

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ПИСАРЕЦЬ ОЛЬГА ПЕТРІВНА



УДК 664.665

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
З ВИКОРИСТАННЯМ КУКУРУДЗЯНОГО БОРОШНА**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів
та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Порушення структури харчування через недостатнє споживання повноцінних білків, макро- і мікроелементів, вітамінів, поліненасичених жирних кислот і нераціональне їх співвідношення призводить до погіршення здоров'я населення.

Хлібобулочні вироби є продуктами повсякденного споживання, тому збагачення їх життєво необхідними нутрієнтами до кількості, адекватної добовим потребам організму, набуває стратегічного значення. За цих умов інновації в хлібопеченні в основному зосереджено на розширенні асортименту виробів з поліпшеною харчовою цінністю та певними фізіологічними властивостями, введенням до їх складу необхідних есенціальних речовин.

Зокрема, перспективним напрямом розширення асортименту оздоровчих хлібобулочних виробів є включення до їх рецептури, поряд з пшеничним або житнім іншими видів борошна, що дає можливість створювати нові вироби з поліпшеним хімічним складом за рахунок взаємного збагачення функціональними компонентами різних зернових і круп'яних культур.

В Україні поширеною круп'яною культурою є кукурудза. Так, у 2014 році господарства отримали 63,9 млн тонн зерна, з них 45 % становила кукурудза і 38 % – пшениця. Кукурудза, порівняно з пшеницею, містить більше клітковини, поліненасичених жирних кислот групи ω -3 і ω -6, таких важливих для організму речовин, як залізо, селен, фолієва кислота, біотин, токоферол, β -каротин тощо. Це свідчить про доцільність використання продуктів її перероблення, і зокрема борошна, у хлібопеченні з метою розширення сировинної бази та асортименту функціональних хлібобулочних виробів.

Відомо, що за умови використання кукурудзяного борошна в суміші з пшеничним знижується якість хлібобулочних виробів, вироби швидко черствіють. Проте в літературних джерелах недостатньо висвітлено вплив кукурудзяного борошна на перебіг основних процесів у тістових системах і технологічні заходи, що покращують якість виробів.

Нині пшенично-кукурудзяні сорти хліба майже не виробляють, у першу чергу, через їх невисоку якість порівняно з традиційними хлібобулочними виробами. Тому актуальним є поглиблене вивчення впливу кукурудзяного борошна на перебіг біохімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів у тістовій системі. Це дасть можливість науково обґрунтувати технологічні заходи, застосування яких забезпечить високу якість готових виробів із пшенично-кукурудзяних сумішей поряд з наданням їм оздоровчих властивостей, і сприяти розширенню сировинної бази.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалися відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів № 0112U004633 «Застосування нетрадиційної сировини і добавок з метою покращання хлібопекарських властивостей борошна, інтенсифікації технологічного процесу, надання виробам оздоровчої і профілактичної дії», яка координується з науковим напрямом НУХТ «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

Особиста участь автора полягала у проведенні експериментальних досліджень, узагальненні та теоретичному обґрунтуванні результатів досліджень, апро-

бації їх у виробничих умовах, розробленні нормативної документації, підготованні матеріалів до публікації.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи полягала в удосконаленні технології хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна для надання їм оздоровчих властивостей.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- визначити хімічний склад і хлібопекарські властивості кукурудзяного борошна обойного порівняно з пшеничним борошном першого сорту;
- визначити вплив на технологічний процес та якість виробів заміни в рецептурі хліба частини пшеничного борошна кукурудзяним;
- дослідити вплив кукурудзяного борошна на процес бродіння тіста з пшенично-кукурудзяних сумішей;
- дослідити структурно-механічні властивості тіста з пшенично-кукурудзяних сумішей;
- визначити технологічні заходи, спрямовані на покращання якості пшенично-кукурудзяного хліба;
- оптимізувати технологічні заходи, що поліпшують якість пшенично-кукурудзяного хліба, та визначити їх вплив на процеси дозрівання тіста;
- на основі проведених досліджень удосконалити технологію пшенично-кукурудзяного хліба;
- дослідити харчову цінність і споживчі властивості нових видів пшенично-кукурудзяного хліба;
- розробити нормативну документацію на нові види виробів, провести їх виробничу апробацію.

Об'єкт дослідження – технологія хлібобулочних виробів.

Предмет дослідження – кукурудзяне борошно, його хімічний склад і технологічні властивості, структурно-механічні властивості тіста з пшенично-кукурудзяної суміші, біохімічні та мікробіологічні процеси в тісті, технологічні заходи, здатні поліпшити показники якості готових виробів.

Методи досліджень – хімічні, фізико-хімічні, аналітичні, органолептичні, експериментально-статистичні та статистичні методи оброблення результатів досліджень, загальноприйняті та спеціальні з використанням сучасних приладів та інформаційних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. Поглиблено теоретичні та практичні аспекти використання кукурудзяного борошна у хлібопекарському виробництві, удосконалено технологію та розроблено технологічні заходи, що покращують якість хліба з цим борошном.

1. Вперше проведено порівняльне оцінювання хімічного складу та хлібопекарських властивостей кукурудзяного борошна обойного та пшеничного першого сорту. Встановлено, що кукурудзяне борошно має більшу крупність, меншу цукроутворювальну здатність і автолітичну активність, переважає пшеничне борошно за вмістом низки життєво важливих інгредієнтів і поступається йому за хлібопекарськими властивостями.
2. Встановлено, що основною причиною низької якості хліба у разі заміни в його рецептурі частини пшеничного борошна кукурудзяним є погіршення структурно-

механічних властивостей тіста внаслідок зменшення кількості клейковинних білків, більшого майже вдвічі вмісту схильної до розчинності проламінової фракції в його білках та втричі більшої активності протеолітичних ферментів, що зумовлює низьку газо- та формоутримувальну здатність тіста.

3. Доведено, що для поліпшення якості хліба з кукурудзяним борошном (КБ) доцільно заварювати 50 % його оптимальної рецептурної кількості, яка становить 10 % в пшенично-кукурудзяній суміші, використовувати СПК (суху пшеничну клейковину), КМКЗ (концентровану молочнокислу закваску), МСК (молочну сироватку кислу) та інтенсивне замішування тіста.
4. Встановлено закономірності впливу заміни частки пшеничного борошна кукурудзяним та застосування досліджуваних технологічних заходів на перебіг біохімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів у тісті.
5. Встановлено, що застосування КМКЗ та МСК зумовлює підвищення кислотності тіста. Це сприяє активізації ферментативних процесів і бродильної активності дріжджів під час його дозрівання, що підтверджується збільшенням накопичення та збродження цукрів у тістових напівфабрикатах, інтенсифікацією виділення діоксида вуглецю.
6. Доведено, що заварювання кукурудзяного борошна, подовження замішування тіста, додання СПК, КМКЗ або МСК забезпечує поліпшення структурно-механічних властивостей тіста. В тісті збільшується вміст клейковини, підвищується кількість проміжної фракції білків, стабілізується в'язкість, зростає еластичність. Це зумовлює покращання формування об'єму та формостійкості хліба.
7. Термогравіметричним аналізом встановлено, що в разі застосування досліджуваних заходів у хлібі з кукурудзяним борошном збільшується частка зв'язаної води, що пояснює більш тривале збереження ними свіжості.
8. Доведено, що заміна частини пшеничного борошна кукурудзяним, додання СПК, МСК, КМКЗ поліпшують споживчі властивості та харчову цінність хліба за вмістом білка, харчових волокон, вітамінів і мікроелементів, серед яких фолацин, провітамін А – β -каротин, Fe, Cu, Zn, затримує його черствіння та покращує перетравлюваність, тобто надає виробам оздоровчих властивостей.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі наукових досліджень розроблено і затверджено Об'єднанням підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» технологічні інструкції та рецептури на виробництво хліба «Пшенично-кукурудзяного на молочній сироватці» та хліба «Пшенично-кукурудзяного».

Впровадження у виробництво розроблених видів виробів сприятиме розширенню асортименту продукції з фізіологічно-функціональними властивостями, що має велике соціальне значення.

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі в дисциплінах «Технологія хлібопекарського виробництва» та «Інноваційні технології галузі».

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено експериментальні дослідження щодо вивчення технологічних властивостей кукурудзяного борошна, його впливу на біохімічні та мікробіологічні процеси, структурно-механічні властивості тіста, технологічний процес виготовлення та якість готових

виробів.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником, д.т.н., проф., член-кор. НААН України В. І. Дробот. Хімічний склад вивчено спільно зі співробітниками Центру оцінки якості сировини та готової продукції НУХТ, Інституту продовольчих ресурсів НААН України та Інституту біохімії ім. О.В. Паладіна. Дослідження структурно-механічних властивостей тіста проведено на кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів і в Державному центрі сертифікації, ідентифікації та якості рослин. Зміну форм зв'язку вологи в хлібі під час його зберігання досліджено спільно зі співробітниками фізичного факультету Національного університету ім. Т.Г. Шевченка.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на 79–81-й Міжнародних наукових конференціях студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2013–2015 рр.); Республіканській конференції молодих вчених «Наука. Образование. Молодежь» (м. Алмата, 2013 р.); IX Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (м. Могильов, 2014 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольчі ресурси: проблеми та перспективи» (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній науковій конференції, присвяченій 130-річчю НУХТ «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» (м. Київ, 2014 р.); IV Міжнародній науково-технічній конференції «Новое в технологии и технике функциональных продуктов на основе медико-биологических воззрений» (м. Вороніж, 2014 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді» (м. Харків, 2015 р.); XVIII Міжнародній науково-технічній конференції «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (м. Гродно, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Иновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения» (м. Кутаїсі, 2015 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 16 наукових праць, у т. ч.: 4 статті у фахових журналах і збірниках наукових праць, перелік яких затверджено Міністерством освіти і науки України, 1 статтю у виданнях іноземних держав, 11 тез наукових конференцій.

Структура дисертації та об'єм роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку бібліографічних джерел із 231 назв і 7 додатків. Робота викладена на 145 сторінках основного тексту, містить 40 таблиць та 21 рисунок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, охарактеризовано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів. Наведено відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «Сучасний стан і основні напрями удосконалення асортименту хлібобулочних виробів» проведено огляд літератури за темою дисертації. В ньому висвітлено структуру основного асортименту хлібобулочних ви-

робів в Україні та інноваційні технології покращання фізіологічно-функціональних властивостей з використанням біологічно активних речовин зернової сировини. Наведено характеристику продуктів перероблення кукурудзи як джерела фізіологічно-функціональних інгредієнтів.

Проаналізовані наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених свідчать, що перспективною сировиною для виробництва хліба з оздоровчими властивостями є кукурудзяне борошно. На основі літературного огляду обрано основні напрями роботи, сформульовано мету і конкретні задачі досліджень.

У другому розділі «Характеристика сировини та методів досліджень» наведено характеристику сировини, що використовується у роботі: пшеничного борошна першого сорту, кукурудзяного борошна обойного ТМ «O-la-la», сухої пшеничної клейковини (СПК) ТМ «Cargill», молочної сироватки кислої (МСК). Усі види сировини відповідали вимогам чинної нормативної документації.

Підібрано методики для визначення хімічного складу та показників якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції. Робота виконана у лабораторних і виробничих умовах з використанням загальноприйнятих і спеціальних методів досліджень. Під час дослідження хімічного складу пшеничного борошна першого сорту та кукурудзяного борошна обойного визначали вміст основних речовин: масову частку білкових речовин – методом К'ельдаля; окремих амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на автоматичному аналізаторі амінокислот ТТТ339 (Чехія); склад білкових речовин залежно від їх розчинності – методом Т. Осборна та хлорамінним методом; жиру – методом Сокслета; жирнокислотний склад ліпідів – за ГОСТ 30418–96; масову частку моно- та дисахаридів – за методом високоефективної рідинної хроматографії; крохмалю – методом Еверса; цукрів – йодометричним методом; харчових волокон – за ГОСТ Р 54014–2010; золу – за ГОСТ 27494–87; вітаміну В₁ – методом, який ґрунтується на окисленні тіаміну в тіохромі, екстракції останнього в органічний розчинник і вимірюванні інтенсивності флуоресценції; вітаміну В₂ – методом, який ґрунтується на визначенні рибофлавіну за допомогою рибофлавінзв'язуючого апобілка з білка курячих яєць; вітаміну РР – методом, який полягає у звільненні зв'язаних форм НК гідролізом, очищенні одержаного гідролізату, кількісному отриманні забарвленого похідного глутаконового альдегіду та в колориметричному визначенні його маси порівняно зі стандартним розчином; вітаміну Е – методом тонкошарової хроматографії, де як сорбент використовували силікагель марки LS 5/40 мк («Chemapol», Чехія). Зміну структурно-механічних властивостей тіста з сумішшю визначали за фаринографом (ДСТУ 4111.1–2002), альвеографом (ДСТУ 4111.4–2002). Кислотність борошна визначали за ГОСТ 26312.6–84; масову частку вологи – за ГОСТ 26312.7–84; водопоглинальну здатність – методом центрифугування.

Дослідження форм зв'язку вологи у м'якушці хліба під час його зберігання проводили термогравіметричним методом на дериватографі Q–1500. Аромат хліба оцінювали за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук за методом Р.Р. Токаревої та В.Л. Кретовича. Перетравлюваність білкових речовин і вуглеводів *in vitro* досліджували за методикою О.О. Покровського та І.Д. Єртанова.

Кожну серію дослідів виконували у трьох-, чотирьох-, п'ятикратній повторності. Для оброблення експериментальних даних застосовували методи математи-

чної статистики, для математичного описання технологічних процесів – методи експериментально-статистичного моделювання.

У третьому розділі «Хімічний склад і технологічні властивості кукурудзяного борошна» наведено результати досліджень хімічного складу і хлібопекарських властивостей пшеничного борошна першого сорту та кукурудзяного борошна обойного. Встановлено, що за вмістом білків кукурудзяне борошно значно (на 37 %) поступається пшеничному, але містить вдвічі більше жирів і на 8,6 % – вуглеводів за рахунок більшого вмісту крохмалю. Загальний вміст цукрів у цьому борошні на 25 % менший, але глюкози в ньому в 3,4 рази більше. Це борошно містить більше харчових волокон і має вищу зольність. Досліджуване борошно поступається пшеничному за вмістом К, Са, Mg, Р, але здатне доповнити його такими важливими для організму мінеральними речовинами, як Fe, Cu та Zn, тому може бути корисним у хлібопекарській промисловості для виготовлення хлібобулочних виробів із покращеним хімічним складом. Білки кукурудзяного борошна мають нижчий амінокислотний скор ніж пшеничні за лізином, ізолейцином, фенілаланіном, вищий – за валіном, лейцином, метіоніном і триптофаном. Дослідженнями жирнокислотного складу кукурудзяного і пшеничного борошна встановлено, що в кукурудзяному борошні міститься на 31 % менше насичених жирних кислот та в 1,9 і 1,5 рази більше моно- і поліненасичених жирних кислот

За хлібопекарськими властивостями кукурудзяне борошно поступається пшеничному. Проведеними дослідженнями встановлено (табл. 1), що за станом вуглеводно-амілазного комплексу кукурудзяне борошно містить менше, ніж пшеничне, власних цукрів, має на 45,6 % нижчу цукроутворювальну здатність.

Таблиця 1 – Характеристика вуглеводно-амілазного комплексу

n=4, p≤0,95

Показники	Пшеничне борошно першого сорту	Кукурудзяне борошно обойне
Вміст власних цукрів, %	1,5	1,2
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози на 10 г борошна	264,6	120,6
Газоутворювальна здатність за 5 год бродіння, см ³ CO ₂ /100 г	1456	1048
Автолітична активність, % водорозчинних речовин на СР борошна	29,5	22,3
Число падіння, с	281	460
Кислотність, град.	3,0	3,4

Автолітична активність цього борошна за автолітичною пробою і числом падіння майже вдвічі нижча, ніж пшеничного, а кислотність вища, що позначається на його газоутворювальній здатності, яка на 28 % нижча порівняно з пшеничним борошном.

Графіки динаміки виділення діоксиду вуглецю (рис. 1) свідчать, що перший пік газоутворення в тісті з кукурудзяного борошна спостерігається через 30 хв бродіння і співпадає з піком газоутворення у пшеничному борошні.

Це можна пояснити тим, що в цей час зброджується глюкоза, якої в кукурудзяному борошні вдвічі більше, ніж у пшеничному. В подальшому інтенсивність

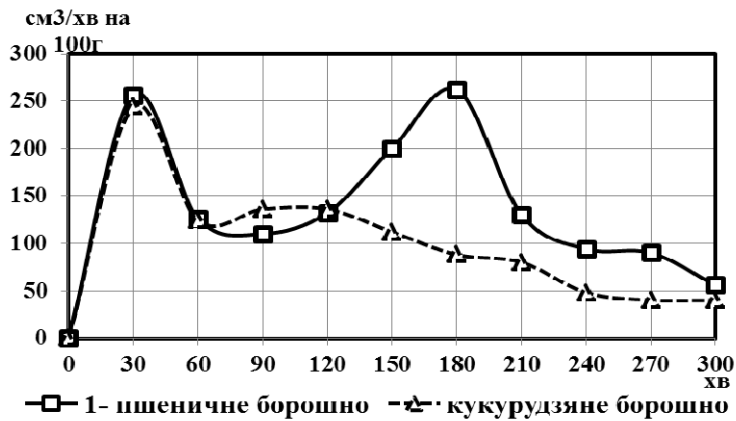


Рисунок 1 – Швидкість газоутворення

ного під дією витяжки ферментів з цього борошна на розчинний (амілозний) і кукурудзяний крохмалі протягом 40 хв. Для порівняння аналогічно визначали активність амілолітичних ферментів пшеничного борошна. Результати досліджень представлено в табл. 2. Встановлено, що амілолітичні ферменти кукурудзяного борошна майже удвічі менш активні, ніж пшеничного.

Таблиця 2 – Активність амілолітичних ферментів, мг мальтози зі 100 мг борошна

n=3, p<0,95

Субстрат	Витяжка ферментів			
	із пшеничного борошна		із кукурудзяного борошна	
	α-амілаза	β-амілаза	α-амілаза	β-амілаза
Розчинний (амілозний) крохмаль	0,56	5,64	0,23	2,87
Кукурудзяний крохмаль	0,78	2,32	0,16	1,39

Під час порівняння дії α- і β-амілаз кукурудзяного і пшеничного борошна було встановлено, що амілази пшеничного борошна активніше гідролізують кукурудзяний крохмаль, ніж амілази кукурудзяного, що підтверджується більшим на 66 % утворенням мальтози під дією пшеничних амілаз на цей крохмаль. Це має позитивно впливати на газоутворювальну здатність суміші з пшеничного і кукурудзяного борошна.

Встановлено що протеолітичні ферменти кукурудзяного борошна в 3,2 рази активніші порівняно з активністю цих ферментів пшеничного борошна (казеїнолітична активність). Це має впливати на пружно-еластичні та в'язко-пластичні властивості тіста з пшенично-кукурудзяної суміші.

Результати визначення водопоглинальної здатності борошна методом центрифугування встановлено вищу водопоглинальну здатність кукурудзяного борошна. Це обумовлено більшим вмістом у ньому оболонкових частинок.

Встановлено також, що це борошно за крупністю найближче до пшеничного обойного, воно не має залишку на ситі № 067, а прохід його крізь сито № 41/43 на 31 % більший мінімального нормованого значення. Порівняно з борошном першого і другого сорту воно значно крупніше.

У четвертому розділі «Вплив кукурудзяного борошна на технологічний процес та якість хліба» визначали вплив кількості кукурудзяного борошна у бо-

бродіння в кукурудзяному тісті різко знижується, що, очевидно, є результатом недостатньої кількості цукрів внаслідок низької активності амілаз борошна та більшої крупності його частинок.

З метою з'ясування причин низької цукроутворювальної здатності кукурудзяного борошна досліджували активність його амілолітичних ферментів, яку визначали за кількістю цукру, утворо-

рошній суміші на технологічний процес і якість хліба та перебіг основних процесів у тісті з кукурудзяним борошном.

Для цього готували суміші з пшеничного борошна першого сорту та кукурудзяного борошна у співвідношеннях 95:5, 90:10 і 85:15 відповідно. Контролем був зразок без додання кукурудзяного борошна.

Встановлено (табл. 3), що збільшення в суміші кількості кукурудзяного борошна призводить до поступового зниження фізико-хімічних показників якості виробів. Зокрема, у разі заміни 10 % пшеничного борошна кукурудзяним спостерігається зменшення питомого об'єму виробів порівняно з контролем на 6,3 %, пористості – на 3,9 %, формостійкості – на 8,9 %. У разі збільшення частки кукурудзяного борошна в суміші до 15 % спостерігається значне зниження як фізико-хімічних, так і органолептичних показників якості виробів.

Таблиця 3 – Показники технологічно процесу та якості виробів

n=3, p≤0,95

Показники	Пшеничне борошно першого сорту (контроль)	Суміш пшеничного та кукурудзяного борошна у співвідношенні, відповідно		
		95:5	90:10	85:15
<i>Тісто</i>				
Кислотність, град.:				
початкова	2,0	2,1	2,2	2,4
кінцева	2,4	2,6	2,8	3,0
Тривалість бродіння, хв	170	170	170	170
Тривалість вистоювання, хв	57 ± 3	55 ± 3	53 ± 3	50 ± 3
Газоутворення за період бродіння та вистоювання, см ³ /100 г	620	670	708	736
Розпливання кульки тіста за час бродіння тіста, мм	89	91	94	96
<i>Хліб</i>				
Питомий об'єм, см ³ /г	3,00	2,86	2,81	2,73
Формостійкість, Н/D	0,45	0,43	0,41	0,40
Кислотність, град.	1,8	1,8	1,8	2,0
Пористість, %	76	74	73	71
Деформація м'якушки загальна од. пенетр.				
через 4 год	75	65	61	54
24 год	60	45	39	33
Збереження свіжості через 24 год, %	76	73	71	68

Стан поверхні	Гладка, без тріщин			
Колір м'якушки	Білий	Зі слабким жовтуватим відтінком	З чітко вираженим жовтуватим відтінком	
Колір скоринки	Світло-жовтий		Світло-коричневий	
Структура пористості	Рівномірна, дрібна, тонкостінна	Рівномірна, крупна, товстостінна	Рівномірна, крупніша, товстостінна	Нерівномірна, крупна, товстостінна

Проведені дослідження цілком узгоджуються з літературними даними щодо доцільності заміни в рецептурі хліба 10 % пшеничного борошна кукурудзяним. Тому в подальших дослідженнях використовували суміш пшеничного борошна першого сорту з кукурудзяним борошном обойним у співвідношенні 90:10.

За результатами досліджень газоутворювальної здатності (рис. 2) встановлено, що порівняно з пшеничним інтенсивність бродіння тіста з сумішшю була на 2,6...16,5 % вищою, що, на нашу думку, зумовлено дією ферментів пшеничного борошна на кукурудзяний крохмаль і кращою піддатливістю його амілолізу. Другий пік газоутворення за умови вмісту в суміші 10...15 % кукурудзяного борошна спостерігається на 30 хв раніше, що свідчить про прискорення дозрівання тіста.

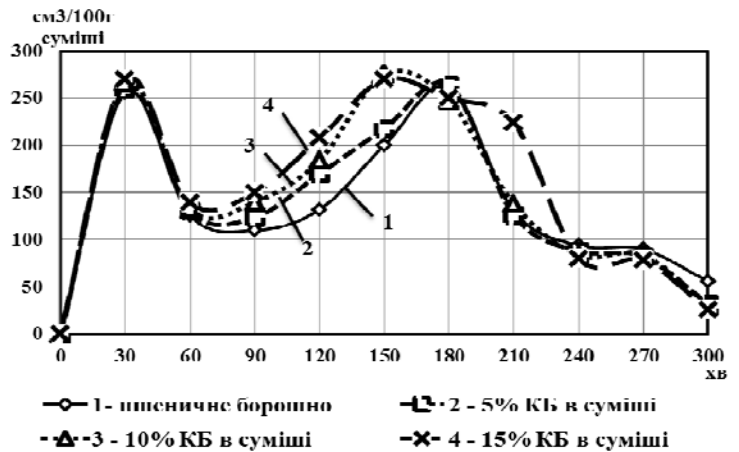


Рисунок 2 – Кількість виділеного діоксиду вуглецю

Оскільки білки кукурудзяного борошна не утворюють клейковини, важливим було визначити кількість і якість клейковини, що відмивається з тіста в разі заміни в його рецептурі пшеничного борошна різною кількістю кукурудзяного.

За результатами досліджень встановлено, що з тіста з композиційних сумішей відмивається на 1,5...6,0 % менше клейковини, ніж з тіста з пшеничного борошна, тобто різниця в кількості відмитої клейковини зростає зі збільшенням вмісту в суміші кукурудзяного борошна. Знижується вміст сухої клейковини, розтяжність і гідратаційна здатність сирової клейковини, збільшується її пружність, погіршується еластичність.

З метою покращання якості хліба було досліджено ефективність застосування таких технологічних заходів: подовження тривалості замішування тіста, встановлення оптимальної технологічної стадії дозування КБ та його кількості, використання КМКЗ, МСК і СПК.

Встановлено, що у разі заміни в рецептурі тіста 10 % пшеничного борошна кукурудзяним доцільно 50 % цього борошна використовувати у вигляді заварки, решту – у нативному стані.

Також встановлено (табл. 4), що внесення 10 % до маси суміші КМКЗ сприяє скороченню тривалості дозрівання тіста з 170 до 120 хв, а також тривалості вистоявання тістових заготовок. Питомий об'єм збільшувався на 13,0...18,0 %. Пористість поліпшувалась на 8,0...11,0 % відповідно, підвищувалась формостійкість подових виробів, тоді як в зразку з нативним КБ і КМКЗ питомий об'єм збільшувався на 5,3 %, а пористість – на 6,8 %.

Таблиця 4 – Показники якості хліба

n=3, p≤0,95

Показники	З борошняної суміші без заварки і без КМКЗ	Внесено КМКЗ 10 % до маси суміші	Заварено КБ, %	
			50	100
			внесено 10 % КМКЗ до маси суміші	
Питомий об'єм, см ³ /г	2,81	2,96	3,32	3,24
Пористість, %	73	78	83	81
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,44	0,46	0,45
Кислотність, град.	1,8	2,6	2,4	2,4
Стан поверхні	Гладка, без тріщин			
Колір м'якушки	З жовтуватим відтінком	Зі слабким жовтуватим відтінком		
Колір скоринки	Світло-коричневий			
Структура пористості	Рівномірна, крупна, товстостінна	Рівномірна, менш крупна, тонкостінна		

У виробництві хліба з пшеничного борошна молочну сироватку вносять у тісто з метою прискорення технологічного процесу.

Встановлено (табл. 5), що заварювання кукурудзяного борошна і додання молочної сироватки підвищеної кислотності (100 ± 10 °Т) у кількості 20 % до маси суміші сприяє покращанню показників якості хліба і в більшій мірі, якщо заварювати 50 % цього борошна.

Таблиця 5 – Показники якості хліба

n=3, p≤0,95

Показники	З борошняної суміші без заварки і без сироватки	Внесено сироватки 20 % до маси суміші	Заварено КБ, %	
			50	100
			внесено сироватки 20 % до маси суміші	
Питомий об'єм, см ³ /г	2,81	2,92	3,15	3,10
Пористість, %	73	74	78	77
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,42	0,45	0,44
Кислотність, град.	1,8	2,0	2,2	2,2

Так, питомий об'єм зразка хліба, що містив 50 % завареного кукурудзяного борошна збільшився на 12,0 %, пористість – на 6,0 %, формостійкість – на 5,0 %, тоді як зразка, що містив 100 % – на 8,0; 4,0 та 2,5 % відповідно. Скоринка хліба всіх зразків з сироваткою була яскравіше забарвлена.

З метою поліпшення структурно-механічних властивостей тіста досліджува-

ли ефективність додання СПК. Встановлено, що для досягнення належної якості хліба з пшенично-кукурудзяної суміші доцільно вносити 2 % СПК до маси борошняної суміші. Це зумовлює підвищення вмісту в тісті клейковинних білків, внаслідок чого спостерігається підвищення питомого об'єму хліба на 9,2 % порівняно зі зразком хліба з суміші без СПК, пористості – на 3,0 %, формостійкості – на 9,7 %.

Отже, доведено ефективність в технології пшенично-кукурудзяного хліба внесення в тісто заварки з 50 % рецептурного КБ та додання в нього СПК, КМКЗ або МСК.

У п'ятому розділі «Перебіг основних процесів у тісті за умови застосування досліджуваних технологічних заходів» Методом експериментально-статистичного моделювання визначали залежність об'єму пшенично-кукурудзяного хліба від кількості завареного КБ (x_1), кількості КМКЗ (x_2) та кількості СПК (x_3). Для виробу з пшенично-кукурудзяної суміші з доданням МСК найбільш суттєвими факторами впливу на якість виробів є кількість завареного кукурудзяного борошна (x_1), тривалість замішування тіста (x_2) та кількість МСК (x_3). В результаті опрацювання експериментальних даних одержали рівняння регресії:

для пшенично-кукурудзяного хліба з КМКЗ

$$Y_1 = 3,337 - 0,043 x_1 + 0,008 x_3 + 0,02 x_1 x_2 - 0,008 x_1 x_3 - 0,007 x_2 x_3 + 0,117 x_1^2 + 0,167 x_2^2 - 0,005 x_3^2;$$

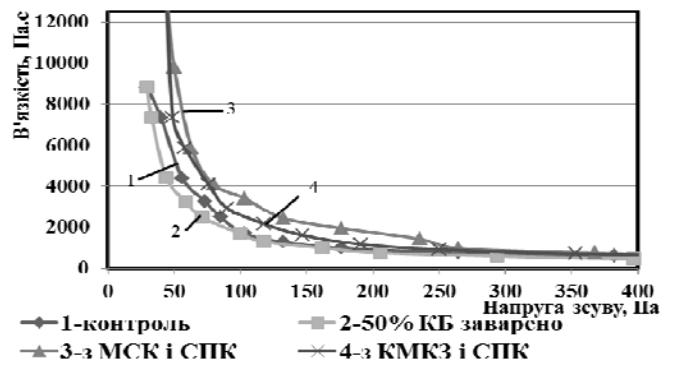
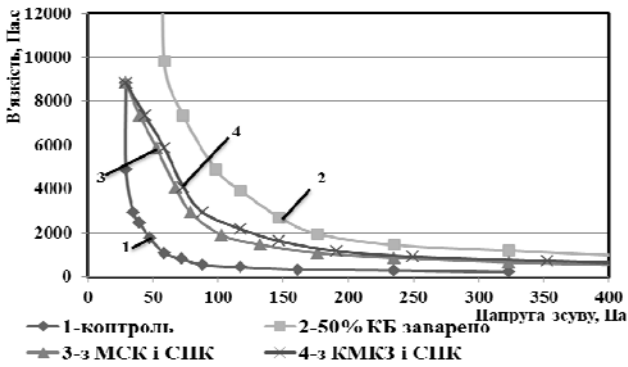
для пшенично-кукурудзяного хліба з доданням МСК:

$$Y_2 = 3,25 - 0,156 x_1 - 0,072 x_2 + 0,177 x_1 x_2 - 0,145 x_1 x_3 + 0,168 x_2 x_3 - 0,109 x_1^2 - 0,10 x_2^2 - 0,093 x_3^2.$$

Результати оптимізації показали, що максимальне значення питомого об'єму спостерігається при координатах оптимуму в натуральному вигляді за кількості завареного КБ – 50 %, кількості КМКЗ – 10 %, а СПК – 2 % та за умови заварювання 50 % кукурудзяного борошна, тривалості замішування – 15 хв, кількості МСК – 20 %.

З метою пояснення сутності позитивного ефекту оптимальної кількості заварювання КБ, внесення в тісто СПК, КМКЗ або СПК і МСК досліджували вплив цих заходів на реологічні властивості тіста, перебіг мікробіологічних і біохімічних процесів

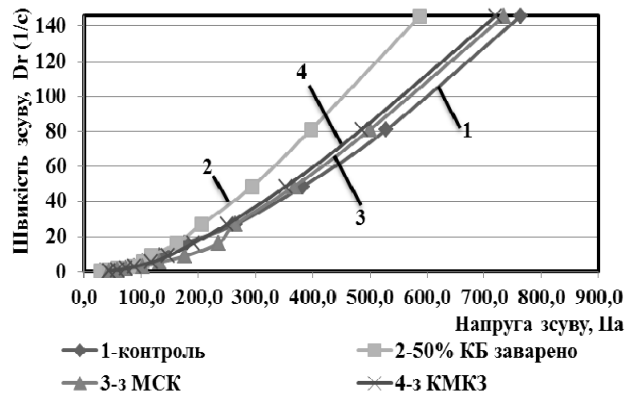
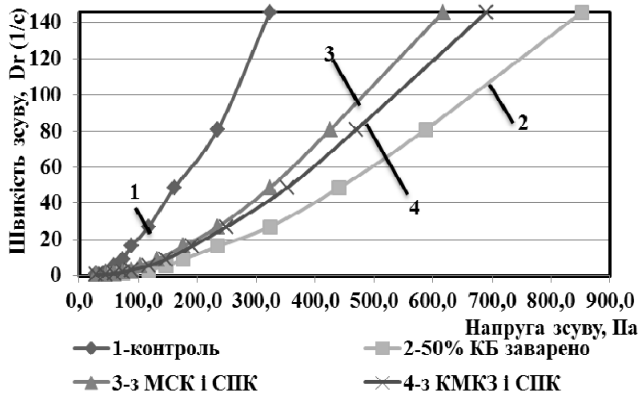
Встановлено (рис. 3, 4), що заварювання 50 % кукурудзяного борошна приводить до підвищення в'язкості та міцності системи. Так, в'язкість водно-борошняних сумішей з пшеничного та кукурудзяного борошна з заварюванням кукурудзяного борошна через 20 хв після замішування була майже вдвічі більшою порівняно з контрольним зразком. Зросла і напруга зсуву, необхідна для руйнування системи. Через 3 год ферментації внаслідок ферментативного гідролізу в усіх зразках спостерігалось зниження в'язкості, але в меншій мірі в зразках із СПК і КМКЗ та СПК і МСК. Зменшувалася напруга зсуву, необхідна для руйнування системи, яка становила 29...44 Па. Цьому, очевидно, сприяло покращання набухання білків в умовах підвищення кислотності середовища. Отже, покращання формостійкості виробів з пшенично-кукурудзяних сумішей пояснюється збільшенням в'язкості тіста за умови використання частини кукурудзяного борошна у вигляді заварки, додання СПК, МСК або використання КМКЗ.



а

б

Рисунок 3 – Реологічні криві в'язкості



а

б

Рисунок 4 – Реологічні криві течії:

а – через 20 хв після замішування; б – через 3 год ферментації

Поліпшення бродильної активності дріжджів та інтенсифікація процесів до-

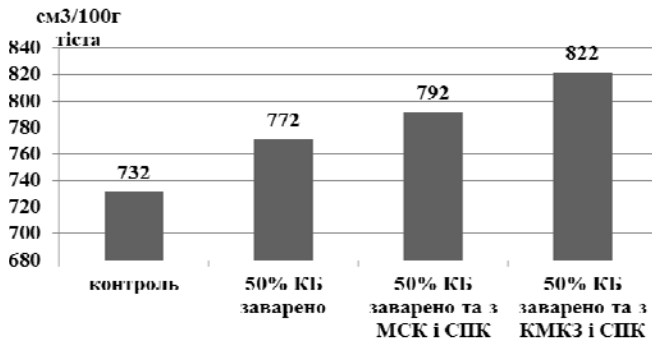


Рисунок 5 – Кількість виділеного CO₂

зрівання тіста в умовах застосування технологічних заходів супроводжувалось збільшенням кількості виділеного діоксиду вуглецю на 5,5...12,3 % (рис. 5). Це є наслідком застосування КМКЗ та МСК поряд із заварюванням КБ, внесенням у тісто додаткового живлення з СПК, КМКЗ і МСК.

Внаслідок цього перший і другий максимуми виділення CO₂ спостерігалися на 20...30 хв раніше порівняно з контролем та зі зразком тіста тільки з кукурудзяною заваркою, що підтверджує можливість скорочення тривалості бродіння тіста в разі застосування досліджуваних технологічних зразків.

У процесі бродіння тістових напівфабрикатів накопичуються кислореагуючі речовини, що зумовлюють збільшення кислотності тістової системи. Встановлено (рис. 6), що внесення СПК і КМКЗ та СПК і МСК приводить до підвищення, порівняно з контролем, початкової кислотності тіста з пшенично-кукурудзяної суміші на 0,2 і 0,4 град, відповідно. Це обумовлено вищою кислотністю СПК, КМКЗ (14...16 град.) та МСК (100 ± 10 °T).

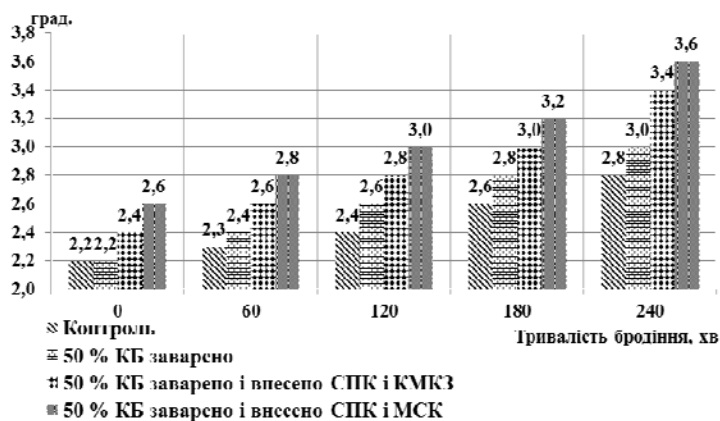


Рисунок 6 – Зміна титрованої кислотності в тісті з сумішей під час бродіння

Відповідно до зростання показника титрованої кислотності тіста за час бродіння адекватно зменшувався показник активної кислотності.

Вміст у тісті поряд з білками пшеничного борошна білків кукурудзяного, внесення СПК, МСК, КМКЗ апіорі має впливати на фракційний склад білкових речовин тіста. Під час проведення досліджень визначали вміст загального азоту, вміст фракції водорозчинних азотвмісних сполук, азоту білків клейковини та проміжної фракції.

Встановлено (табл. 6), що вміст загального азоту у зразках тіста з МСК та СПК більший, порівняно з контролем та іншими зразками, за рахунок білкових речовин МСК.

Таблиця 6 – Фракційний склад білкових речовин тіста з пшенично-кукурудзяної суміші

n=3, p<0,95

Зразки тіста	Вміст азоту за фракціями, % до СР тіста			
	загальний	азот клейковини	азот водорозчинний	проміжна фракція
Контроль (без заварки, СПК, КМКЗ, МСК)				
Після замішування	3,41	2,89	0,28	0,24
Після ферментації		2,69	0,35	0,37
50 % КБ заварено				
Після замішування	3,39	2,83	0,31	0,25
Після ферментації		2,65	0,44	0,30
50% КБ заварено та внесено СПК і МСК				
Після замішування	4,06	2,95	0,47	0,44
Після ферментації		2,63	0,66	0,77
50% КБ заварено та внесено СПК і КМКЗ				
Після замішування	3,77	2,93	0,44	0,40
Після ферментації		2,70	0,51	0,56

У процесі бродіння збільшувалася кількість азоту водорозчинної та проміжної фракцій, зменшувалася кількість азоту клейковини. Зазначені зміни можна пояснити тим, що під час заварювання кукурудзяного борошна кількість водорозчинних речовин збільшувалась за рахунок денатурації білків та кращої піддатли-

вості їх протеолізу. Внаслідок утворення комплексів білків клейковини з білками кукурудзяного борошна, які не розчинні у воді та не відмиваються з клейковиною, збільшувалась кількість азоту проміжної фракції.

Отже, експериментальні дослідження показали, що для забезпечення якості хліба з кукурудзяним борошном доцільно в рецептурі цим борошном замінити 10 % пшеничного. Для поліпшення споживчих властивостей хліба ефективно 50 % рецептурної кількості КБ заварювати, вносити в тісто 2 % СПК і 10 % КМКЗ або 2 % СПК і 20 % МСК до маси борошна. Для поліпшення смаку доцільно додавати 2 % цукру. За результатами досліджень розроблено рецептури та технологічні інструкції на хліб «Пшенично-кукурудзяний» та хліб «Пшенично-кукурудзяний на молочній сироватці» за представленою апаратурно-технологічною схемою виробництва (рис. 7) та розраховано економічну ефективність.

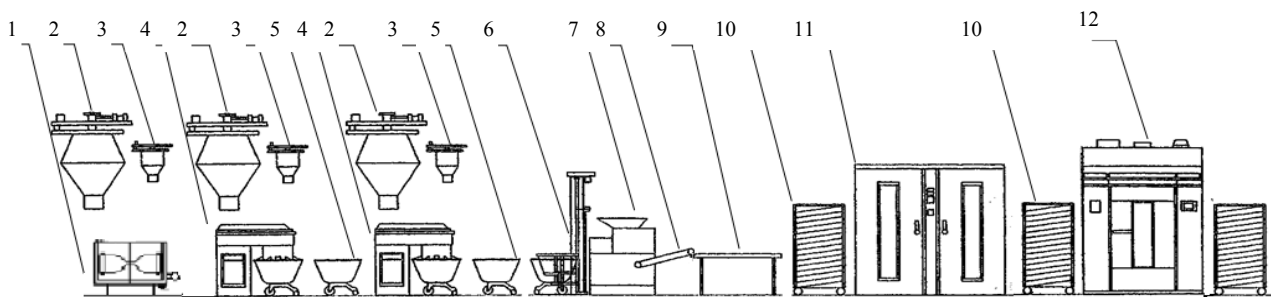


Рисунок 7 – Апаратурно-технологічна схема виробництва пшенично-кукурудзяного хліба: 1 – заварювальна машина, 2 – дозатор сипких компонентів, 3 – дозатор рідких компонентів, 4 – тістомісильна машина, 5 – діжа, 6 – діжоперекидач, 7 – тістоподільник, 8 – транспортер, 9 – стіл для оброблення тіста, 10 – контейнер з формами, 11 – шафа остаточного вистоювання, 12 – хлібопекарська ротаційна піч

В розділі 6 «Споживча та фізіологічна цінність розроблених виробів» встановлено, що розроблені вироби мають кращу якість і більший вміст повноцінного білка, харчових волокон, макроелементів, вітамінів групи В, РР, Е та фолієвої кислоти, а також низку незамінних амінокислот – ізолейцин, лейцин, фенілаланін,

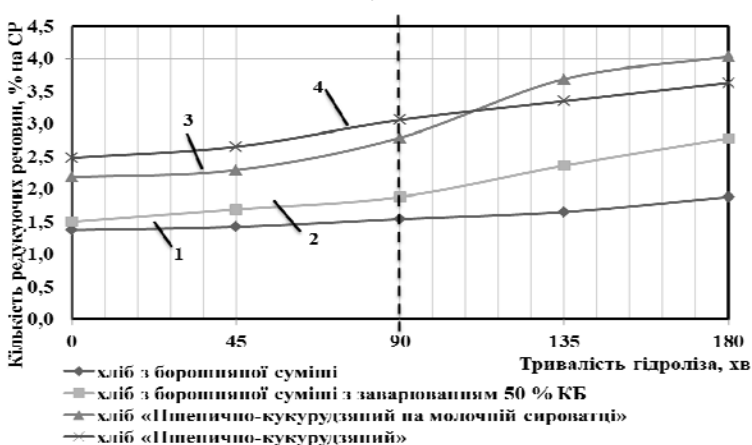


Рисунок 8 – Накопичення редукувальних цукрів під час гідролізу in vitro вуглеводів хліба

тирозин, треонін та триптофан, тому їх можна рекомендувати для широкого кола споживачів як продукти з оздоровчими властивостями.

Встановлено (рис. 8), що швидкість накопичення редукувальних цукрів хліба «Пшенично-кукурудзяного на молочній сироватці» та хліба «Пшенично-кукурудзяного» вища, ніж хліба без сироватки та КМКЗ. Насамперед це пов'язано з тим, що заварювання КБ приводить до клейстеризації крохмалю, який стає легкодоступним дії амілолітичних ферментів, а застосування сироватки та КМКЗ створює сприятливі умови для активації ферментів. Поряд з цим, зниження рН середовища може сприяти частковому неферментативному

Встановлено (рис. 8), що швидкість накопичення редукувальних цукрів хліба «Пшенично-кукурудзяного на молочній сироватці» та хліба «Пшенично-кукурудзяного» вища, ніж хліба без сироватки та КМКЗ. Насамперед це пов'язано з тим, що заварювання КБ приводить до клейстеризації крохмалю, який стає легкодоступним дії амілолітичних ферментів, а застосування сироватки та КМКЗ створює сприятливі умови для активації ферментів. Поряд з цим, зниження рН середовища може сприяти частковому неферментативному

гідролізу крохмалю.

Заміна частини білків пшеничного борошна КБ і включення до рецептури СПК, МСК мають суттєво позначитися на засвоюваності білків. Ступінь перетравлюваності білкових речовин хліба оцінювали за інтенсивністю їх гідролізу пепсином і трипсином *in vitro*, визначенням приросту кінцевих продуктів їх гідролізу – вільних амінокислот, вміст яких визначали методом формольного титрування.

За результатами досліджень встановлено (рис. 9), що порівняно з контролем швидкість накопичення амінокислот у хлібі «Пшенично-кукурудзяному на молочній сироватці» більша на 18 %, «Пшенично-кукурудзяному» – на 15 %, що корелює з дослідженнями ступеня перетравлюваності вуглеводів. Це можна пояснити включенням до рецептури СПК, присутністю легкозасвоюваних молочних білків, глибшою денатурацією білків кукурудзяного борошна, що сприяло їх засвоєнню.

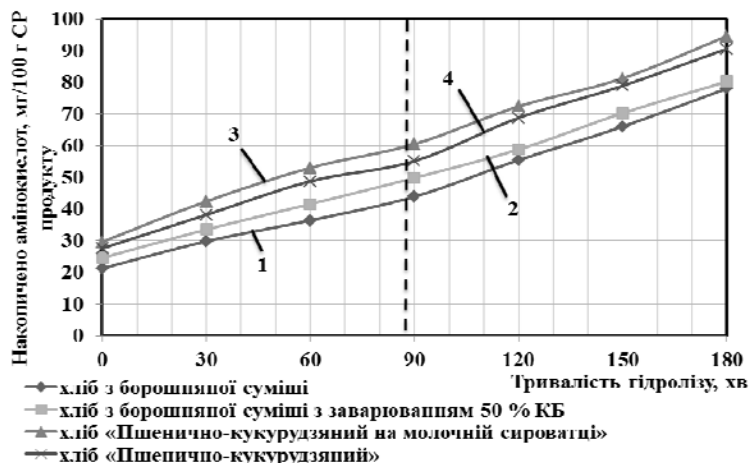


Рисунок 9 – Накопичення вільних амінокислот під час гідролізу *in vitro* білків хліба

Встановлено (табл. 7), що заварювання частини кукурудзяного борошна, поряд з включенням до рецептури виробів СПК, цукру, МСК, та приготування тіста з використанням КМКЗ приводять до зміни в процесі зберігання співвідношення форм зв'язку вологи у м'якушці хліба в бік збільшення кількості зв'язаної води, а також сприяють деякій стабілізації вмісту цієї води, тобто, зменшенню швидкості її втрат під час зберігання виробів.

Таблиця 7 – Вміст вільної та зв'язаної води в м'якушці розроблених виробів за дериватографом, %

Зразки	Тривалість зберігання, год	Масова частка вологи, % до загальної кількості		Втрати зв'язаної вологи
		вільна	зв'язана	
Хліб з пшенично-кукурудзяної суміші (контроль)	24	67,8	32,2	7,1
	48	74,9	25,1	
Хліб з пшенично-кукурудзяної суміші з заварюванням 50 % КБ	24	66,7	33,3	6,2
	48	72,9	27,1	
Хліб «Пшенично-кукурудзяний на молочній сироватці»	24	64,5	35,5	5,3
	48	69,8	30,2	
Хліб «Пшенично-кукурудзяний»	24	64,2	35,8	5,5
	48	69,7	30,3	

ВИСНОВКИ

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна з метою розширення сировинної бази та асортименту виробів із оздоровчими властивостями.

1. В результаті дослідження хімічного складу кукурудзяного борошна обойного доведено, що за вмістом харчових волокон, моно- і поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, β -каротину, вітаміну Е, мінеральних речовин, а саме: Fe, Cu, Zn, це борошно переважає пшеничне, що свідчить про його здатність збагатити хліб зазначеними есенціальними речовинами.
2. Встановлено, що порівняно з пшеничним борошном, кукурудзяне містить менше власних цукрів, амілолітичні ферменти його менш активні, а протеолітичні – активніші, в білках на 51 % більше проламінової та на 41 % менше глютелінової фракцій, що негативно позначається на його хлібопекарських властивостях, а саме – газоутворювальній та газоутримувальній здатності.
3. Хліб, у рецептурі якого частину пшеничного борошна замінено кукурудзяним, поступається пшеничному за об'ємом, пористістю, смаком м'якушки, що пов'язано з особливостями хлібопекарських властивостей кукурудзяного борошна.
4. Підтверджено дані літературних джерел і поглиблено обґрунтування, що оптимальною кількістю заміни пшеничного борошна кукурудзяним у рецептурі хліба, з урахуванням максимально можливого збагачення готових виробів, за умови збереження ними споживчих властивостей, слід вважати 10 %.
5. Доведено, що у разі заміни в рецептурі хліба частини пшеничного борошна кукурудзяним, з тіста відмивається менше клейковини, знижується показник ІДК, зменшується її розтяжність, еластичність та гідратаційна здатність, що поряд з високою активністю протеолітичних ферментів кукурудзяного борошна зумовлює зменшення в'язкості та еластичності тіста, збільшення його розрідження, і тим в більшій мірі, чим більший вміст кукурудзяного борошна в суміші.
6. Доведено, що з метою інтенсифікації технологічного процесу та поліпшення якості хліба 50 % рецептурної кількості кукурудзяного борошна доцільно вносити в тісто у вигляді заварки.
7. Доведено, що клейстеризація крохмалю внаслідок заварювання кукурудзяного борошна приводить до збільшення в'язкості тістової системи порівняно з тістом без заварювання. Це корелює з покращанням формоутримувальної здатності тіста та формостійкості хліба.
8. Встановлено, що з метою інтенсифікації перебігу процесів приготування тістових напівфабрикатів і поліпшення їх структурно-механічних властивостей доцільно поряд із заварюванням 50 % рецептурної кількості кукурудзяного борошна вносити в тісто 20 % МСК та 2 % СПК до маси борошна або 2 % СПК і 10 % КМКЗ, тривалість замішування тіста подовжувати до 15 хв. Якість хліба з кукурудзяним борошном покращується також у разі використання комплексного поліпшувача «Моле Гранум», що містять СПК та амілолітичні ферменти.
9. Доведено, що застосування КМКЗ або МСК, поряд із заварюванням кукурудзя-

ного борошна, інтенсифікує процес газоутворення в тісті, сприяє утворенню більшої кількості цукрів і зростанню їх збродження, а також зумовлює збільшення в тісті водорозчинної та проміжної фракцій азоту і небілкового азоту, що сприяє покращанню живлення мікроорганізмів тіста та поліпшує його реологічні властивості.

10. Отримано математичні моделі, які адекватно описують вплив запропонованих технологічних заходів на якість виробів з використанням кукурудзяного борошна.
11. Розроблено рецептури на нові види хлібобулочних виробів з кукурудзяним борошном.
12. Доведено, що вироби за розробленими рецептурами мають вищий вміст харчових волокон, макроелементів, вітамінів В₁, РР, Е та фолієвої кислоти, а також низки незамінних амінокислот (ізолейцину, лейцину, фенілаланіну, тирозину, треоніну та триптофану), що дає можливість рекомендувати їх для широкого кола споживачів як продукти із оздоровчими властивостями.
13. Дослідженнями *in vitro* встановлено, що заварювання кукурудзяного борошна, внесення в тісто КМКЗ або МСК і СПК сприяють підвищенню засвоюваності білкових речовин і вуглеводів хліба.
14. Встановлено, що порівняно з хлібом, виготовленим з пшенично-кукурудзяної суміші, вироби, в технології яких передбачено заварювання частини кукурудзяного борошна, використання МСК або КМКЗ та СПК, довше зберігають свіжість (що підтверджено меншою кришкуватістю м'якушки цих виробів та її більшою водопоглинальною здатністю), містять більше ароматичних сполук, подовжується тривалість збереження цих сполук у процесі зберігання.
15. За результатами проведених досліджень розроблено та затверджено в установленому порядку рецептури і технологічні інструкції на хліб «Пшенично-кукурудзяний на молочній сироватці» та «Пшенично-кукурудзяний» з КМКЗ.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дробот, В.І. Використання кукурудзяної крупи у виробництві пшеничного хліба / В.І. Дробот, О.П. Писарець, І.М. Кравченко / Хранение и переработка зерна. — 2013. — № 9 (174). — С. 53-55.
2. Дробот, В.І. Вплив комплексних поліпшувачів на перебіг технологічних процесів та якість виробів з кукурудзяним борошном / В.І. Дробот, О.П. Писарець // Продовольчі ресурси : збірник наукових праць. — 2014. — № 2. — С. 40-42.
3. Дробот, В.І. Структурно-механічні властивості тіста з композиційної суміші, що містить в своєму складі кукурудзяне борошно / В.І. Дробот, О.П. Писарець, І.В. Голінка // Продовольчі ресурси : збірник наукових праць. — 2014. — № 3. — С. 23-26.
4. Дробот, В.І. Использование кукурузной муки в технологии хлебопечения / В.И. Дробот, О.П. Писарец // Научни трудове Унивеситет по хранителни технологии. — Пловдив, 2014. — Том LXI. — Ч. 1. — С. 33-36.
5. Дробот, В.І. Молочна сироватка покращує якість хліба з суміші пшеничного і кукурудзяного борошна / В.І. Дробот, О.П. Писарець // Хранение и переработка зерна. — 2014. — № 10 (187). — С. 46-48.
6. Дробот, В.І. Использование продуктов переработки кукурузы в производстве хле-

- ба из композиционных смесей / В.И. Дробот, О.П. Писарец, И.Н. Кравченко / «Наука. Образование. Молодежь» : республиканская конференция молодых ученых, 18-19 апреля 2013 г. : материалы докладов и выступлений. — Алматы : АТУ, 2013. — С. 64-66.
7. Писарець, О.П. Дослідження хлібопекарських властивостей композиційних сумішей, що містять продукти переробки кукурудзи / О.П. Писарець, В.І. Дробот // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 79 міжнародна наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, 15-16 квіт. 2013 р. : тези доповідей. – К. : НУХТ, 2013. — Ч.1. — С. 167-168.
 8. Писарець, О. Кукурудзяне борошно як складова композиційної суміші для приготування хліба / О. Писарець, Н. Іванушко, В. Дробот // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 80 міжнародна наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, 24-25 квіт. 2014 р. : тези доповідей. — К. : НУХТ, 2014. — Ч.1. — С. 164-166.
 9. Писарец, О.П. Влияние продуктов переработки кукурузы на биохимические процессы в технологии хлеба из мучной смеси / О.П. Писарец, В.И. Дробот // Техника и технология пищевых производств : IX международная научная конференция студентов и аспирантов, 24-25 апр. 2014 г. : тезисы докладов. — Могилев : МГУП, 2014. — С. 124.
 10. Писарець, О.П. Продукти переробки кукурудзи – джерело поліненасичених жирних кислот груп ω -3 та ω -6 / О.П. Писарець, В.І. Дробот // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, 13-16 жовтня 2014 р. : тези доповідей. — К. : НУХТ, 2014. — С. 66.
 11. Писарець, О.П. Покращання якості хлібобулочних виробів з композиційної суміші, що містить кукурудзяне борошно / О.П. Писарець / Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи : II Міжнародна науково-практична конференція, 11 лист. 2014 р.: тези доповідей. — К. : Інститут продовольчих ресурсів НААН України, 2014. — С. 62-64.
 12. Писарец, О.П. Повышение качества хлеба из пшенично-кукурузной смеси при использовании КМКЗ и сыворотки / О.П. Писарец, В.И. Дробот, Ю.В. Николаенко // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : IV Международная научно-техническая конференция Воронежского государственного университета инженерных технологий, 5-6 ноября 2014 г. : тезисы докладов. — Воронеж : ВГУИТ, 2014. — С. 556-558.
 13. Писарець, О.П. Доцільність застосування КМКЗ у технології пшенично-кукурудзяного хліба / О.П. Писарець, В.І. Дробот // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва : наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, 2 квітня 2015 р. : тези доповідей. — Харків : ХДУХТ, 2015. — Ч. 1. — С. 86.
 14. Використання підкислювачів в технології хліба з пшенично-кукурудзяної борошнаної суміші / О. Писарець, Ю. Ніколаєнко, Н. Погрибатько, В. Дробот // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 80 міжнародна наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, 23-24 квіт. 2015 р.: тези доповідей. — К. : НУХТ, 2015. — Ч.1. — С. 114.
 15. Писарец, О.П. Обоснование целесообразности использования молочной сыворотки

в технологии хлеба с пшенично-кукурузной смеси / О.П. Писарец, В.И. Дробот // Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения : международная научно-практическая конференция, 17 апреля 2015 г. — Кутаиси: Государственный университет Акакия Церетели, 2015. — С. 324-327.

16. Писарец, О.П. Использование молочной сыворотки в технологии пшенично-кукурузного хлеба / О.П. Писарец, В.И. Дробот // Современные технологии сельскохозяйственного производства : XVIII международная научно-практическая конференция, 27 марта, 15 мая 2015 г. — Гродно: ГГАУ, 2015. — С. 312-314.

Особистий внесок здобувача: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до публікації.

АНОТАЦІЯ

Писарець О.П. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2015.

Дисертація присвячена удосконаленню технології хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна. В роботі досліджено хімічний склад та технологічні властивості кукурудзяного борошна обойного порівняно з пшеничним першого сорту.

Визначено вплив кукурудзяного борошна обойного на перебіг технологічних процесів та якість готових виробів. Доведено доцільність заміни в рецептурі хліба 10 % пшеничного борошна кукурудзяним, що узгоджується з даними літературних джерел. Обґрунтовано технологічні заходи та способи приготування тіста з кукурудзяним борошном обойним, що забезпечують хорошу якість готових виробів.

Розкрито сутність перебігу біохімічних, мікробіологічних, колоїдних процесів у технології хліба з кукурудзяним борошном обойним, визначено зміни у білково-протеїназному і вуглеводно-амілазному комплексах.

Встановлено, що заварювання кукурудзяного борошна та додання КМКЗ, МСК та СПК сприяють поліпшенню якості хліба з кукурудзяним борошном.

На підставі проведених досліджень розроблено та затверджено нормативну документацію на хліб «Пшенично-кукурудзяний» та хліб «Пшенично-кукурудзяний на молочній сироватці».

Ключові слова: пшеничне борошно, кукурудзяне борошно обойне, кукурудзяна заварка, концентрована молочнокисла закваска, молочна сироватка кисла, суха пшенична клейковина, споживчі властивості.

АННОТАЦИЯ

Писарец О.П. Усовершенствование технологии хлебобулочных изделий с использованием кукурузной муки. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов – Национальный университет пищевых техноло-

гий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2015.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии хлеба из смеси пшеничной и кукурузной муки. В работе исследованы химический состав и технологические свойства кукурузной муки обойной в сравнении с пшеничной мукой первого сорта. Установлено, что кукурузная мука содержит меньше белков и простых углеводов, больше жиров, пищевых волокон, витаминов, уступает пшеничной по хлебопекарным свойствам: обладает меньшей сахарообразующей способностью, более низкой активностью амилолитических ферментов, большей кислотностью. Амилолитические ферменты кукурузной муки почти вдвое менее активны, чем пшеничной, а амилазы пшеничной муки динамичнее гидролизуют кукурузный крахмал, чем амилазы кукурузной.

Установлено также, что протеолитические ферменты кукурузной муки активнее по сравнению с протеолитическими ферментами пшеничной муки. Кукурузная мука обойная имеет большую водопоглотительную способность и более крупные частицы.

Теоретически доказано и экспериментально подтверждено, что оптимальным количеством кукурузной муки, с учетом максимально возможного обогащения изделий ее составляющими наряду с сохранением хороших потребительских свойств хлеба, является 10 % в пшенично-кукурузной смеси.

Доказано, что при замене части пшеничной муки кукурузной увеличивается газообразование в тесте вследствие высокой податливости кукурузного крахмала амилолизу ферментами пшеничной муки.

Установлено, что тесто из пшенично-кукурузной смеси, в сравнении с пшеничным, имеет большую водопоглотительную способность, меньшую на 8,3...12,0 % эластичность, больше разжижается, что объясняется высокой водопоглотительной способностью кукурузной муки и низкой способностью ее белков к набуханию.

Доказана эффективность внесения в тесто заварки с 50 % рецептурного количества кукурузной муки и добавление в него СПК и КМКЗ или СПК и МСК, что обеспечивает повышение кислотности теста, сокращение на 50 мин продолжительности его брожения, улучшение удельного объема хлеба на 15...18 %.

Методом экспериментально-статистического моделирования установлено оптимальную дозировку СПК, КМКЗ и МСК, при которой обеспечивается высокое качество изделий.

Доказано, что клейстеризация крахмала вследствие заваривания кукурузной муки приводит к увеличению вязкости тестовой системы, уменьшению разрежения теста во время ферментации по сравнению с тестом без заваривания. Заваривание части кукурузной муки, применение, наряду с заваркой, СПК и КМКЗ или СПК и МСК интенсифицирует процесс газообразования в тесте, обуславливает увеличение содержания водорастворимой и промежуточной фракций белка.

Установлено, что изделия, в технологии которых предусмотрено заваривание части кукурузной муки и использование СПК и МСК или СПК и КМКЗ, дольше сохраняют свежесть. Исследованиями *in vitro* доказано, что они имеют лучшую степень усвояемости белковых веществ и углеводов хлеба.

На основании проведенных исследований разработана и утверждена норма-

тивная документация на изготовление новых видов хлеба с кукурузной мукой: «Хлеб пшенично-кукурузный» и «Хлеб пшенично-кукурузный на молочной сыворотке». Разработанные изделия имеют лучшее качество, большее содержание белка, пищевых волокон, макроэлементов, витаминов группы В, РР, Е и фолиевой кислоты, а также ряда незаменимых аминокислот – изолейцина, лейцина, фенилаланина, тирозина, треонина и триптофана, поэтому их можно рекомендовать для широкого круга потребителей как продукты с оздоровительными свойствами.

Ключевые слова: пшеничная мука, кукурузная мука обойная, кукурузная заварка, концентрированная молочнокислая закваска, молочная сыворотка кислая, сухая пшеничная клейковина, потребительские свойства.

ANNOTATION

Pysarets O. P. Improvement of bakery products technology with corn flour application. – Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences by specialty 05.18.01 – Technology of baking products, confectionery and food concentrates – National University of Food Technology, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2015.

The thesis is devoted to the improvement of bread technology with corn flour application. The chemical composition and technological properties of whole-corn flour in comparison with wheat flour are investigated.

The effect of whole-corn flour on the manufacturing processes and finished products quality is defined. The effectiveness of replacement flour in bread recipe by 15% whole-corn flour is installed. The technological measures and dough cooking methods with whole-corn flour to produce good quality finished products are substantiated.

The essence of biochemical, microbiological and colloidal processes in technology of wheat bread with whole-corn flour are disclosed and changes in protein-protease and carbohydrate-amylase dough's complexes are disclosed.

It has been established that whole-corn flour brewing and adding of concentrated lactic acid starter, acid whey and dry wheat gluten are helping improve the quality of bread from corn flour.

Based on series of case studies the specification standards on «Wheat-corn bread» and «Wheat-corn bread with whey» were approved.

Key words: wheat flour, whole-corn flour, pregelatinized corn flour, concentrated lactic acid starter, acid whey, dry wheat gluten, consumer properties.