.клейк. $y_3=12,34+1,52x_1+0,92x_2-0,16x_3-0,95x_1^2+$
$+2,18x_2^2-10,16x_3^2-1,18x_1x_2+2,44x_1x_3-0,69x_2x_3$ при R=0,865

борошно з силь.клейк. $y_3=16,05+2,38x_1-0,84x_2+0,26x_3-0,91x_1^2-$
$1,06x_2^2+8,25x_3^2+0,98x_1x_2+1,63x_1x_3-0,82x_2x_3$ при R=0,910

борошно з слаб.клейк. $y_3=10,14-3,15x_1+1,26x_2+1,02x_3+0,70x_1^2+$
$+4,08x_2^2-9,22x_3^2-3,58x_1x_3+x_2x_3$ при R=0,926

Для бонітаційного числа/БЧ/:

борошно з серед.клейк. $y_4=53,2+12,24x_1+7,33x_4-3,67x_1^2+18,98x_4^2+$
$3,02x_1x_2-5,34x_1x_4$ при R=0,976

де X_1, X_2, X_3, X_4 - закодовані значення вмісту СМБІ у тісті, КСБ-УФ у тісті, вологості тіста, вмісту сухої клейковини у борошні;

Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 - закодовані значення пористості, формостійкості, питомого об'єму та бонітаційного числа.

Отримані результати свідчать про доцільність комплексного використання СМБІ та КСБ-УФ. Встановлено, що у випадку переробки борошна доброї якості слід зменшити кількість СМБІ та збільшити кількість КСБ-УФ. При цьому оптимальне співвідношення додатків приводить до блокування білково-протеїназного комплексу борошна від впливу додатків.

Переробка борошна з сильною клейковиною при додаванні КСБ-УФ збільшує ефективність технологічного процесу внаслідок пластифікації тіста та збільшення активності протеолітичних ферментів у борошні.

Позитивні результати при переробці борошна із слабкою клейковиною можна пояснити переважаючим впливом ці1 СМБІ, який здержує процес пептизації білків тіста.

Після обробки експериментальних даних на ЕОМ отримали значення параметрів оптимізації /табл.4/.

Таблиця 4

Значення параметрів оптимізації

Зразок борошна	Координати оптимуму: У кодованому вигляді x_1	x_2	x_3	У натуральному виразі a_1	a_2	τ	Значення вихідного параметру у натуральному вигляді: П, %	Н/Д	$V_{пит}$ $см^3/г$
I	0,081	0.090	0,032	4,32	6,25	42,6	74,6	0,56	4,72
2	0,98	0,079	0,056	3,09	8,37	43,7	72,4	0,48	4,50
3	0,063	0.047	0,021	5,086	3,53	42,0	71,I	0,42	4,43

Максимальне значення бонітаційного числа 81,60 для борошна з середньою клейковиною досягається при координатах оптимума:

у кодованному вигляді:

$x_1=0,028$

$x_2=0,032$

$x_4=0,067$

у натуральному вигляді:

$a_1=4,72$

$a_2=9,15$

$\tau=42,9$

, де x_1, a_1 - вміст СМБІ, % ; x_2, a_2 - вміст КСБ-УФ, % ;

x_4 - вміст сухої клейковини у борошні;

W_T - вологість тіста, %.

Вивчення впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на процес черствіння хліба показало важливу роль цих додатків у зміні структурно-механічних властивостей м'якуші хліба. Методика ступінчатого навантаження-розвантаження зразка м'якуші хліба з подальшим поступовим збільшенням навантаження показало наступне: комплексе використання СМБІ та КСБ-УФ впливає на пружні та пластичні деформації, які ви-

никають у зразках м'якуші хліба в залежності від величини нормального напруженого стану/6/.

Дослідження реологічних властивостей суспензії м'якуші хліба з додатками СМБІ та КСБ-УФ свідчать про зниження швидкості спаду в'язкості суспензії м'якуші хліба з білковими додатками на 20-25 % нижче, чім у контролі. Вивчення швидкості ретроградації крохмалю показало зниження швидкості ретроградації крохмалю при додаванні СМБІ та КСБ-УФ. Отримані дані, очевидно, пояснюються утворенням комплексів типу білок - полісахарід, які перешкоджують втраті води зернами крохмалю та агрегації амілози та амілопектину при черствінні хліба.

Вивчення міцністних властивостей скоринки хліба при різних строках зберігання свідчить про поліпшення якості хліба з білковими додатками. Визначення зміни відтінку коліру м'якуші хліба з додатками СМБІ та КСБ-УФ вказало на зміну кольору з здобуттям кремового відтінку при комплексному використанні білкових препаратів.

Дослідження впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на склад білкових фракцій готового хліба виявив зріст вмісту всіх фракцій білку, особливо лугорозчинного. Вміст загального азоту та білка у хлібі з додатками значно збільшується. Так вміст білку у контрольному зразку хліба становить 10,41 % на сухі речовини, а у зразку опитного хліба з 4 % СМБІ та 8 % КСБ-УФ вміст білку досягає 18,38 % на сухі речовини.

Аналіз результатів визначення амінокислотного складу та розрахунок амінокислотних скорів незамінних амінокислот зразку, який містить 4 % СМБІ та 8 % КСБ-УФ, свідчить про зріст біологічної цінності хліба з білковими додатками/табл.5/.Підвищений вміст всіх незамінних амінокислот у порівнянні з конт-

ролем, уперед лізину, треонину та амінокислот, які містять сірку, дозволяє одержати збалансований за амінокислотним складом продукт харчування.

Таблиця 5

Амінокислотні скори білків хліба у порівнянні з "ідеальним" білком

Амінокислота	"ідеальний" білок	Контроль		Дослідний зразок 4 % СМБІ + 8 % КСБ-УФ	
		A	C	A	C
Лізин	5,5	2,7	49	5,7	104
Треонін	4,0	2,4	70	4,4	110
Валін	5,0	2,7	54	3,5	90
Триптофан	1,0	1,2	120	1,4	140
Лейцин	7,0	5,8	83	6,5	93
Ізолейцин	3,5	3,8	96	4,2	115
Фенілал.+тірозін	6,0	7,8	130	8,6	143
Метіонін+цистін	4,0	2,2	63	3,3	94

A - масова частина амінокислоти в білку, % ;

C - хімічний скор, масова частина амінокислоти до "ідеального" білку ФАО/ВОЗ, %

Вивчення впливу додатків СМБІ та КСБ-УФ на мікробіологічні показники якості готової продукції показало збереження нормативних показників бактеріологічного контролю зразків хліба з додатками на рівні контролю. Таким чином використання комплексу СМБІ та КСБ-УФ не справляє стимулюючої дії на життєдіяльність мікрофлори.

Проведені дослідження показали, що комплексне використання СМБІ та КСБ-УФ позитивно відображується на технології виробництва, харчовій та біологічній цінності хлібобулочних виробів.

Результати проведених досліджень стали основою для проведення виробничої апробації розробленої технології.

ВИСНОВКИ

1. Теоретично обгрунтовано механізм взаємодії білків соєвомакухового білкового ізоляту /СМБІ/ та ультрафільтраційного концентрату сироваткових білків /КСБ-УФ/ з білками тіста.

2. Експериментально підтверджені теоретичні положення взаємодії білків СМБІ та КСБ-УФ з білками тіста.

3. Запропоновано комплексне використання СМБІ та КСБ-УФ з метою зниження їх впливу на білково-протеїназний комплекс борошна, а також з метою збереження структури тіста.

4. Дослідження хлібопекарських властивостей борошна та реологічних характеристик тіста дозволило встановити, що додатки в тісто СМБІ та КСБ-УФ у розмірі 4 % та 8 % до маси борошна мають взаємокомпенсаційні функції: СМБІ стабілізує структуру тіста, КСБ-УФ - пластифікує.

5. Науково обгрунтована технологія виробництва хлібобулочних виробів з комплексним використанням білків рослинного та тваринного походження, яка забезпечує спрямоване регулювання структурно-механічних властивостей напівфабрикатів в залежності від хлібопекарських властивостей борошна для отримання оптимальних показників якості продукції.

6. Оптимізована технологія виробництва хлібобулочних виробів з комплексним використанням білків рослинного та тваринного походження. Одержані математичні моделі залежності бонітаційного числа, пористості, формостійкості, питомого об'єму хліба від кількості додатків, хлібопекарських властивостей борошна та вологості тіста.

7. Встановлено, що при комплексному використанні СМБІ та КСБ-УФ збільшується травлення хліба, а також його харчова та біологічна цінність за рахунок поліпшення збалансування аміно-

кислотного складу хліба.

8. Визначена залежність зміни пористої структури та фізико-механічних властивостей хліба від величини нормального напруженого стану хліба, дозировок білкових препаратів та строків зберігання продукції.

9. Встановлено повільнення процесу черствіння хліба та продовгування строків зберігання продукції.

10. Розроблена та стверджена нормативно-технічна документація на новий вид хлібобулочних виробів батон "Сніданковий збагачений" підвищеної біологічної цінності.

11. Проведена виробнича апробація розробленої технології на державному підприємстві "Одесахліб" з очікуваним економічним ефектом 4 471 200 373 крб. в рік /в цінах на травень 1995 року/.

Основний зміст роботи викладено в слідуючих публікаціях:

1. Карнаушенко Л.І.,Чагаровський О.П.,Рибнікова А.В. До питання підвищення біологічної цінності хліба та хлібобулочних виробів /Тез.доп.міжн.наук.-техн.конф. "Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну галузі АПК".-Київ,-1993.-с.327- 328.

2. Чагаровский А.П.,Рыбникова А.В. Использование белков молочной промышленности в производстве хлебобулочных изделий /Тез.докл. 53-й науч.конф.ОТИПП им.Ломоносова.-Одесса,№1993.-с.129.

3. Карнаушенко Л.И.,Черникова В.В.,Рыбникова А.В. Влияние концентрата сывороточных белков, получаемого ультрафильтрацией, на биологическую ценность пшеничного хлеба /Тез.докл.науч.-практ. конф. ОТИПП им.Ломоносова.-Одесса,-1993.-с.130

4. Карнаушенко Л.И.,Чагаровский А.П.,Рыбникова А.В. Влияние белковых добавок на реологические характеристики теста из пшеничной муки /Тез.докл.науч.-практ.конф.ХИОП "Перспективы развития массового питания и торговли в условиях перехода к рыночной экономике".-Харьков,-1994.-с.92.

5. Карнаушенко Л.И.,Чагаровский А.П.,Рыбникова А.В. Использование продуктов мембранной обработки молока в технологии хлебобулочных изделий /Тез.докл.54-й науч.конф. ОТИПП им.Ломоносова.-Одесса,-1994.-с.102.

6. Чагаровский А.П.,Черникова В.В.,Рыбникова А.В. Исследование адгезии теста с белковыми добавками /Тез.докл.первой национальн. науч.-практ.конф. "Хлебопродукты-94",-Одесса,-1994.-с.121.

7. Карнаушенко Л.И.,Черникова В.В.,Рыбникова А.В. Использование соевого белкового изолята при производстве хлебобулочных изделий /Тез.докл.первой национальн.науч.-практ.конф. "Хлебопродукты-94",-Одесса.-1994.-с.125.

8. Черникова В.В.,Рыбникова А.В. Влияние белковых добавок на белково-протеиназный комплекс муки /Тез.докл.первой национальн. науч.-практ.конф. "Хлебопродукты-94".-Одесса.-1994.-с.136.

9. Карнаушенко Л.И.,Черникова В.В.,Рыбникова А.В. Комплексное использование белков растительного и животного происхождения в хлебопечении /Тез.докл. 55-й науч.-практ.конф. ОГАПТ.-Одесса,-1995.-с.103.

10. Карнаушенко Л.І.,Рибнікова А.В. Хліб з соєвими білками / Харчова і переробна промисловість.-Київ.-1995-№ 8,-с.21.

11. Influence of concentrate of whey proteins, produced by the ultrafiltration method, to biological value of wheat bread. Karnaushenko L.I.,Chagarovsky A.P.,Rybnikova A.V. /в сб.трудов Дженьчжоузского ин-та легкой пром-сти,Китай,Дженьчжоу.-1995.- № 9,-с.308-310.

12. Карнаушенко Л.І.,Рибнікова А.В. Підвищення ефективності переробки борошна різної хлібопекарської якості /Тез.доп. всеукраїнської наук.-техн.конф. "Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість".-Київ.-1995-с.

13.Заявка на видачу патенту України № 5311706590 від 28.10.93 Спосіб виробництва хлібобулочних виробів /Карнаушенко Л.І., Чагаровський О.П.,Рибнікова А.В.,Іоргачова К.Г.,Садавеліс А.Д.

14. Заявка на видачу патенту України № 95010327 від 24.01.95 Спосіб виробництва хлібобулочних виробів /Карнаушенко Л.І., Рибнікова А.В., Дяконова А.К.,Іоргачова К.Г.

Рыбникова А.В. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий с повышенным содержанием белков растительного и животного происхождения.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01.-технология хлебопекарных,макаронных,кондитерских продуктов и пищеконцентратов. Украинский государственный университет пищевых технологий,-Киев, 1995.

Защищается 12 научных работ, 2 заявки на выдачу патентов Украины, которые содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния комплекса соевомыхового белкового изолята, получаемого щелочной экстакцией, и концентрата сывороточных белков, получаемого мембранными методами, на биохимические и микробиологические процессы в тесте и реологические свойства теста. Установлено, что комплексное использование соевомыхового белкового изолята и концентрата сывороточных белков позволяет регулировать структурно-механические свойства теста и получать хлеб высокого качества, повышенной биологической ценности из муки различного хлебопекарного качества.

Ключевые слова: соевомыховый белковый изолят, концентрат сывороточных белков, тесто, хлеб.

Rybnikova A.V. Working out the technology of production of bread with high content of the vegetable and animal proteins.
The thesis competing for candidate's degree in technical sciences, speciality 05.18.01. - technology of breadmaking, macaroni and confectionary. Ukranian state university of food technologies, Kiev, 1995 .
It is defended 12 scientific works and 2 application for patents which contain theoretical and experimental investigation results of the influence of the complex of soya oilcake protein isolate and ultrafiltration whey protein concentrate to biochemical and microbiological processes in dough, to structure and mechancal properties of dough.
The soya oilcake protein isolate was obtain by alkaline extraction, the ultrafiltration whey protein concentrate was obtain by membrane method.
It is stated that additive of complex of soya oilcake protein isolate and ultrafiltration whey protein concentrate provides to regulate the structure and mechanical properties of dough and obtain high quality of bread and to grow the biological value of bread.
Key words: soya oilcake protein isolate, ultrafiltration whey protein concentrate, dough, bread.

Підписано до друку 26.10.1995 р.
Друк офсетний. Формат 60x84/16.
Папір друкарський. Тираж 100 екз.
Зам. № 624.

УБЕНТЗ, 252030, Київ-30,
бульвар Тараса Шевченка, 16.