

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДВОРГЕЛІ ЛАРИСА ІВАНІВНА

УДК 664.78.613.22

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА
З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕКТИНОВМІСНИХ ПОРОШКІВ**

05.18.01 - технологія хлібопекарських продуктів
та харчових концентратів

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

Київ 2004

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор, член-кореспондент УААН
Дробот Віра Іванівна
Національний університет харчових технологій,
завідувач кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів,

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Сирохман Іван Васильович,
Львівська комерційна академія,
завідувач кафедри товарознавства продовольчих товарів,

кандидат технічних наук
Каретнікова Людмила Іванівна,
ВАТ "УкрНДІПродмаш",
старший науковий співробітник

Провідна установа: Інститут харчової хімії та технології НАН України

Захист відбудеться "___" _____ 2004 року о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033 м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033 м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий "___" _____ 2004 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.
ка

О.В. Кобилінська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Екологічно несприятливі умови життя в Україні поглиблюються одночасною дією на організм людини радіонуклідів (наслідки Чорнобильської катастрофи), важких металів, пестицидів та інших техногенних забруднювачів довкілля.

В цих умовах своєчасною є проблема розробки і впровадження технології виробництва продуктів харчування функціонального призначення, тобто продуктів, що містять інгредієнти, здатні покращувати фізіологічні процеси в організмі людини.

Ринок таких продуктів ("functional food") активно зростає в розвинених країнах світу, особливо у США та Японії. Наукове обґрунтування і розробка технології таких продуктів, у тому числі хлібобулочних, останнім часом спостерігається й в Україні.

Одним із перспективних напрямів надання хлібобулочним виробам функціональної дії є застосування продуктів перероблення овочів і фруктів, багатих на біологічно активні речовини.

Дослідженню технології хлібобулочних виробів із застосуванням продуктів перероблення плодів і овочів присвячені роботи В.І. Дробот, Л.І. Карнаушенко, С.Я. Корячкіної, Л.І. Пучкової та інших дослідників.

Подальший розвиток наукових досліджень у напрямку одержання нових продуктів перероблення овочів і фруктів з підвищеним вмістом біологічно активних речовин та розроблення технології їх використання сприятиме розширенню асортименту хлібобулочних виробів оздоровчої дії. Представниками таких продуктів є фруктові та овочеві порошки, що мають підвищений вміст пектинових речовин і нерозчинних харчових волокон.

Технологія їх розроблена в НУХТ і впроваджена на Летичівському заводі продтоварів.

Наукове обґрунтування доцільності застосування цієї сировини у хлібопекарському виробництві з метою розширення асортименту продуктів оздоровчої дії, здатних виводити з організму токсичні речовини і підвищувати його резистентність, є своєчасним і актуальним.

У зв'язку з цим метою нашої роботи стало наукове обґрунтування та удосконалення технології хліба з використанням пектиновмісних яблучного й бурякового порошоків, як джерела харчових волокон для виробництва функціональних хлібобулочних виробів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувались відповідно до тематики науково-дослідних робіт НУХТ згідно з програмою "Створення нових ресурсозберігаючих, екологічно чистих, безвідходних і маловідходних технологій, розроблення продуктів підвищеної біологічної цінності, профілактичного і лікувального, дієтичного та дитячого харчування з застосуванням нетрадиційної сировини на основі використання фізичних методів впливу", затвердженою вченою радою УДУХТ 26 лютого 1998 р., протокол № 8.

Особиста участь автора полягає в удосконаленні технології хлібобулочних виробів з пектиновмісними яблучним і буряковим порошками на основі експериментальних досліджень, виконавцем яких є автор, апробації результатів досліджень у виробничих умовах, розробленні нормативної документації.

Мета і задачі досліджень. Метою роботи було удосконалення технології хлібобулочних виробів із використанням пектиновмісних порошків для надання виробам функціональних властивостей.

У відповідності з поставленою метою були сформульовані основні задачі роботи:

- визначити хімічний склад і технологічні властивості пектиновмісних яблучного і бурякового порошків;
- експериментально встановити вплив пектиновмісних порошків на технологічний процес і якість хлібобулочних виробів та обґрунтувати їх оптимальну кількість внесення;
- оптимізувати основні технологічні параметри виробництва хлібобулочних виробів із пектиновмісними порошками;
- дослідити вплив пектиновмісних порошків на біохімічні та мікробіологічні процеси в тісті;
- теоретично обґрунтувати і експериментально встановити механізм впливу досліджуваної сировини на реологічні властивості тіста;
- на основі проведених досліджень удосконалити технологію виготовлення хлібобулочних виробів із пектиновмісними порошками;
- розробити рецептури та технологічні інструкції на виробництво хлібобулочних виробів із використанням пектиновмісних порошків і провести апробацію їх виготовлення в умовах виробництва;
- визначити харчову цінність, комплексоутворювальну здатність та радіозахисні властивості виробів із пектиновмісними порошками;
- визначити економічну та соціальну ефективність застосування пектиновмісних порошків у хлібопекарському виробництві.

Об'єкт дослідження - технологія хлібобулочних виробів.

Предмет дослідження – пектиновмісні порошки, показники якості тіста і хліба, функціональні властивості виробів.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтована і експериментально підтверджена ефективність застосування у хлібопекарському виробництві пектиновмісних яблучного й бурякового порошків з метою розроблення нових видів хліба з функціональними властивостями.

Визначено хімічний склад, технологічні та комплексуювальні властивості яблучного і бурякового пектиновмісних порошків, їх вплив на основні процеси виготовлення хлібобулочних виробів.

Вивчений вплив пектиновмісних порошків на реологічні властивості тіста.

Встановлено, що пектиновмісні яблучний та буряковий порошки підвищують в'язкість і формоутримувальну здатність, погіршують еластичність тіста, що призводить до зниження його газопроникливості і, як наслідок, до зменшення об'єму хліба та його пористості. Це є результатом взаємодії пектинових

речовин пектиновмісних порошків з біополімерами тіста, що доведено шляхом вивчення мікроструктури тіста.

Аргументовано й експериментально доведено, що хлібобулочні вироби з пектиновмісними порошками здатні виводити з організму токсичні речовини і їх слід відносити до виробів з функціональними властивостями.

Методом експериментально-статистичного моделювання розроблені математичні моделі та створені їх графічні інтерпретації, за допомогою яких можна здійснювати вибір параметрів технологічного процесу, що забезпечує оптимальну якість хліба.

Обґрунтовані та покладені в основу удосконалення технології хлібобулочних виробів із пектиновмісними порошками теоретичні й практичні аспекти використання цієї сировини.

Практичне значення одержаних результатів. Запропонована технологія виробництва хлібобулочних виробів із яблучним і буряковим порошками з підвищеним вмістом пектинових речовин і харчових волокон. Впровадження у виробництво цієї сировини буде сприяти розширенню сировинної бази й асортименту виробів із функціональними властивостями.

На основі результатів досліджень затверджені рецептури та технологічні інструкції по виробництву двох видів хлібобулочних виробів - з яблучним і буряковим пектиновмісними порошками.

Матеріали досліджень використовуються в навчальному процесі.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведені експериментальні дослідження по вивченню технологічних властивостей яблучного і бурякового пектиновмісних порошків, їх вплив на процеси, що відбуваються під час виготовлення тіста. Експериментально встановлено оптимальне дозування цієї сировини.

Розроблено математичну модель вибору параметрів технологічного процесу для забезпечення оптимальної якості хлібобулочних виробів. Обґрунтовано механізм впливу досліджуваних порошків на структурно-механічні властивості тіста.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень проведені спільно з науковим керівником, д.т.н., проф., чл.-кор. УААН В.І. Дробот. Хімічний склад пектиновмісних порошків вивчено разом з к.т.н. І.О. Крапивницькою. Дослідження форм зв'язку вологи в хлібі було виконано спільно зі співробітниками Інституту колоїдної хімії та хімії води. Дослідження мікроструктури тіста проведені спільно із співробітниками Інституту ботаніки. Радіозахисні властивості виробів визначені у лабораторії внутрішнього опромінення Наукового центру радіоційної медицини АМН України. Внесок здобувача полягає також у підготовці публікацій наукових статей.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на наукових конференціях студентів, аспірантів і молодих вчених (м. Київ, НУХТ 2002, 2003, 2004 рр.), Всеукраїнській науково-практичній конференції (м. Полтава, 2003 р.), Міжнародній науково-практичній конференції (м. Харків, 2003 р.), Міжнародній науково-практичній конференції (м. Київ, НУХТ 2003 р.).

Результати роботи апробовані та підтверджені в умовах ВАТ "Свалявський хлібокомбінат".

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 7 наукових робіт, з них 4 - у фахових виданнях, 3 – тези наукових конференцій.

Структура дисертації. Робота складається із вступу, шести розділів, висновків, списку бібліографічних джерел із 220 назв і додатків. Основні матеріали викладені на 143 сторінках друкованого тексту, містять 20 рисунків і 30 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ВСТУП. Обґрунтована актуальність теми досліджень, визначено мету досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення роботи.

РОЗДІЛ 1. Необхідність і шляхи надання хлібобулочним виробам функціональних властивостей (огляд літератури).

Проаналізовано шляхи забруднення харчових продуктів токсичними речовинами в існуючих умовах екологічного неблагополуччя. Розглянута сучасна концепція застосування фізіологічно функціональних продуктів з метою запобігання шкідливому впливу токсичних речовин на здоров'я людини. Визначені основні інгредієнти, що надають харчовим продуктам функціональних властивостей.

Детально розглянуті джерела харчових волокон як функціональних інгредієнтів.

Проаналізовано наукові праці вітчизняних і закордонних авторів щодо шляхів збагачення хліба харчовими волокнами і, зокрема, використання з цією метою пектиновмісних фруктових і овочевих порошоків. Показана перспектива використання у хлібопекарському виробництві яблучного і бурякового порошоків з високим вмістом пектинових речовин і харчових волокон, одержаних за технологією, розробленою в НУХТ, з метою створення виробів, що мають функціональні властивості.

РОЗДІЛ 2. Об'єкти і методи досліджень.

Викладені відомості про об'єкти, методи досліджень і матеріальну базу. Наведено блок-схему комплексних досліджень удосконалення технології хлібобулочних виробів з ПВП (рис. 1).

Під час проведення експериментальних досліджень використовували 5 партій пшеничного борошна першого сорту, середнього за силою, що відповідало вимогам ГСТУ 46.004-99, 3 партії пектиновмісних яблучного (ЯПП) і бурякового (БПП) порошоків (ПВП) (ТУ У 18019595-35-98), дріжджі пресовані, сіль, цукор, жир, що відповідали стандартам якості.

Якість сировини, напівфабрикатів і готової продукції визначали загальноприйнятими та спеціальними методами.

Вміст пектиновмісних речовин в ПВП визначили за пектатом кальцію, ступінь метоксилювання - титрометричним методом. Вміст нелетких органічних кислот у тісті визначали методом М.І. Княгінічева і Г.О. Дерновської-Зеленцової.

Структурно-механічні властивості напівфабрикатів оцінювали за допомогою валориграфа ОА.203 (Угорщина), ротаційного віскозиметра "Реотест-2". Мікроструктуру тіста досліджували за допомогою електронного скануючого

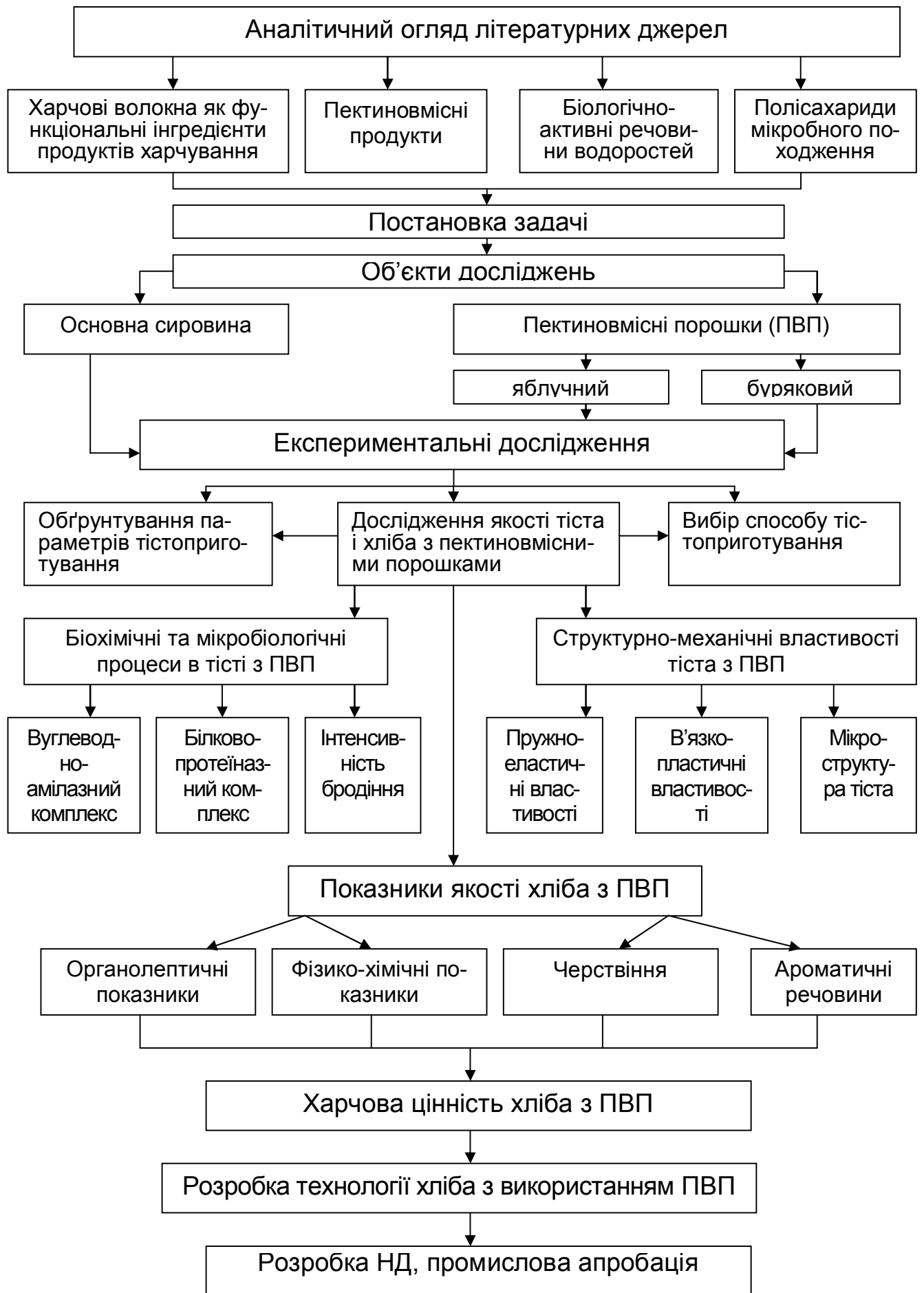


Рис.1 Блок-схема досліджень

мікроскопу ІЕ02 ISMM-200. Вуглеводно-амілазний комплекс характеризували за даними амілографа Брабендера.

Черствіння виробів визначали за зміною структурно-механічних властивостей м'якушки за допомогою пенетрометра АП-4/1, набухання її у воді за методом Катда. Дослідження форм зв'язку вологи м'якушки проводили на дериватографі Q-1000.

Вміст ароматичних речовин у хлібі оцінювали за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук. Комплексоутворювальну здатність виробів з пектиновмісними порошками щодо свинцю визначали полярографічним методом.

Хімічний склад хліба розраховували за методикою ВНДХП. Оптимізацію параметрів технологічного процесу проводили методом ЕСМ. Задачі класу технологія - властивість (Т - Q) розв'язували за допомогою повного факторного експерименту.

РОЗДІЛ 3. Дослідження впливу пектиновмісних яблучного і бурякового порошоків на технологічний процес і якість хліба.

Вивчено хімічний склад і технологічні властивості ПВП. Встановлено, що поряд з високим вмістом пектинових речовин: у ЯПП – 16,6%; у БПП - 21,1%, у їх складі міститься клітковини і геміцелюлози 51,0 і 57,0 % відповідно, білкових речовин трохи більше за 1,5 %; цукрів: у ЯПП - 4,8 %, а в БПП - 3,8%. ЯПП і БПП мають високу кислотність. Вміст органічних сполук у перерахунку на молочну кислоту складає 3,1 і 3,6 %, відповідно, водопоглинальна здатність ЯПП - 9,2, а БПП - 10,8 г/г. Комплексоутворювальна здатність щодо свинцю 195 і 336 мкг/1г.

Визначали технологічно можливу кількість внесення ПВП у тісто, що забезпечує одержання виробів з достатніми споживчими властивостями.

ПВП дозували у кількості 1-7 % до маси борошна в тісті.

Встановлено (табл. 1), що в разі внесення ПВП підвищується початкова кислотність тіста, інтенсифікується кислотонакопичення в процесі його дозрівання. Це є наслідком високої кислотності ПВП, активізації гідролітичних процесів і процесу бродіння.

Підвищення кислотності корелює зі зниженням рН тіста. Тривалість дозрівання тіста з ПВП скорочується, покращується формоутримувальна здатність тістових заготовок. Вплив БПП проявляється більш виразно, ніж ЯПП, внаслідок більшого вмісту в ньому пектинових речовин з нижчим ступенем метоксильованості і вищої кислотності.

За умови дозування ПВП у кількості 1 % до маси борошна якість хліба покращується, при внесенні 3 % до маси борошна - незначно знижується об'єм і пористість хліба, м'якушка стає менш пружною, пори товстішими. У разі внесення 5 і 7 % ПВП показники якості хліба погіршуються в більшій мірі. Причиною цього може бути зменшення газопроникливості тіста, що обумовлюється його високою в'язкістю.

М'якушка хліба з ЯПП затемнюється тим більше, чим більше дозування порошку. Поряд з цим ПВП сприяють покращанню формостійкості хліба.

Зважаючи на вплив ПВП на якість хліба, оптимальним визнано дозування ЯПП і БПП у кількості 3 % до маси борошна в тісті. У разі розроблення спеціальних видів хліба - 5 % до маси борошна.

Таблиця 1

Вплив яблучного і бурякового пектиновмісних порошоків на показники технологічного процесу і якість хліба

Показники	Контроль без добавок	Додано ЯПП, % до маси борошна				Додано БПП, % до маси борошна			
		1	3	5	7	1	3	5	7
Тісто									
Кислотність, град:									
початкова	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,2	2,5	2,8	3,0
кінцева	2,8	3,0	3,4	3,6	3,8	3,2	3,5	3,8	4,0
рН:									
початкова	6,33	6,12	6,03	6,01	5,98	6,03	5,93	5,88	5,85
кінцева	6,19	5,96	5,83	5,78	5,73	5,89	5,72	5,63	5,59
Тривалість бродіння, хв	170	160	140	130	130	170	140	130	120
Газоутворення за час бродіння і вистоювання, см ³ /100 г	524	552	560	570	585	540	556	568	580
Розпливання кульки тіста, %	180	176	161	156	154	165	160	154	152
Хліб									
Питомий об'єм, см ³ /г	3,20	3,26	3,12	3,00	2,80	3,24	3,10	2,95	2,70
Формостійкість, Н/D	0,40	0,42	0,46	0,48	0,49	0,42	0,46	0,48	0,50
Пористість, %	73	73	71	70	68	73	71	69	67
Кислотність, град.	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	2,8	3,2	3,4	3,6
Деформація м'якушки через 4 год., од. пенетрометра:									
загальна	84	83	81	77	73	82	79	74	71
пластична	74	73	72	68	65	72	70	65	63
пружна	10	10	9	9	8	10	9	9	8
Стан поверхні	Гладка, без тріщин і підривів			Нерівна		Гладка, без тріщин і підривів		Нерівна	
Колір м'якушки	Світла		Незначно затемнена	Виразно затемнена		Світла		Незначно затемнена	
Структура пористості	Тонкостінна		Середня	Товстостінна		Тонкостінна	Середня	Товстостінна	

Дослідження показали, що покращанню якості хліба з ПВП сприяє попереднє замочування порошоків у воді протягом 20-30 хв. Це, очевидно, зумовлене тим, що попередньо гідратовані пектин і клітковина ПВП в меншій мірі впливають на набухання білків тіста, тому краще розвивається його об'єм під час дозрівання і при випіканні, внаслідок цього покращується об'єм хліба.

Встановлено, що підвищення інтенсивності механічного оброблення тіста під час замішування сприяє покращанню якості виробів з ПВП за об'ємом, пористістю, еластичністю м'якушки. Це може бути наслідком поглиблення набухання біополімерів тіста та інтенсифікації біохімічних процесів, що зумовлює покращання еластичності тіста.

Експериментально встановлено можливість використання ПВП як при опарному, так і безопарному способах приготування тіста, проте, при опарному способі об'єм хліба, пористість, стан м'якушки дещо кращі.

Як технологічний захід, що покращує якість виробів, у тісто з ПВП вносили цукор і жир. Внесення цієї сировини сприяло покращанню еластичності тіста, пористості та смакових якостей хліба.

Методом експериментально-статистичного моделювання визначали залежність формостійкості (Y_1) і питомого об'єму (Y_2) хліба з ЯПП від вологості тіста (X_1), тривалості замісу (X_2) і тривалості бродіння (X_3). Внаслідок обробки експериментальних даних, отримано наступні адекватні рівняння регресії:

$$Y_1 = 0.473225 + 0.008063 \cdot X_1 + 0.026695 \cdot X_2 + 0.000990 \cdot X_3 + 0.012443 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0.007135 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0.002421 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0.002907 \cdot X_1^2,$$

$$Y_2 = 3.208069 - 0.004406 \cdot X_1 + 0.315820 \cdot X_2 + 0.047425 \cdot X_3 - 0.040441 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0.018611 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.115785 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.121832 \cdot X_1^2$$

Встановлено, що максимальне значення формостійкості $Y_1 = 0,48456$ і питомого об'єму $Y_2 = 3,24567$ досягається при таких координатах оптимуму: вологість тіста $X_1 = 43,0\%$, тривалість замісу $X_2 = 12$ хв., тривалість бродіння $X_3 = 50$ хв.

На підставі отриманих залежностей здійснена графічна інтерпретація математичних моделей для формостійкості і питомого об'єму хліба (рис.2), яка дозволяє вибрати параметри технологічного процесу для одержання пшеничного хліба з ЯПП найкращої якості.

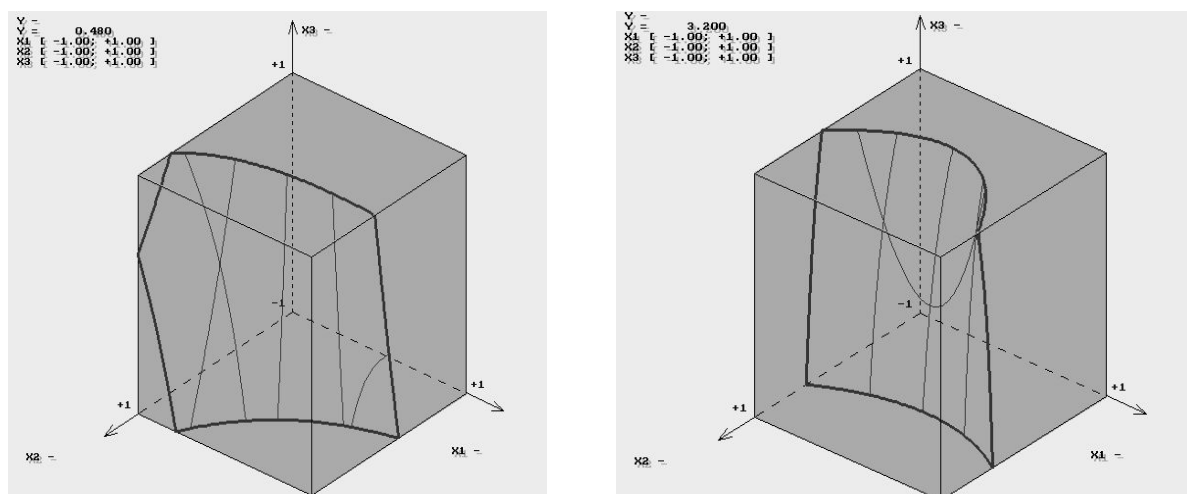


Рис. 2. Математичні моделі для: а-формостійкості, б-питомого об'єму хліба з ЯПП

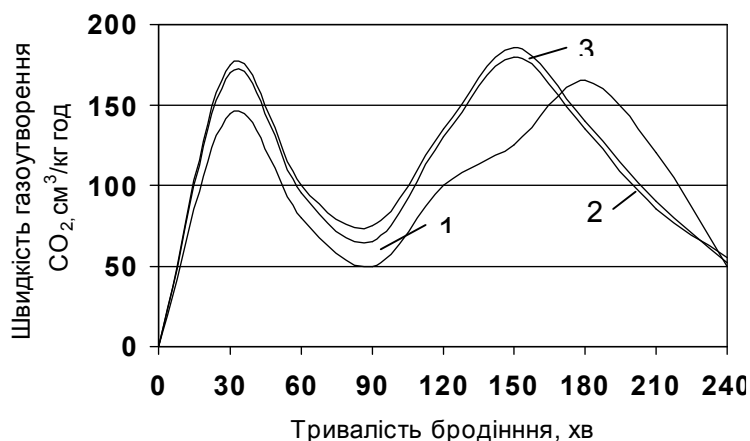
Аналогічно оптимізували параметри процесу приготування хліба з БПП. Обробка результатів оптимізації показала, що максимальне значення формостійкості $Y_1 = 0,48576$ і питомого об'єму $Y_2 = 3,324167$ пшеничного хліба з БПП досягається при таких координатах оптимуму: вологості тіста 44%, тривалості замісу 15 хв., тривалості бродіння 40 хв.

РОЗДІЛ 4. Біохімічні та мікробіологічні процеси у тісті з пектиновмісними порошками.

При дослідженні впливу ПВП на показники технологічного процесу і якість хліба було відмічено прискорення дозрівання тіста з цими порошками.

З метою встановлення сутності процесів, що відбуваються в тісті з ПВП під час дозрівання, досліджували вплив останніх на газоутворення, активність бродильної мікрофлори, кислотонакопичення, ферментативні процеси в ньому.

Встановлено, що ПВП інтенсифікують процес бродіння. За час бродіння і вистоювання в тісті з ЯПП виділилось CO_2 на 5-14%, а з БПП - на 3-10 % більше, ніж в контрольному зразку. Газоутворення зростає зі збільшенням дозування ПВП. Порівняно з тістом без добавок, у тісті з ПВП максимум швидкості виділення CO_2 спостерігався на 30 хв раніше, що видно на прикладі тіста з ЯПП (рис. 3).



Це є наслідком збагачення середовища поживними речовинами, внесеними в тісто з ПВП, що зумовлює активізацію життєдіяльності дріжджів. В дозрілому тісті з ПВП, порівняно з контролем, міститься на 10-12 % більше дріжджових клітин, вони значно крупніші за розміром, спостерігається більша кількість таких, що брунькуються.

Рис. 3. Вплив ЯПП на динаміку газоутворення в тісті: 1- без добавок, 2- з 3% порошку, 3- з 5% порошку до маси борошна

У разі внесення в тісто ПВП підвищується початкова і кінцева кислотність тіста. Інтенсифікується накопичення кислих продуктів. Вивчення якісного і кількісного складу органічних кислот показало, що порівняно з тістом без добавок, у тісті з ЯПП міститься більше яблучної та бурштинової кислот на 11%, лимонної й винної - на 12 %, а в тісті з БПП - на 4 і 17 %, відповідно. На накопичення молочної кислоти ПВП не впливають. Тобто вміст органічних кислот у тісті з ПВП зростає, в основному, за рахунок кислот, внесених з порошками (табл. 2).

Більш значне підвищення кінцевої титрованої кислотності в тісті з ПВП, очевидно, в певній мірі пов'язане з утворенням більшої кількості кислих продуктів гідролізу білків в умовах нижчого, ніж у тісті без добавок, рН.

Таблиця 2

Титрована кислотність, вміст нелетких органічних кислот
у вибродженому тісті

Показник	Контроль (без доба- вок)	Внесено порошку, % до маси борошна	
		ЯПП - 3,0	БПП -3,0
Титрована кислотність, град	2,8	3,4	3,6
Органічні кислоти, мг/100 г СР:			
молочна	275±4	273±3	277±4
сума яблучної та бурштинової	27±1	30±1	28±1
сума лимонної та винної	42±0,5	47±0,5	49±0,5

Таким чином, результати досліджень показали, що скорочення тривалості дозрівання тіста з ПВП зумовлене інтенсифікацією процесу бродіння, вищою кислотністю тіста, активізацією життєдіяльності бродильної мікрофлори.

Дослідження, проведені за допомогою амілографа, показали, що в присутності ЯПП і БПП затримується початок клейстеризації крохмалю водно-борошняної суспензії, підвищується температура початку клейстеризації та температура, за якої в'язкість суспензії є максимальною. Це, очевидно, пов'язано з високою гідрофільністю складових порошоків, внаслідок якої погіршується доступ води до крохмальних зерен. В'язкість клейстеризованої суспензії з ПВП зростає на 3-5 %. Поряд з цим, активізується ферментативний гідроліз крохмалю в умовах нижчих значень рН, клейстер швидше розріджується. Це підтверджується більшим накопиченням мальтози в суспензіях з ПВП, що може бути передумовою для уповільнення ретроградації крохмалю під час зберігання хліба.

Встановлено (табл. 3), що під час дозрівання тіста з ЯПП і БПП біохімічні процеси в ньому активізуються. Про це свідчить більше на 3-8 % накопичення цукрів порівняно з контролем. Поряд з цим спостерігається на 2-7 % більше зброджування цукрів мікрофлорою тіста. Проте під кінець бродіння в тісті з порошками міститься більша кількість цукрів, ніж у контрольному, що зумовлює темніше забарвлення скоринки хліба, внаслідок активнішої реакції меланоїдіноутворення.

Таблиця 3

Динаміка накопичення цукрів у тісті з ПВП (у перерахунку на мальтозу), % до СР

Вміст цукрів:	Контроль (без добавок)	З ЯПП, % до маси борошна			З БПП, % до маси борошна		
		1	3	5	1	3	5
після замішування	2,22	2,27	2,31	2,36	2,24	2,29	2,33
утворилося під час дозрівання	2,36	2,45	2,48	2,50	2,49	2,56	2,59
зброджено під час дозрівання	2,01	2,09	2,19	2,29	2,05	2,15	2,20
утворилося під час випікання	1,15	1,26	1,33	1,42	1,25	1,36	1,45

контрольного. Це перешкоджає розвитку об'єму тіста під час дозрівання і зумовлює зниження об'єму хліба з ПВП, підвищення його формостійкості.

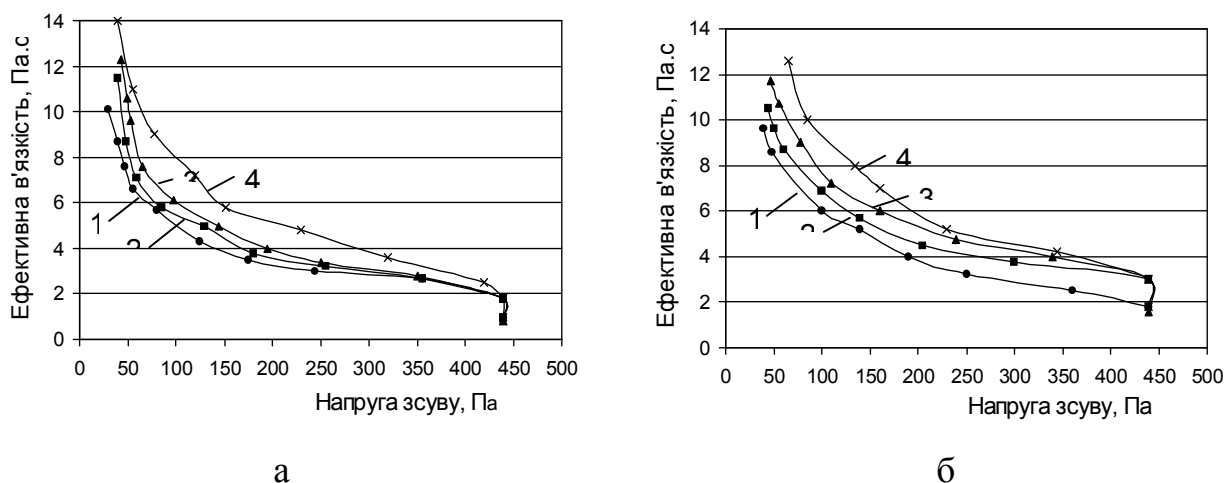


Рис.5. Криві ефективної в'язкості тіста з БПП (а) і ЯПП (б) через 3 год. бродіння: 1-без добавок, 2-з 1% порошку, 3-з 3% порошку, 4-з 5% порошку до маси борошна

При вивченні впливу ПВП на клейковину тіста встановлено, що ЯПП і БПП, внаслідок високої гідрофільності й кислотності, знижують кількість сирої клейковини, що відмивається з тіста після замішування і в кінці бродіння, в тим більшій мірі, чим більше внесено ПВП. Клейковина укріплюється, зменшується її розтяжність, показник ИДК, гідратаційна здатність.

БПП спричиняє більшу дегідратуючу дію порівняно з ЯПП внаслідок більшого вмісту харчових волокон. Вміст сухої клейковини не змінюється. Укріплення клейковини зумовлює погіршення розвитку об'єму тістових заготовок під час вистоювання.

Методом скануючого мікроскопування встановлено (рис. 6), що в тісті з ПВП утворюються виразніші каркасні білкові плівки, очевидно, внаслідок того, що в їх утворенні, поряд з білками, беруть участь пектинові речовини. Більш щільною утворюється мембраноподібна плівка в тісті з БПП, що пов'язано з більшим вмістом в цьому порошку пектину.

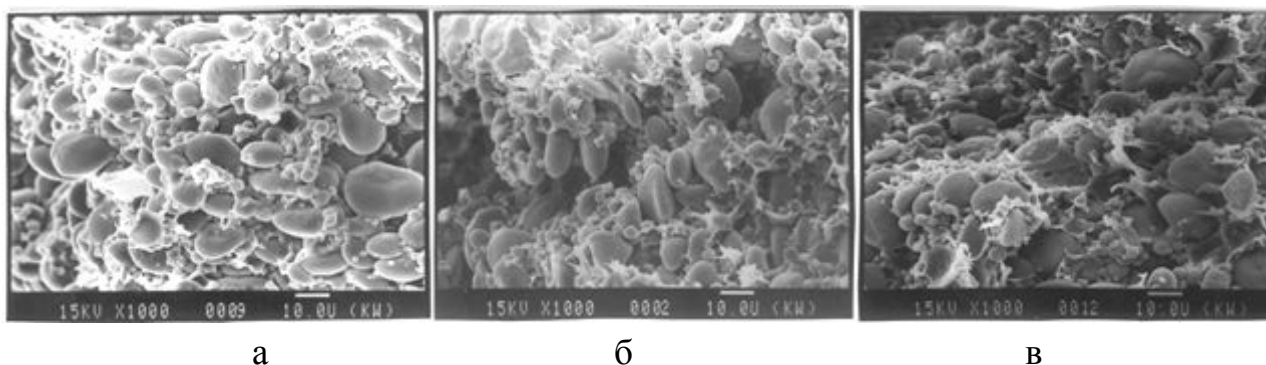


Рис. 6. Мікроструктура тіста: а - контроль, б - з 3% ЯПП, в - з 3% БПП

РОЗДІЛ 6. Харчова, споживча та фізіологічна цінність хліба з пектиновмісними порошками.

ПВП підвищують споживчі властивості хліба. У процесі зберігання цей хліб повільніше черствіє, ніж хліб без добавок. Дослідженнями, проведеними за допомогою пенетрометра АП-4/1, встановлено, що через 48 год зберігання загальна деформація м'якушки хліба без добавок становила 49%, а з ЯПП – 53%, з БПП - 56 % від початкового значення. Подовження тривалості збереження хлібом з ПВП свіжості, порівняно з контролем, підтверджено результатами досліджень, що свідчать про підвищення здатності м'якушки цього хліба до набухання і більшого вмісту в ньому водорозчинних речовин.

Затримка черствіння хліба з ПВП зумовлена підвищенням гідрофільних властивостей м'якушки, внаслідок вмісту в ПВП компонентів з високими гідрофільними властивостями, що сприяє збереженню цілісності стінок пор м'якушки, затримує випаровування води, вивільненої внаслідок синерезису крохмального гелю.

Результати досліджень, проведених за допомогою дериватографа, показали, що в процесі зберігання втрати зв'язаної води в хлібі з ЯПП зменшується в 1,5, а з БПП - в 2,1 рази. Це спостерігається, очевидно, внаслідок того, що в хлібі з ПВП підвищується вміст гідроксильних груп полісахаридів, які можуть бути адсорбційними центрами колоїдної системи, здатними міцно зв'язувати воду (табл. 4).

Таблиця 4

Кінетичні параметри дериватограм м'якушки хліба

Зразки	Тривалість зберігання, год	Дегідратація м'якушки, %		Втрати зв'язаної вологи, %
		"слабше" зв'язана волога	"міцніше" зв'язана волога	
Хліб без добавок (контроль)	4	76,2	23,8	-
	48	79,1	20,9	12
Хліб з ЯПП	4	71,2	28,8	-
	48	73,5	26,5	8,0
Хліб з БПП	4	71,0	29,0	-
	48	72,6	27,4	5,5

Досліджували вплив ПВП на аромат виробів за вмістом бісульфїтзв'язуючих речовин. Встановлено, що вміст цих речовин у м'якушці хліба з ЯПП збільшується на 15 %, а з БПП - на 24 % порівняно з контролем, що можна пояснити більшим вмістом у тісті з добавками водорозчинних речовин, які під час випікання обумовлюють утворення карбонільних сполук.

ПВП збагачують хліб біологічно активними речовинами. У хлібі з ПВП збільшується вміст пектинових речовин, клітковини, органічних кислот, мінеральних речовин (табл. 5).

Вміст пектину у 100 г хліба з 3 % до маси борошна ЯПП становить 0,33 г, з БПП - 0,47 г. У разі споживання 250 г хліба, збагаченого ПВП, добова потреба організму в пектині забезпечується на 24,9 і 35,4 % відповідно. Вміст клітковини зростає в хлібі з ЯПП у 8,7, а з БПП - у 9,7 разів порівняно з хлібом без добавок. Поряд з цим, у хлібі з ПВП підвищується вміст мінеральних речовин і органічних кислот. Тобто, зважаючи на хімічний склад, хліб як з ЯПП, так і з БПП має справляти позитивну фізіологічну дію на організм людини і його можна віднести до функціональних продуктів харчування.

Таблиця 5

Хімічний склад 100 г хліба і покриття добової потреби організму при вживанні 250 г виробів

Складові	Середня добова потреба	Без добавок (контроль)	Із пектиновмісними порошками, 3 % до маси борошна				Покриття добової потреби при вживанні 250 г хліба, %		
			ЯПП	БПП	з ЯПП, % до контролю	з БПП, % до контролю	без добавок	з ЯПП	з БПП
Білки, г	90,0	6,90	6,95	6,94	101,0	101,0	19,0	19,3	19,3
Моно- і дицукри, г	75,0	1,22	1,34	1,32	110,0	108,0	4,0	4,5	4,4
Харчові волокна (клітковина і пектин), г	25,0	0,14	1,23	1,36	878,0	971,0	1,4	11,6	18,3
Пектин, г	3,0	-	0,33	0,47	-	-	-	24,9	35,4
Органічні кислоти, г	2,0	0,21	0,24	0,25	114,0	119,0	26,0	29,0	31,0
Мінеральні речовини, мг:									
калій	3750,0	126,0	147,0	150,0	116,0	119,0	20,0	21,0	21,0
магній	400,0	32,0	33,0	36,0	102,0	112,0	6,4	7,0	7,3
кальцій	900,0	23,0	25,0	26,3	108,0	114,0	9,5	9,8	10,2
фосфор	1250,0	47,5	49,0	51,1	103,0	107,0	15,0	16,0	16,6
залізо	15,0	1,8	2,2	2,0	124,0	115,0	29,0	36,0	34,0

Хліб з ЯПП і БПП здатен виводити з організму токсичні речовини, про що свідчать результати дослідження його комплексоутворювальної здатності (табл. 6).

Таблиця 6

Комплексоутворювальна здатність хліба з пектиновмісними порошками

Зразок хліба	Внесено свинцю, мг/(г хліба)	Зв'язано свинцю хлібом, мг/г	Залишилось свинцю у розчині, мг	Зв'язано, %
Контроль	0,5	0,084	0,416	16,8
3 3 % ЯПП	0,5	0,175	0,325	35,0
3 3 % БПП	0,5	0,34	0,16	68,0

Хліб з БПП має майже у 2 рази вищу комплексоутворювальну здатність порівняно з хлібом, збагаченим ЯПП, внаслідок вмісту низькометоксильованого пектину.

Хліб з ПВП має радіозахисні властивості, що підтверджено дослідженнями, проведеними у науковому центрі радіаційної медицини АМН України.

Результати досліджень впливу ПВП на технологічний процес і якість хліба стали підґрунтям для удосконалення технології виробів із ПВП. Принципова схема технології хліба з ПВП показана на рис. 7.

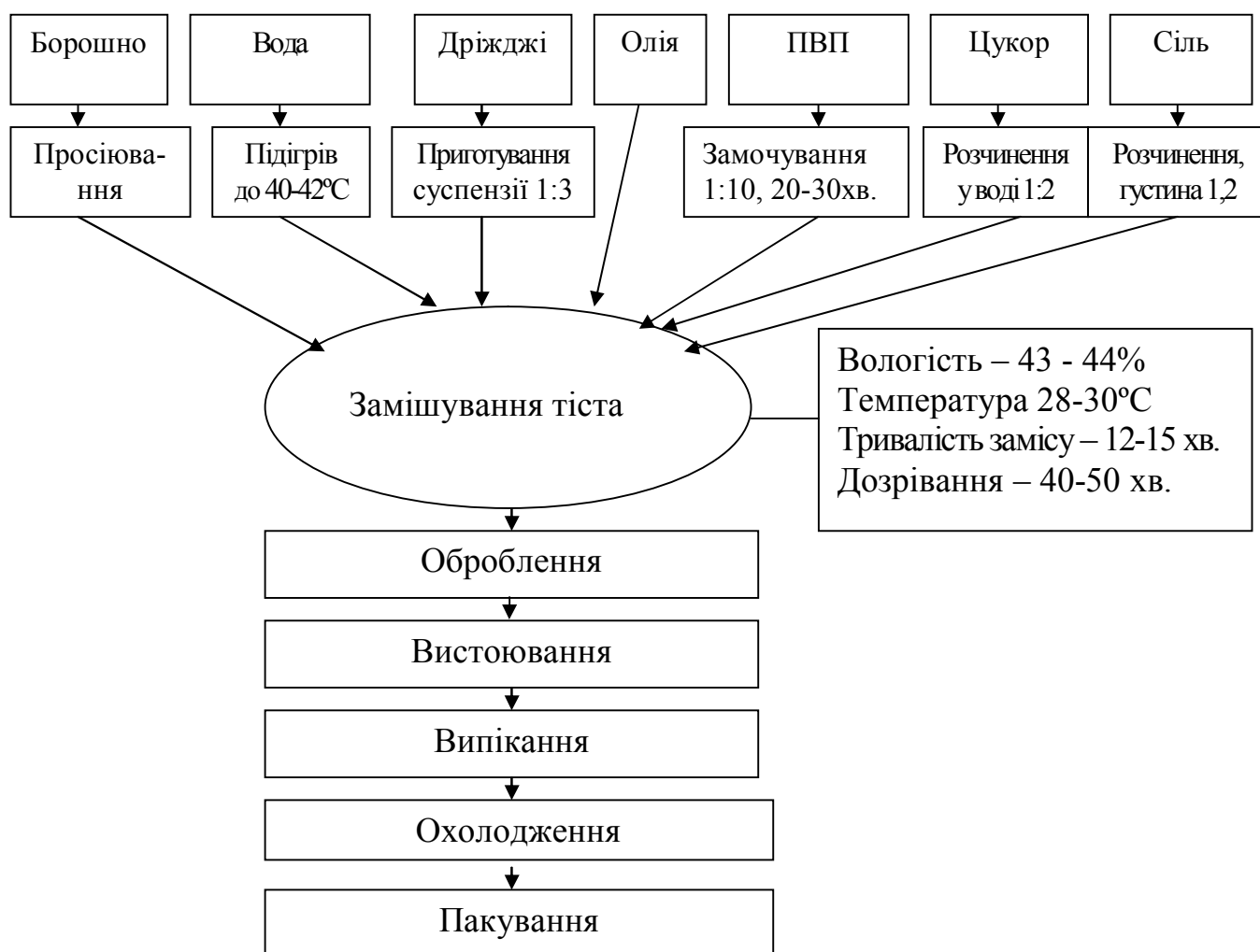


Рис. 7 Принципова схема виробництва хліба з ПВП

На підставі аналізу експериментальних даних та узагальнених висновків розроблені рецептури і технологічні інструкції на хліб з ПВП.

ВИСНОВКИ

1. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність використання пектиновмісних яблучного і бурякового порошків у хлібопекарській промисловості з метою виробництва хліба оздоровчої дії. Удосконалено технологію хліба з пектиновмісними порошками.

2. Досліджено хімічний склад і технологічні властивості яблучного і бурякового пектиновмісних порошків. Встановлено, що поряд з високим вмістом пектину – відповідно $16,6 \pm 2$ і 21 ± 3 % вони містять в значній кількості нерозчинні харчові волокна (51 і 57 %), органічні кислоти (3,1 і 3,6 %) і цукри (4,8 і 3,8 %). Внаслідок підвищеної здатності поглинати воду ПВП зумовлюють підвищення водопоглинальної здатності тіста, поряд з цим справляють дегідратуючу дію на клейковину тіста.

3. Визначені закономірності впливу пектиновмісних порошків на найважливіші параметри технологічного процесу і якість хліба. Встановлено, що оптимальною дозою додання пектиновмісних порошків при виробництві хлібобулочних виробів є 3 %, а виробів спеціального призначення – 5 % до маси борошна. При внесенні порошків в указаних дозах незначно зменшується об'єм і пористість хліба, підвищується його формостійкість.

4. Отримано математичні моделі, які адекватно описують вплив параметрів технологічного процесу на якість хліба з пектиновмісними порошками.

5. Встановлено вплив пектиновмісних порошків на мікробіологічні, біохімічні і колоїдні процеси в тісті. Доказано, що складові цих порошків покращують живлення мікрофлори тіста. Внаслідок зниження рН тіста активізується ферментативний гідроліз крохмалю і білків, в тісті збільшується накопичення цукрів і водорозчинної фракції азоту, що зумовлює прискорення швидкості газоутворення, підвищення кислотонакопичення, скорочення тривалості дозрівання тіста.

6. Визначено вплив пектиновмісних порошків на структурно-механічні властивості тіста. Встановлено, що яблучний і буряковий пектиновмісні порошки підвищують в'язкість тіста. Надмірна в'язкість тіста затримує розвиток деформації текучості, що зумовлює зменшення розпливання тіста. Оскільки для такої структури характерні низькі пружно-еластичні деформації, це призводить до зменшення об'єму тістових заготовок і хліба.

7. Шляхом визначення мікроструктури тіста з пектиновмісними порошками встановлено, що клейковина тіста і пектинові речовини порошків утворюють єдиний каркас, що зумовлює укріплення структури тіста і знижує його здатність до розвитку об'єму в процесі бродіння і вистоювання.

8. Доведено, що пектиновмісні порошки в оптимальних дозах підвищують тривалість збереження виробами свіжості. Показано, що причиною цього явища є зміна співвідношення форм зв'язку вологи в хлібі в бік підвищення

вмісту міцнозв'язаної води. Вміст зв'язаної води в хлібі з ПВП через 48 годин зберігання більше, ніж в хлібі без добавок на 26 % з ЯПП і 31 % з БПП.

9. Показано, що яблучний і буряковий пектиновмісні порошки збагачують хліб пектином, клітковиною, мінеральними речовинами, що підвищує ступінь забезпечення добової потреби організму людини в цих біологічно активних речовинах, надає виробам функціональних властивостей. При дозуванні 3 % порошку до маси борошна 250 г хліба, збагаченого ЯПП, забезпечує покриття добової потреби організму в пектині на 24,9 %, а збагаченого БПП на 35,4 %.

10. Встановлено здатність хліба з пектиновмісними порошками зв'язувати важкі метали, зокрема свинець, підтверджені його радіозахисні властивості.

11. Розроблена і затверджена нормативна документація на два види виробів з пектиновмісними порошками, які пройшли апробацію у виробничих умовах.

12. При виробництві хліба з пектиновмісними порошкми собівартість його здорожується. Проте надання цими порошками хлібу оздоровчої дії має значне соціальне значення.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Удворгелі Л.І. Застосування пектиновмісних порошків у хлібопекарському виробництві./ Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства, вип. 16 "Сучасні напрямки і технологія та механізація процесів переробних і харчових виробництв". - Харків: 2003. - С. 343-345.

2. Дробот В.І., Удворгелі Л.І., Крапивницька І.О. Структурно-механічні властивості тіста з новими пектиновмісними порошками. - Зернові продукти і комбікорми. - 2003. - № 4. - С. 32-34.

3. Удворгелі Л.І., Дробот В.І. Пектиновмісні порошки. - Харчова і переробна промисловість. - 2004, січень. - С. 22-23.

4. Удворгелі Л.І., Дробот В.І. Биохимические процессы в тесте с пектиносодержащими порошками.- Зернові продукти і комбікорми. - 2004. - № 1. - С.

5. Дробот В.І., Удворгелі Л.І., Крапивницька І.О. Пектиновмісні овочеві і фруктові порошки - перспективна сировина для надання хлібним виробам функціональних властивостей. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 27-28 лютого 2003 р. Полтава: - 2003. - С. 155.

6. Удворгелі Л.І. Застосування пектиновмісного овочевого порошка в хлібопекарському виробництві. // Матеріали 69-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів. Ч. 2. - К. : НУХТ, - 2003. - С. 66.

7. Удворгелі Л.І. Вплив пектиновмісних рпорошків на процес клейстеризації крохмалю борошна // Програма і матеріали конференції. 70 наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів. - К.: НУХТ. - 2004. - С. 56.

Удворгелі Л.І. Удосконалення технології хліба з використанням пектиновмісних порошків: – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01–технологія хлібопекарських продуктів та харчових кон-

центратів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2004.

Дисертація присвячена удосконаленню технології хлібобулочних виробів із використанням пектиновмісних порошків (ПВП) для надання їм функціональних властивостей.

Вивчено хімічний склад і технологічні властивості ПВП. Досліджено вплив ПВП на біохімічні, мікробіологічні та колоїдні процеси в тісті. Встановлено, що пектиновмісні яблучний та буряковий порошки підвищують в'язкість і формоутримувальну здатність, погіршують еластичність тіста, що призводить до зниження його газопроникливості і, як наслідок, до зменшення об'єму хліба та його пористості.

Експериментально доведено, що хлібобулочні вироби з пектиновмісними порошками здатні виводити з організму токсичні речовини і їх слід відносити до виробів з функціональними властивостями.

На основі вивчення процесів, що мають місце при дії ПВП на основні біополімери борошна, запропоновано технологічний режим виробництва хліба з пектиновмісними яблучним та буряковим порошками.

Ключові слова: пектиновмісні яблучний і буряковий порошки, токсичні речовини, пектиновмісні речовини, нерозчинні харчові волокна, хліб з функціональними властивостями, біополімери тіста.

Удворгели Л.И. Усовершенствование технологии хлеба с использованием пектинсодержащих порошков: – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01–технология хлебопекарных продуктов и пищевых концентратов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2004.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии хлебобулочных изделий с использованием пектинсодержащих порошков для придания им функциональных свойств.

Обосновано целесообразность использования пектинсодержащих яблочного и свекольного порошков для расширения сырьевой базы хлебопекарной промышленности с целью разработки и внедрения технологии изделий оздоровительного назначения.

Определены химический состав и технологические свойства яблочного и свекольного пектинсодержащих порошков. Они содержат соответственно 16 и 23 % пектина, 51 и 57% нерастворимых пищевых волокон. Доказано комплексобразующую способность яблочного и свекольного пектинсодержащих порошков к тяжелым металлам, установлены их радиозащитные свойства.

Исследовано закономерности влияния пектинсодержащих порошков на параметры технологического процесса и показатели качества хлеба. При производстве хлебобулочных изделий функционального назначения оптимальная дозировка порошков составляет 3 % к массе муки, при производстве изделий специального лечебно-профилактического назначения – 5 % к массе муки. При ис-

пользовании пектинсодержащих порошков в указанных дозировках повышается кислотность теста, сокращается время брожения, незначительно уменьшается объем и пористость хлеба, повышается формоустойчивость.

Показано, что в тесте с пектинсодержащими поршками увеличивается количество водорастворимого азота и промежуточной фракции азотистых веществ. Это объясняется более интенсивной пептизацией белка в условиях снижения рН теста с пектинсодержащими порошками, активизацией протеолитических ферментов.

Методом экспериментально-статистического моделирования получены математические модели, адекватно описывающие влияние параметров технологического процесса на качество хлеба с пектинсодержащими порошками. Созданы их графические интерпретации, с помощью которых можно осуществлять выбор параметров процесса и обеспечивать оптимальное качество изделий.

Изучено влияние пектинсодержащих порошков на реологические свойства теста. Установлено, что пектинсодержащие яблочный и свекольный порошки повышают вязкость и формоудерживающую способность, ухудшают эластичность теста, что способствует снижению его газопроницаемости, и, как следствие, уменьшению объема хлеба и его пористости. Это является результатом взаимодействия пектиновых веществ пектинсодержащих порошков с биополимерами теста, что доказано путем изучения микроструктуры теста.

Доказано, что пектинсодержащие порошки замедляют процесс черствения хлеба. Методом термографического анализа показано, что причиной этого является изменение соотношения форм связи влаги в хлебобулочных изделиях в сторону повышения содержания связанной воды.

Показано, что яблочный и свекольный пектинсодержащие порошки обогащают хлеб пектином, клетчаткой, сахарами, минеральными веществами, что повышает степень обеспечения суточной нормы организма человека в этих биологически активных веществах, обуславливает функциональные свойства изделия.

Хлеб с пектинсодержащими порошками обладает комплексообразующей способностью по отношению к тяжелым металлам, установлены его радиозащитные свойства.

Теоретические и практические аспекты использования пектинсодержащего сырья положены в основу усовершенствования технологии хлебобулочных изделий с яблочным и свекольным порошками.

Утверждены рецептуры и технологические инструкции для производства двух видов хлебобулочных изделий с яблочным и свекольным пектинсодержащими порошками.

Ключевые слова: пектинсодержащие яблочный и свекольный порошки, токсические вещества, пектиновые вещества, нерастворимые пищевые волокна, хлеб с функциональными свойствами, биополимеры теста.

Udvorgeli L. A sophistication of technology of bread from a pectin containing powders: - Manuscript.

Thesis on obtaining of a scientific degree of the candidate of engineering science behind a speciality 05.18.01 - know-how of baking products and alimentary concentrates. - Ukrainian state university of alimentary know-hows of Ministry of education and science of Ukraine, Kiev, 2004.

The thesis is devoted to improvement of technology bread baking of products with use pectin containing powders for giving to products of functional properties.

The chemical structure and technological properties pectin of containing powders is investigated. Their influence on biochemical, microbiological process in the test is investigated. Is established, that pectin containing the apple and beet powders raise viscosity and ascorbic number ability, worsen elasticity of the test. It results in decrease gas permeability of the test, reduction of volume and crumb of bread.

Is experimentally proved, that bread baking of a product with pectin by containing powders deduce with organism tocsin of substance and these products to attribute to products with functional properties.

On the basis of study process, that occur at interaction of biopolymers of the test with pectin by containing powders, the technological mode of manufacture of bread with pectin containing by apple and beet powders is offered.

Keywords: pectin containing apple and beet powders, tocsins of substance, pectins of substance, insoluble food fibres, bread with functional properties, biopolymers of the dough.