

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Шевченко Роман Іванович

УДК 664.66.022.39: 664.38-035.2

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННИХ БІЛКІВ**

Спеціальність 05.18.01 –
технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса - 2003

Дисертацією є рукопис

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,

Одеська державна академія харчових технологій,
кафедра технології хліба, кондитерських виробів та
громадського харчування, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, чл.-кор. УААН,
Дробот Віра Іванівна
Український національний університет харчових технологій,
кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів,
харчоконцентратів і зерна, завідувач кафедри

кандидат технічних наук, професор,
Калакура Марія Михайлівна,
Київський державний торговельно-економічний університет,
кафедра технології та організації громадського харчування,
завідувач кафедри

Провідна установа: Харківська державна академія технології та
організації харчування, кафедра загальної технології харчових
виробництв, Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Захист відбудеться 16.10.2003 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д
41.088.01 Одеської державної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул.
Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Одеської державної академії харчових
технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий 12.09.2003 р.

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

Гапонюк О.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Хліб, що виробляється в даний час за традиційними технологіями і рецептурами, містить низьку кількість незбалансованого по незамінним амінокислотам білка, що, в основному, і визначає його невисоку біологічну цінність.

Найбільш ефективним шляхом підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів є застосування суміші білкових ізолятів, що дає можливість підвищити біологічну цінність хлібобулочних виробів і направлено впливати на реологічні, біохімічні і мікробіологічні властивості тіста, якісні показники готових виробів. Як сировину для одержання білкових ізолятів можна використовувати макуху сої і шрот з насіння амаранту, одержувані при виробництві олії. Макуха сої містить більш 50 % високоякісного білку, що робить перспективним її використання в хлібопекарській промисловості. Амарант, на відміну від сої, є нетрадиційною культурою. Починаючи із середини 80-х років в Україні проводяться роботи із селекції нових сортів амаранту, відпрацьовуються агротехнічні прийоми культивування, розробляється спеціальна техніка для його посіву і збирання. Важливе місце в роботі, що проводиться, займають дослідження, спрямовані на використання продуктів переробки амаранту в харчовій промисловості.

В ОДАХТ розроблені технології одержання білкових ізолятів з макухи сої і шроту насіння амаранту, багатих лізином, метіоніном, треоніном та іншими незамінними амінокислотами, яких недостатньо в хлібобулочних виробках.

Для найбільш ефективного використання в хлібопеченні суміші білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої необхідно знати, у якій кількості і співвідношенні можна їх використовувати, як вони впливають на хід технологічного процесу, як змінюються структурно-механічні властивості тіста і якість хліба. На сьогоднішній день такі дослідження відсутні. Тому актуальним, своєчасним і важливим є розробка і наукове обґрунтування технології хлібобулочних виробів підвищеної біологічної цінності, збагачених комплексом білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Дослідження виконувалися відповідно до тематики науково-дослідних робіт ОДАХТ і темою 7/97-П “Теоретичні основи взаємодії біополімерів харчових продуктів з компонентами рослинної сировини як основи для розробки технологій біологічно повноцінних продуктів харчування” (№ Госреєстрації 0197U016059), що входить у координаційний план “Будова, склад, властивості і перетворення компонентів рослинної сировини як основи створення поліфункціональних добавок, збагачувачів і модулів для одержання продуктів з новими властивостями, які забезпечують продовольчу безпеку населення України” (наказ Міністерства освіти № 37 від 13.02.97.), і були спрямовані на створення високоякісних хлібобулочних виробів підвищеної харчової і біологічної цінності, збагачених сумішшю білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування і розробка технології хлібобулочних виробів на основі використання суміші білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої.

Відповідно до мети роботи вирішувалися такі задачі:

- розробити методику виділення білкових ізолятів і дати їх біохімічну характеристику;

- розробити нормативно-технічну документацію на білкові ізоляти зі шроту насіння амаранту і макухи сої;
- дослідити взаємодію компонентів тіста з біополімерами білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої;
- визначити вплив добавок білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої і їх співвідношення на хлібопекарські властивості пшеничного борошна і структурно-механічні властивості тіста, процеси спиртового і молочнокислого бродіння, що протікають при тістоприготуванні;
- встановити вплив білкових добавок і їх співвідношення на фізико-хімічні показники якості готових виробів і їх зміну в процесі зберігання;
- науково обґрунтувати, розробити й оптимізувати технологію хлібобулочних виробів на основі використання суміші білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої;
- розробити нормативно-технічну документацію на нові види виробів, провести промислову апробацію основних результатів і розрахувати економічну ефективність даної розробки.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено, що білки амаранту і сої, внаслідок взаємодії між собою, в меншій мірі зміцнюють клейковинні білки пшениці. Показано, що спільне використання білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої в тістоприготуванні приводить до зміцнення тіста і стабілізації його структурно-механічних властивостей у процесі бродіння і механічної обробки.

Вивчено вплив добавок білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої на хлібопекарські властивості борошна, реологічні властивості тіста, процеси спиртового і кислотного бродіння, що протікають при замісі тіста і наступному тістоприготуванні. Досліджено вплив параметрів технологічного процесу і різних способів тістоприготування на якість хліба з білковими добавками.

Виявлено, що добавка білкових ізолятів інтенсифікує процеси газоутворення і кислотонакопичення в тісті, що бродить, що, імовірно, обумовлено внесенням з добавками додаткового харчування для дріжджів, активаторів процесів життєдіяльності і підвищенням кислотності тіста до значення, оптимального для протікання біохімічних і мікробіологічних процесів.

На основі багатофакторного планування експериментів отримані математичні моделі процесів приготування хліба з використанням добавок білкових ізолятів при різних способах тістоприготування і проведена їх оптимізація. Це дозволило науково обґрунтувати технологію виробництва хліба з використанням білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої, що забезпечує спрямоване регулювання структурно-механічних властивостей тіста для одержання оптимальних показників якості готової продукції.

Показано, що найбільше поліпшення якості хліба досягається у випадку приготування тіста прискореним способом із внесенням 2 ÷ 3 % комплексу білкових ізолятів. Встановлено уповільнення процесу черствіння хліба, приготовленого таким способом.

Встановлено, що 7,5 % комплексу білкових ізолятів є максимальною кількістю добавки, що забезпечує одержання хліба доброї якості.

Використання білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої в технології хліба дозволяє істотно підвищити кількість білка в хлібі і підвищити його збалансованість за амінокислотним складом. Перетравність хліба, збагаченого білком, зростає.

Наукова новизна виконаної роботи підтверджується патентом України № 32129 А.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено проект нормативно-технічної документації на білкові ізоляти зі шроту насіння амаранту та макухи сої.

В результаті проведених досліджень розроблена і науково обґрунтована технологія хлібобулочних виробів на основі використання білкових ізолятів з макухи сої і шроту насіння амаранту.

Розроблено і затверджено проект нормативно-технічної документації на хліб “Обідній білковий”. Технологія пройшла промислову апробацію на хлібозаводі № 5 ОАО “Одеський коровай” з очікуваним економічним ефектом у 3 тис. грн/рік при виробленні хліба 9 т/добу. (у цінах на червень 1999 г). Дегустаційною комісією обговорена і схвалена технологія виробництва хліба “Обіднього білкового”.

Особистий внесок здобувача. Автору належить розробка й обґрунтування технології хлібобулочних виробів, збагачених білковими ізолятами зі шроту насіння амаранту і макухи сої, планування досліджень, організація експериментів і їх реалізація. Визначення впливу білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої і їх суміші на структурно-механічні властивості тіста, біохімічні процеси в тісті і якість хліба. На підставі отриманих математичних моделей визначені оптимальні параметри технологічних процесів при різних способах тістоприготування й оптимальні дозування досліджуваних добавок.

Теоретичні розробки, аналіз і узагальнення результатів досліджень проводилися разом з науковим керівником.

Розробка технології виробництва і оформлення нормативно-технічної документації на білкові ізоляти, дослідження й обґрунтування взаємодії біополімерів досліджуваних добавок з компонентами пшеничного тіста, а також визначення амінокислотного складу і перетравності білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої проведені разом зі співробітниками проблемної науково-дослідної лабораторії ОДАХТ та співробітником кафедри технології консервування Д’яконовою А.К. Визначення мікробіологічних показників якості хліба і білкових ізолятів при зберіганні проведено разом із завідуючою лабораторією кафедри біохімії і мікробіології ОДАХТ Савченко С.Н.

Внесок здобувача полягає також у публікації результатів теоретичних і експериментальних досліджень, оформленні заявки на патент.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідалися на:

- науково-практичній конференції “Сучасне хлібопечіння-99” (Росія, Москва, 1999р.);
- міжнародній конференції “Нові технології та удосконалення процесів харчових виробництв” Харківської державної академії технології й організації харчування (Харків 1999р);
- міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми якості в громадському харчуванні, готельному господарстві і туризмі” Київського державного торгово-економічного університету (Київ, 1998р);

- шостій міжнародній науково-технічній конференції “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової та переробної промисловості” Київського державного університету харчових технологій (Київ 1999р);

- міжнародній науково-практичній конференції “Хлібопродукти – 2000” (Одеса, 2000);

а також на 58÷61 наукових конференціях професорсько-викладацького складу Одеської державної академії харчових технологій (1998-2001 рр).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано – 12 наукових праць, з яких – 3 статті в наукових журналах, - 6 статей у збірниках наукових праць, - 2 тези доповідей, - 1 патент.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить – 226 найменувань (на 23 стор.), а також – 4 додатки (на 70 стор.). Загальний обсяг дисертації становить – 240 сторінок. Дисертація містить – 40 таблиць (на 21 стор.) і – 27 рисунків (на 16 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовано мету і задачі досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність роботи.

У першому розділі на підставі літературного огляду проведено оцінку біологічної цінності хліба і визначено напрямки її підвищення. Розглянуто основні види білкових збагачувачів, методики їх отримання, застосування і впливу на технологію та якісні показники хлібобулочних виробів.

Аналіз літературних джерел дозволив встановити перспективність застосування в хлібопеченні суміші білкових ізолятів, зокрема зі шроту насіння амаранту і макухи сої. Білкові ізоляти з рослинної сировини є порівняно недорогим джерелом високоякісного харчового білка і можуть значно підвищити біологічну цінність і якість хліба.

У другому розділі розглянуто основні об’єкти і напрямки дослідницької роботи, взаємодії етапів розробки технології хлібобулочних виробів з використанням рослинних білкових ізолятів (рис. 1). Наведено характеристику об’єктів, обладнання, методів досліджень як загальнонаукових, так і спеціальних фізико-хімічних, мікробіологічних та біохімічних. Об’єктом досліджень є хліб з добавкою суміші білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту сорту Шварцкопф і макухи сої, способи одержання яких розроблені в науково-дослідній проблемній лабораторії ОДАХТ і полягають у лужній екстракції з наступним осадженням у ізоелектричній точці білкових і супутніх речовин (рис. 2).

У представленій роботі білкові ізоляти використовувалися у вигляді пасти, отриманої після промивання виділених білкових речовин. Це відрізняє використовуваний спосіб від традиційних технологій одержання білкових ізолятів, що передбачають після виділення білкових речовин їх нейтралізацію і сушіння. Витяг розчинної частини білкових речовин склав 88,7 % для білкового ізоляту із макухи сої і 84,4 % для білкового ізоляту із шроту насіння амаранту, а вміст білка в продукті – відповідно 86,95 і 74,7 % у розрахунку на суху речовину. Вміст сухих речовин в отриманих продуктах – 18÷20 %.

У зв'язку з необхідністю визначення харчової безпеки використовуваних добавок і їх стійкості при зберіганні проводили мікробіологічний аналіз білкових ізолятів, що зберігалися в герметично закритій тарі протягом 6 місяців при температурі 4°C.

В результаті проведених досліджень встановлено, що білкові ізоляти підлягають зберіганню протягом 6 місяців при температурі 4°C за умови внесення в продукт 0,001% сорбату калію і протягом 1 місяця без застосування консервантів.

Визначення якості добавок, борошна, напівфабрикатів та готової продукції проводили загальноприйнятими та спеціальними методами.

Оптичні та в'язкісні властивості розчинів білкових ізолятів і тіста визначали за допомогою відповідно фотокалориметра ФК-26 і капілярного віскозиметра ВПШ-4.

Амінокислотний склад білків добавок і хліба визначали після гідролізу 20 % HCl на амінокислотному аналізаторі ААА-888 у відповідності з інструкцією до приладу.

У третьому розділі приведені результати експериментальних досліджень впливу білкових ізолятів на якісні показники напівфабрикатів та готових виробів.

Вивчено вплив біополімерів амаранту і сої на в'язкість і оптичну щільність розчинів напівфабрикатів і готових виробів хлібопекарського виробництва. При цьому крім білкових речовин, що складають основну масу білкових ізолятів, досліджували також геміцелюлози насіння амаранту, що у значній кількості переходять у білковий ізолят. Дослідження проводили з модельними зразками і пшеничним тістом. При проведенні досліджень дотримували температурні і часові параметри, що відповідали їх значенням для процесу приготування хліба.

Як показали проведені дослідження, білкові речовини добавок впливають на клейковину тіста, зміцнюючи її. Зі збільшенням вмісту білка в тісті цей вплив спостерігається на більш ранніх етапах приготування тіста. Також зроблено висновок, що визначальний вплив на зміну в'язкості і світлопоглинання здійснює взаємодія між білковими речовинами. Спостерігаєма зміна визначаємих показників свідчить, очевидно, про зміну агрегатного стану макромолекул, що виражається в деякому розрідженні тіста, що викликано, мабуть, розривом деяких поперечних зв'язків між ланцюжками макромолекул.

З метою дослідження впливу білкових ізолятів на клейковинні білки пшеничного тіста проводили відмивання клейковини із зразків тіста з добавками у відповідності із загальноприйнятою методикою. Представлені в табл. 1 дані показують, що добавка білкових ізолятів приводить до значного зміцнення клейковини, тим більшому, чим більша кількість внесеного білка. При цьому найбільшим зміцнювальним ефектом володіє білковий ізолят з макухи сої. Мінімальним зміцнювальним впливом володіє суміш білків, що, очевидно, пояснюється взаємодією білків добавок між собою. На це також вказує трохи менша кількість сухих речовин у клейковині, відмитій з тіста з доданням суміші білкових ізолятів.

Таблиця 1

Вплив добавок білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої в тісто на вміст і якість сирої клейковини

Показники якості	Масова доля добавки, % сухих речовин добавки до маси борошна
------------------	--

	Без доба- вок	Білковий ізолят із макухи сої			Білковий ізолят із шроту насіння амаранту			Суміш білкових ізолятів		
		2,5	5	7,5	2,5	5	7,5	2,5	5	7,5
Вміст сирої клейковини, %	26,2	24,9	24,5	23,8	28,9	28,0	24,1	28,9	28,8	28,6
Пружні властивості клейковини на ВДК-1, од. пр.	90	72,5	65,5	60	82,5	72,5	65	80	77,5	73,5
Пластичні властивості клейко- провини на АВ-1, с	77	125	147	185	84	110	147	74	80	90
Розтяжність над лінійкою, мм	160	130	100	80	150	130	110	160	150	140
Кількість сухої клейковини, %	9,8	10,25	10,2	10,0	11,35	11,13	9,96	10,14	10,14	10,11
Гідратаційна здатність, %	167	143	140	138	155	152	142	185	184	183

В результаті дослідження впливу білкових ізолятів та їх суміші на газоутворюючу здатність пшеничного борошна встановлено, що незначно впливаючи на показник газоутворюючої здатності борошна, добавка білкових ізолятів приводить до більш інтенсивного виділення двоокису вуглецю протягом перших двох годин бродіння тіста. При цьому легкозброджувані цукри, що присутні в тісті, зброджуються вже протягом першої години бродіння тіста, у той час як для контрольної проби зброджування власних цукрів борошна відбувається протягом 1,5÷2-х годин.

Також встановлено, що внесення білкового ізоляту зі шроту насіння амаранту, у порівнянні з добавкою білкового ізоляту з макухи сої, приводить до більш значної інтенсифікації газоутворення в тісті. Підвищення інтенсивності газоутворення на першому етапі бродіння тіста з білковими добавками може бути пояснено внесенням з добавками додаткового живлення та активаторів бродіння для хлібопекарських дріжджів і підвищенням рН тіста до його оптимального для бродіння значення.

Досліджували вплив добавки суміші білкових ізолятів на процес кислотонакопичення в пшеничному тісті, що бродить. Як випливає з експериментальних даних, приведених на рис. 2, зі збільшенням вмісту в тісті білкової добавки, початкова кислотність тіста зростає (відповідно на 14,3; 28,6 і 57,1 % при внесенні 2,5; 5 і 10 % суміші білкових ізолятів). Кінцева кислотність тіста та інтенсивність кислотонакопичення також зростають зі збільшенням кількості внесеної добавки.

Імовірно, таке значне підвищення кінцевої кислотності тіста та інтенсивності кислотонакопичення вказує на переважне зброджування цукрів тіста кислотоутворюючою мікрофлорою, що, очевидно, і є чинником, що негативно впливає на спиртове бродіння хлібопекарських дріжджів у зразках тіста зі значним вмістом білкових ізолятів.

Визначаючий вплив на якісні показники тістових напівфабрикатів має стан клейковинних білків, які значно змінюють свої властивості при доданні в пшеничне тісто білкових ізолятів. В зв'язку з цим досліджували вплив добавок на процес тістоутворення та реологічні властивості тіста. Встановлено, що добавка білкових ізолятів приводить до значного збільшення тривалості

утворення тіста, тим більшого, чим більша кількість добавки, внесеної в тісто. Так, внесення кожної з добавок у кількості 2,5 % приводить до збільшення тривалості замісу в 1,5 рази, а внесення добавок у кількості 7,5 % - у 2 ÷ 3 рази. Таке значне збільшення тривалості замісу тіста пов'язано, очевидно, з перерозподілом вологи між добавками, що мають високу вологість, і біополімерами борошна.

Добавка білкових ізолятів значно впливає на стабільність тіста. При цьому, зі збільшенням кількості внесеної добавки стійкість тіста знижується. Зниження періоду стабільності тіста зі збільшенням вмісту в ньому білкової добавки може бути пояснене тим, що перерозподіл вологи між добавкою, що містить близько 80 % вологи, і компонентами пшеничного борошна відбувається під час механічного впливу на тісто, що може негативно впливати на набрякання колоїдних речовин борошна і структуроутворення в тісті внаслідок руйнування білкових асоціатів уже на початковому етапі замісу тіста.

Дослідження впливу добавки білкових ізолятів на консистенцію тіста, що бродить, показало (рис. 3), що із внесенням суміші білкових добавок структура напівфабрикату як відразу після замісу, так і в процесі бродіння зміцнюється. Так, при внесенні в тісто 2,5 і 7,5 % комплексу білкових добавок гранична напруга зрушення зростає в порівнянні зі зразком тіста без добавок відповідно в 1,28 і 1,44 рази. При цьому до другої години бродіння розходження в значеннях граничної напруги зрушення між зразками зменшується. Більш значне зниження консистенції для зразків тіста з добавкою білкових ізолятів може бути пояснена їх більшою кислотністю, яка приводить до необмеженого набрякання гідроколоїдів пшеничного тіста, що, у свою чергу, знижує його в'язкість. Встановлено також, що з внесенням комплексної білкової добавки в тісто відбувається суттєве зниження сил адгезії. Зменшення значення питомої сили відриву досліджуваних зразків у процесі бродіння може бути пояснено збільшенням кількості міцнозв'язаної води.

Значний вплив на дозрівання тіста та його структурно-механічні властивості має рівень механічної обробки при замісі. При цьому, зі збільшенням інтенсивності замісу до деякої міри поліпшуються показники якості тіста. Оптимальний рівень механічної обробки тіста залежить від способу тістоприготування, гатунку борошна, його хлібопекарських властивостей, тривалості бродіння тіста, використовуваних добавок, тощо.

У зв'язку з цим досліджували вплив тривалості замісу тіста з різною кількістю суміші білкових добавок на хід технологічного процесу і якість хліба. Білкові ізоляти зі шроту насіння амаранту і макухи сої вносили в співвідношенні 1:1. Суміш білкових ізолятів вносили в кількості 2,5, 5 і 10 % сухих речовин добавки до маси борошна. За середню тривалість замісу прийняли час перед початком розрідження тіста, що приблизно повинно було відповідати оптимально розвинутій структурі тістового напівфабрикату. Мінімальна і максимальна тривалість замісу складала відповідно -50 і +50 % середньої тривалості замісу тіста.

Результати дослідження впливу тривалості замісу на процес газоутворення в зразках тіста з різним вмістом суміші білкових ізолятів показали, що зі збільшенням кількості внесеної в тісто добавки збільшення тривалості замісу тіста перестає здійснювати інтенсифікуючий вплив на процес спиртового бродіння. Так, якщо для зразків тіста без добавок і з добавкою 2,5 % суміші

білкових ізолятів максимальною газоутворюючою здатністю володіють зразки, замішані протягом часу t_{+50} , то для зразка з вмістом добавки в кількості 5 % максимальну газоутворюючу здатність має тісто, замішане протягом часу t_{cp} , а для зразків з вмістом добавки в кількості 10 % - t_{-50} .

Встановлено, що збільшення тривалості замісу тіста приводить до інтенсифікації кислотонакопичення, тим більш значної, чим вище вміст добавки в тісті.

Отримані дані по впливу тривалості замісу і кількості внесеної в тісто суміші білкових добавок на процеси спиртового і кислотного бродіння можуть бути цілком пояснені з погляду теорії про синергізм та антагонізм дріжджової і бактеріальної мікрофлори тіста, що бродить. Очевидно також, що значний вплив на газоутворення і кислотонакопичення здійснюють рівномірність розподілу дріжджових клітин по об'єму тістового напівфабрикату, рівень розвитку ферментативних процесів і доступність механічно порушених крохмальних зерен дії ферментів.

Досліджували вплив тривалості замісу тіста на вихід і якість клейковини Тісто замішували в місилці фаринографа фірми "Брабендер" протягом часу t_{-50} , t_{cp} і t_{+50} ($t_{\pm 50}$ – відповідно ± 50 % тривалості замісу до початку розрідження), відмивали і визначали якісні показники відповідно до загальноприйнятої методики.

Як впливає з отриманих даних, тривалість замісу тіста значно впливає на кількість і якість клейковини, що відмивається з його. При цьому збільшення тривалості замісу тіста приводить до підвищення виходу сирої клейковини і збільшенню її гідратаційної здатності. Максимальний вихід сухої клейковини, у відмінності від сирої, отриманий для зразків тіста, замішаних протягом часу t_{cp} . Ці ж зразки тіста мали оптимальні структурно-механічні властивості. Отримані дані відповідають літературним і можуть бути пояснені оптимальним розвитком клейковинної структури, при якому в клейковинний каркас може включатися частина солерозчинних білків і більша кількість крохмалю.

Вплив тривалості замісу на якість хліба визначали для безопарного способу тістоприготування. Результати випічки показали, що, оптимальною тривалістю замісу є t_{cp} . Слід зазначити, що зі збільшенням кількості внесеної добавки різниця між зразками хліба, що мають різну тривалість замісу тіста, зменшується.

Досліджували вплив способу тістоприготування на якість хліба з білковими добавками. Найкращим був хліб, отриманий по безопарній прискореній технології, що підтверджує необхідність скорочення часу контакту білкової добавки з білковими речовинами тіста.

У четвертому розділі проведено математичний опис і оптимізацію технології хліба з використанням суміші білкових ізолятів. З метою дослідження процесу безопарного прискореного способу приготування хліба з добавкою білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої провели експеримент за планом ДФЕ 2^{6-2} для наступних факторів:

- білкові ізоляти зі шроту насіння амаранту (X_1) та макухи сої (X_2), (інтервал варіювання – $0 \div 5$ % СВ добавки до маси борошна);
- вологість тіста (X_3), (інтервал варіювання – $43 \div 46$ %);
- тривалість замісу (X_4), (інтервал варіювання – $5 \div 15$ хв.);
- температура бродіння тіста (X_5), (інтервал варіювання – $27 \div 33$ °С);

- тривалість бродіння тіста (X_6), (інтервал варіювання – $30 \div 120$ хв.).

Щоб виключити вплив систематичних помилок, викликаних зовнішніми умовами, застосовували випадкову послідовність при постановці дослідів, що складають матрицю експерименту. Регресивний аналіз отриманих результатів провели методом найменших квадратів для питомого об'єму хліба як показника, що найбільш повно відображає якість хліба.

Рівняння регресії після виключення незначущих коефіцієнтів має вид:

$$Y = 2,855 - 0,229X_1 - 0,570X_2 - 0,238X_3 - 0,288X_4 - 0,239X_1X_2X_4$$

Статистичну перевірку адекватності рівняння провели за критерієм Фішера. Табличне значення критерію Фішера $F_t(0,95; 10; 32) = 2,18$. Розрахункове значення критерію Фішера $F = 1,28$. Оскільки, $F < F_t$, то з імовірністю $P=0,95$ можна стверджувати, що дане рівняння є адекватним отриманим експериментальним даним.

Як впливає з представленого рівняння, для підвищення виходу процесу значення всіх значимих факторів повинні бути нижче їх середнього рівня, причому найбільшою мірою повинен знижуватися вміст білкового ізоляту з макухи сої. Очевидно, що хліб найкращої якості може бути отриманий при величинах значимих показників, що знаходяться між їх мінімальним і середнім значенням. На це вказують результати досліджень, приведених вище, а також той факт, що розрахункові значення виходу процесу при мінімальному значенні змінюємих параметрів істотно вище їхніх значень, отриманих дослідним шляхом.

Оптимізацію процесу приготування хліба, збагаченого білком, проводили методом крутого сходження (процедура Бокса-Уілсона) з урахуванням ефектів міжфакторних взаємодій для центра експерименту з метою максимального підвищення якості хліба і для досліду з максимальною кількістю білка з метою одержання хліба гарної якості з максимальним вмістом білка (при цьому значення третього і четвертого факторів прийняли рівним їх значенням на нульовому рівні, що для цих факторів є оптимальним).

Хліб найкращої якості отриманий при наступних умовах тістоприготування: заміс тіста вологістю 44,5 % з добавкою 1,64 % білкового ізоляту зі шроту насіння амаранту і 1,0 % білкового ізоляту з макухи сої протягом 9,7 хвилин і його бродіння при температурі 28,9 °C протягом 56,1 хвилин.

Максимального вмісту білка в хлібі, за умови, що його показники якості задовольняють вимогам діючих стандартів, вдалося досягти при внесенні в тісто 3,5 % білкового ізоляту з макухи сої і 4,15 % білкового ізоляту зі шроту насіння амаранту. При цьому тісто мало вологість 44,5 %, тривалість замісу складала 9,7 хв, тривалість і температура бродіння відповідно – 101 хв і 25,9 °C.

Для зразка хліба з добавкою білка в кількості 2,64 %, приготовленого у відповідності з оптимальними параметрами тістоприготування, визначали зміну деформаційних властивостей м'якушки в процесі зберігання за допомогою еластографа фірми "Лабор". Хліб аналізували через 24 і 48 годин після випічки. Для порівняння готували хліб по безопарній прискореній технології без додання білкових добавок. Згідно з експериментальними даними, хліб, приготовлений за оптимальною технологією з добавкою суміші білкових ізолятів, після 24 годин зберігання має значно більш високі показники структурно-механічних властивостей м'якушки в порівнянні з хлібом, приготовленим по тій же технології, але без внесення білкових ізолятів. Слід зазначити

значно більш високу пластичність м'якушки хліба з добавкою суміші білкових ізолятів у порівнянні з м'якушкою хліба без добавок, що може бути обумовлено його меншою стійкістю до руйнування внаслідок більшої твердості просторової структури м'якушки.

Внесення суміші білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої в співвідношенні відповідно 1,5:1 у хліб приводить до істотного збільшення загальної кількості амінокислот у хлібі - відповідно на 18,7 і 57,3 % при внесенні 2,5 і 7,5 % білкової добавки. З внесенням комплексної білкової добавки в хлібі також підвищується вміст лімітуючих амінокислот, поліпшується їх амінокислотний скор.

Важливим етапом досліджень є перевірка їх результатів у промислових умовах. Таку перевірку проводили в умовах хлібозаводу № 5 ОАО "Одеський коровай". Хліб, збагачений білком, готували на основі використовуваних на підприємстві рецептури і технології з внесенням білкової добавки у виді суспензії.

Згідно експериментальним даним, включення в рецептуру 2,6 % суміші білкових ізолятів поліпшує показники якості хліба обіднього. Так, питомий об'єм хліба збільшився 6,3 % у порівнянні з контрольним зразком, пористість – на 6,8 %. Імовірно, внаслідок збільшення кількості міцнозв'язаної води, упік дослідних зразків хліба знизився на 14 %. Також зменшилася усушка готових виробів протягом всього терміну зберігання. Так, після 12 годин зберігання усушка дослідного зразка хліба на 27 % менше, ніж усушка контрольного зразка хліба.

Встановлено також поліпшення структурно-механічних властивостей м'якушки хліба з добавкою в порівнянні з контрольним зразком.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Розроблено методику виділення білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої стосовно цілей хлібопечення і досліджений їх хімічний склад. Встановлено, що білкові ізоляти з вмістом сухих речовин (18÷20) % мають гарну перетравність і можуть зберігатися протягом 6 місяців при температурі 4 °С за умови внесення в продукт 0,001 % сорбату калію і протягом 1 місяця без застосування консервантів.
2. Розроблено проект нормативно-технічної документації на білкові ізоляти зі шроту насіння амаранту і макухи сої.
3. Досліджено взаємодію біополімерів досліджуваних добавок з компонентами пшеничного тіста. Встановлено, що взаємодія між білковими речовинами добавок і клейковинними білками пшеничного тіста має хімічну природу, на що вказує зміна фізичних властивостей розчинів клейковинних білків з добавкою білків, виділених зі шроту насіння амаранту і макухи сої.
4. Встановлено, що внесення добавок інтенсифікує процеси газо- і кислотоутворення, особливо в початковий період бродіння тіста. При цьому, внесення більш 5 % добавки до маси борошна інтенсифікує процес кислотного бродіння більшою мірою, ніж спиртового. Також експериментально доведена необхідність скорочення тривалості процесу бродіння тіста при внесенні

добавок.

5. Науково обґрунтовано поліпшення структурно-механічних властивостей тіста при внесенні білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої, що впливають на клейковинні білки пшеничного борошна. Показано, що застосування суміші білкових ізолятів дозволяє знизити зміцнювальний вплив добавок і стабілізувати реологічні характеристики пшеничного тіста в процесі його переробки.
6. Експериментально встановлене поліпшення в'язкістних і адгезійних властивостей тіста з добавкою білкових ізолятів: із внесенням добавки в'язкість тіста підвищується, а прилипання до поверхні, що огорожує, знижується.
7. Показано, що внесення білкових ізолятів не здійснює стимулюючого впливу на життєдіяльність мікрофлори хліба.
8. Дослідження змін структурно-механічних властивостей м'якушки хліба з добавкою суміші білкових ізолятів у процесі зберігання показало, що застосування суміші білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої в кількості 7,65 % не погіршує структурно-механічні властивості м'якушки хліба при зберіганні, а при внесенні їх у кількості 2,64 % до маси борошна дозволяє істотно їх поліпшити. Більш високі показники деформаційних властивостей м'якушки хліба з білковою добавкою в процесі зберігання пояснюються перерозподілом вологи в м'якушці в напрямку збільшення частки більш міцнозв'язаної, що гальмує процес ретроградації крохмалю.
9. Використовуючи методи ймовірно-статистичного дослідження отримані адекватні математичні моделі процесу приготування хліба безопарним прискореним і на великій густій опарі способами, що дозволяють направлено регулювати параметри технологічного процесу з метою одержання хліба найкращої якості.
10. Визначено оптимальні значення факторів, що найбільшою мірою впливають на хід технологічного процесу приготування тіста і якісні показники хліба. Найбільш висока якість хліба забезпечується внесенням 2,64 % суміші білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої до маси борошна в співвідношенні відповідно 1,5:1,0 і скороченням тривалості бродіння тіста перед його обробленням до (45÷60) хв. Максимального вмісту білка в хлібі, за умови, що його показники якості задовольняють вимогам діючих стандартів, можна досягти при внесенні в тісто 3,5 % білкового ізоляту з макухи сої і 4,15 % білкового ізоляту зі шроту насіння амаранту. Встановлено, що у випадку приготування тіста на великій густій опарі можливе збільшення його вологості в порівнянні з її стандартним значенням.
11. Розроблено проект нормативно-технічної документації на хліб з добавкою суміші білкових ізолятів рослинного походження. Апробація розробленої технології на хлібозаводі № 5 ВАТ “Одеський коровай” показала можливість її

застосування в промислових умовах з метою підвищення якісних показників хліба. Застосування даної технології дозволяє не тільки підвищити якість хлібобулочних виробів, але і знизити технологічні витрати, а також зменшити усушку хліба в процесі його зберігання. Показано, що при оптимальному дозуванні добавки і дотриманні оптимального режиму тістоприготування збільшується об'єм і пористість хліба, поліпшується стан м'якучки як після випічки хліба, так і в процесі його зберігання.

Економічний ефект від впровадження розробленої технології складає близько 3 тис. грн. при виробленні 9 т хліба в добу (у цінах на 1999 р.)

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ВИКЛАДЕНО У НАСТУПНИХ ПУБЛІКАЦІЯХ:

1. Карнаушенко Л.І. Застосування білків рослинного походження в хлібопечінні / Л.І. Карнаушенко, Г.Ф. Пшенишнюк, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць ОДАХТ. – Одеса, 1999. – вип. 19. – С. 57-62.

Особистий внесок здобувача: дослідження впливу добавок білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту та сої на амінокислотний склад хліба, газоутворюючу здатність борошна, структурно-механічні властивості тіста та якісні показники хліба при різних способах тістоприготування.

2. Карнаушенко Л.І. Використання рослинного білка в технології хлібобулочних виробів / Л.І. Карнаушенко, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць ОДАХТ. – Одеса, 1999. – вип. 20. – С. 67-71.

Особистий внесок здобувача: дослідження по удосконаленню технологічного процесу приготування хліба з добавкою білкових ізолятів рослинного походження.

3. Шевченко Р.І. Мікробіологічні показники білкових ізолятів з рослинної сировини / Р.І. Шевченко, Г.Д. Лукіна, С.М. Савченко // Зб. наук. праць ОДАХТ. – Одеса, 2001. – вип. 22. – С. 66-68.

Особистий внесок здобувача: дослідження мікробіологічної стійкості та санітарного стану білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту та сої та їх зміни при зберіганні. Дослідження впливу добавки білкових ізолятів на мікробіологічні показники якості хліба.

4. Влияние длительности замеса теста с белковыми добавками на технологический процесс / Л.И. Карнаушенко, Г.Ф. Пшенишнюк, А.И. Шарова, Р.И. Шевченко // Хлебопродукты. – 1999. - № 8. – С. 23-25.

Особистий внесок здобувача: дослідження впливу тривалості замісу тіста з добавкою суміші білкових ізолятів на процеси спиртового бродіння, структурно-механічні властивості тіста та якісні показники готових виробів.

5. Карнаушенко Л.І. Удосконалення технології приготування хліба, збагаченого білком / Л.І. Карнаушенко, Р.І. Шевченко // Зб. наук. праць “Нові технології та удосконалення процесів харчових виробництв”. – Харків: ХДАТОХ, 1999. – С.105-109.

Особистий внесок здобувача: проведення багатofакторного експерименту та оптимізацію параметрів тістоприготування з метою розробки технології приготування хліба, збагаченого білком.

6.Карнаушенко Л.И. Механизм взаимодействия биополимеров амаранта с компонентами пшеничного теста / Л.И. Карнаушенко, Е.Г. Иоргачева, Р.И. Шевченко // Хлебопечение России. – 2000. - № 4. – С. 32-33.

Особистий внесок здобувача: проведення модельних досліджень фізичних властивостей розчинів біополімерів білкових ізолятів по стадіям технологічного процесу приготування хліба.

7.Карнаушенко Л.И. Практическое применение изолятов белка в хлебопечении / Л.И. Карнаушенко, Р.И. Шевченко // Хлебопродукты. – 2000. - № 9. – С. 19-20.

Особистий внесок здобувача: проведення оптимізації технології приготування хліба з використанням білкових ізолятів для безопарного і на великих густих опарах способів тістоприготування з метою одержання хліба максимальної якості і з максимальною кількістю білка. Дослідження зміни адгезійних властивостей і консистенції тіста з добавкою білкових ізолятів в процесі бродіння. Дослідження зміни структурно-механічних властивостей м'якушки хліба з добавкою білкових ізолятів у процесі зберігання.

8.Karnaucenko L.I. Folosirea proteinelor din culturi de oleaginoase on industria panificaşoiei / L.I. Karnaucenko, G.F. Peenieniuk, R.I. Seveenko // Bul. inf. Int. conf. “Morarit ei panificaşoie”(Romania). – 1998. - № 3. - P. 43-49.

Особистий внесок здобувача: дослідження впливу білкових ізолятів на технологічні властивості тіста і якість хліба, приготовленого з добавкою білкових ізолятів сої та амаранту.

9.Пат. 32129 А Україна, МКИ А 21D 8/02. Спосіб виробництва пшеничного хліба / Л.І. Карнаушенко, Г.Ф. Пшенишнюк, Р.І. Шевченко. - № 98126897; Заявл. 25.12.98. Опубл. 15.12.00. Бюл. № 7-II. – 2 с.

10.Карнаушенко Л.І. Використання білків амаранту в технології хлібобулочних виробів / Л.І. Карнаушенко, Г.Ф. Пшенишнюк, Р.І. Шевченко // Праці Міжнар. наук.-практ. конф. “Проблеми якості у громадському харчуванні, готельному господарстві і туризмі”. – К. – 1998. – С. 63-65.

Особистий внесок здобувача: дослідження можливості використання в хлібопеченні білкового ізоляту зі шроту насіння амаранту.

11.Карнаушенко Л.И. Повышение эффективности обогащающих добавок при производстве хлеба / Л.И. Карнаушенко, И.В. Солоницкая, Р.И. Шевченко // Тез. докл. 2-ой междунар. конф. “Современное хлебопекарное производство и перспективы его развития (Современное хлебопечение - 99)”. – М.. – 1999.– С. 57–60.

Особистий внесок здобувача: розробка технології хлібобулочних виробів з використанням білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і сої.

12.Карнаушенко Л.І. Розроблення технології приготування хліба, збагаченого білком, на основі методів математичного планування / Л.І. Карнаушенко, Р.І. Шевченко // Мат. 6-ї міжн. наук.-техн. конф. “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості, Ч. II”. – К.: УДУХТ, – 2000. – С. 69-70.

Особистий внесок здобувача: проведення багатофакторного експерименту з отриманням

адекватної математичної моделі процесу тістоприготування і її оптимізація.

АНОТАЦІЯ

Шевченко Р.І. Розробка технології хлібобулочних виробів з використанням рослинних білків. – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.18.01 - технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів. – Одеська державна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2003.

Дисертація присвячена розробці технології хлібобулочних виробів з використанням білків рослинного походження – білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту і макухи сої.

Досліджено вплив добавки білкових ізолятів зі шроту насіння амаранту та макухи сої на стан клейковинних білків пшеничного борошна, процеси спиртового і кислотного бродіння пшеничного тіста, його реологічні властивості та якісні показники хліба. Вивчено вплив тривалості замісу тіста з добавкою білкових ізолятів і способу тістоприготування на хід технологічного процесу та якість хліба.

Отримані математичні моделі процесів приготування хліба з добавкою суміші білкових ізолятів безопарним прискореним та на великій густій опарі способами. Розроблені та оптимізовані технології приготування хліба з використанням суміші білкових ізолятів.

Ключові слова: білковий ізолят, амарант, соя, хліб, клейковина, тісто, якість.

АННОТАЦИЯ

Шевченко Р.И. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием растительных белков. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 - технология хлебопекарных продуктов и пищевых концентратов. – Одесская государственная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2003.

Диссертация посвящена разработке технологии хлебобулочных изделий с использованием белков растительного происхождения – белковых изолятов из шрота семян амаранта и жмыха сои.

На основе системного анализа технологических процессов хлебопекарного производства, обобщения теоретического и экспериментального материала установлено целесообразность обогащения хлебобулочных изделий, особенно из “слабой” муки, смесью белковых изолятов из вторичного сырья масложировой промышленности, а именно шрота семян амаранта и жмыха сои. Разработаны технологии производства хлеба с использованием этих добавок.

Установлено, что взаимодействие между белковыми веществами добавок и клейковинными белками пшеничного теста, очевидно, имеет химическую природу, на что указывает изменение физических свойств растворов клейковинных белков с добавкой белковых изолятов, выделенных из шрота семян амаранта и жмыха сои.

Показано, что внесение добавок интенсифицирует процессы газо- и кислотообразования, особенно в начальный период брожения теста. При этом, внесение более 5 % добавки к массе

муки интенсифицирует процесс кислотного брожения в большей степени, чем спиртового. В связи с этим экспериментально доказана необходимость сокращения длительности процесса брожения теста при внесении добавок.

Научно обосновано улучшение реологических свойств теста при внесении белковых изолятов из шрота семян амаранта и жмыха сои. Установлено, что применение смеси белковых изолятов позволяет несколько снизить укрепляющее воздействие добавок и, за счет этого, повысить содержание белка в готовых изделиях.

В результате микробиологических исследований установлено, что внесение белковых изолятов не оказывает стимулирующего воздействия на жизнедеятельность микрофлоры хлеба.

Используя методы вероятностно-статистического исследования получены адекватные математические модели процесса приготовления хлеба безопарным ускоренным и на большой густой опаре способами, позволяющие направленно регулировать параметры технологического процесса с целью получения хлеба наилучшего качества.

Определены оптимальные значения факторов, в наибольшей степени влияющих на ход технологического процесса приготовления теста и качественные показатели хлеба. Наиболее высокое качество хлеба обеспечивается внесением 2,6 % смеси белковых изолятов из шрота семян амаранта и жмыха сои к массе муки в соотношении соответственно 1,5:1,0 и сокращением длительности брожения теста перед его разделкой до 60-65 мин. Максимального содержания белка в хлебе, при условии, что его показатели качества удовлетворяют требованиям действующих стандартов, можно достичь при внесении в тесто 3,5 % белкового изолята из жмыха сои и 4,15 % белкового изолята из шрота семян амаранта. Установлено, что в случае приготовления теста на большой густой опаре необходимо увеличивать влажность теста по сравнению с её стандартным значением.

Показано, что при оптимальной дозировке добавки и соблюдении оптимального режима тестоприготовления увеличивается объём хлеба, пористость, улучшается состояние мякиша как после выпечки хлеба, так и в процессе его хранения.

Апробация разработанной технологии на хлебозаводе № 5 ОАО “Одесский каравай” показала возможность её применения в промышленных условиях с целью повышения качественных показателей хлеба. Применение данной технологии позволяет не только повысить качество хлебобулочных изделий, но и снизить технологические затраты и уменьшить усушку хлеба в процессе его хранения.

Ключевые слова: белковый изолят, амарант, соя, хлеб, клейковина, тесто, качество.

THE SUMMARY

Shevchenko R.I. Development of bakery products technology with use of vegetative proteins. - the Manuscript.

The dissertation on reception of a scientific degree of candidate of technical sciences on professions bread-making product technology and food concentrate. - Odessa State Academy of Food Technologies, Odessa, 2003.

The dissertation is devoted to the development of bakery products technology with use of vegetable

protein isolates from meal of the amaranth's seeds and soy-bean meal.

Influence of the additive albuminous isolates from meal of the amaranth's seeds and soy-bean meal on a condition gluten of wheat flour, processes spirit and acid fermentation of the wheaten test, its rheological properties and quality indicators of bread is investigated. Influence of duration of mix of the dough with the additive albuminous isolates and the way of preparation of the dough on a course of technological process and quality of bread is investigated.

The received mathematical models of bread preparation processes with the additive of a mix albuminous isolates accelerated single-phase and two-phase ways. Developed technologies of bread preparation with use of a mix albuminous isolates also are optimized.

Key words: albuminous isolates, an amaranth, a soya, bread, gluten, a dough, quality of bread.