

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**ХОЛОДОВА ОЛЕНА АНАТОЛІВНА**

УДК 664.746 : 664.641

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЗОНУВАННЯ ПШЕНИЧНОГО  
БОРОШНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ**

Спеціальність 05.18.01 – Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Київ – 2011**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка Міністерства аграрної політики та продовольства України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Сафонова Ольга Миколаївна,**  
Національний технічний університет сільського господарства імені П. Василенка,  
завідувач кафедри технологій переробних і харчових виробництв.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Доценко Віктор Федорович,**  
Національний університет харчових технологій,  
завідувач кафедри технології харчування та організації обслуговування в ресторанах

кандидат технічних наук, доцент  
**Олійник Світлана Георгіївна,**  
Харківський державний університет харчування та торгівлі,  
доцент кафедри технології хліба,  
кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів.

Захист відбудеться «17» травня 2011 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «12» квітня 2011 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доц.

Камбулова Ю.В.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Хліб та хлібобулочні вироби є одними з найбільш соціально значимих, незамінних та економічно доступних продуктів харчування, тому мають відповідати високим вимогам до їх якості. Постійно зростаючі вимоги споживачів до органолептичних та фізико-хімічних показників якості хлібобулочних виробів, їх харчової цінності та нешкідливості можна забезпечити, використовуючи борошно з високими хлібопекарськими властивостями або застосовуючи поліпшувачі та добавки, багаті біологічно активними речовинами.

За статистичними даними на ринку України частка зерна та борошна з низькими хлібопекарськими властивостями постійно зростає. За таких умов основною проблемою виробників хлібобулочних виробів є забезпечення виробництва високоякісної продукції, що зменшує увагу до випуску виробів оздоровчого призначення.

Питаннями застосування цілеспрямованого впливу на хлібопекарські властивості борошна займалися Р.Д. Поландова, Л.І. Карнаушенко, Л.І. Пучкова, В.І. Дробот, Л.Ю. Арсенєва, Г.М. Лисюк, О.М. Сафонова, Н. Wieland та інші дослідники. Незважаючи на велику кількість досліджень, присвячених використанню окисників у хлібопеченні, й до сьогодні не відпрацьовано єдиної думки щодо механізму їхньої дії. З урахуванням того, що в Україні лише вузький спектр поліпшувачів окисної дії є дозволеним до використання, на часі залишається проблема пошуку нових безпечних та водночас ефективних способів поліпшення хлібопекарських властивостей слабого пшеничного борошна, в тому числі для виробництва хлібобулочних виробів оздоровчого призначення. Особливо гостро ця проблема постає в разі використання такої сировини як неферментований житній солод, дрібнодисперсні зародки пшениці та порошок топінамбуру, які водночас із підвищенням біологічної цінності хлібобулочних виробів помітно знижують силу борошна та погіршують структурно-механічні показники якості хліба.

Сучасним ефективним поліпшувачем окисної дії можна вважати озон, який вигідно відрізняється від інших добавок високим окислювальним потенціалом та екологічною чистотою. Дослідження щодо можливості використання озону в борошномельній галузі, розпочаті ще на початку 20-го сторіччя, й до сьогодні, на жаль, не набули широкого запровадження. Це зумовлено недосконалістю та високою собівартістю існуючого на той час озонаторного обладнання, розрізненістю досліджень та відсутністю систематизації даних стосовно впливу озону на зернову й борошняну сировину.

Сьогодні у зв'язку зі створенням озонаторного обладнання нового покоління стрімко виріс інтерес до озонових технологій, проте, загальний рівень знань про ступінь хімічних перетворень в оброблених озоном об'єктах залишився на рівні п'ятдесятирічної давнини. Тому подальший розвиток наукових досліджень у напрямку розробки технології озонування борошна з низькими хлібопекарськими властивостями та виявлення механізмів впливу озону на властивості біополімерів борошна з використанням сучасних інструментальних методів

досліджень є своєчасним і має сприяти поліпшенню якості продукції та економії сировинних ресурсів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась відповідно до тематики науково-дослідних робіт ХНТУСГ ім. П. Василенка в межах держбюджетної теми № 01.08U010757 «Розробка технології обробки зернової та борошняної сировини із застосуванням озону та магнітного поля направленої дії», а також госпдоговірної теми № 1/4 – 2009 «Розробка технології желевної та хлібобулочної продукції з використанням нетрадиційної сировини».

**Мета і завдання досліджень.** Метою досліджень є наукове обґрунтування й удосконалення технології озонування борошна для застосування його в хлібопекарському виробництві для виготовлення виробів масового та оздоровчого призначення, поліпшення хлібопекарських властивостей борошна зі слабкою клейковиною, розширення асортименту та підвищення безпеки хлібобулочних виробів.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі завдання:

- 1) обґрунтувати доцільність використання озону для поліпшення технологічних властивостей слабого пшеничного борошна;
- 2) дослідити вплив озону на хлібопекарські властивості борошна, показники його якості під час зберігання та властивості біополімерів пшеничного борошна;
- 3) удосконалити технологію озонування пшеничного борошна на борошномельних підприємствах;
- 4) дослідити вплив озону на деформаційні, гідратаційні, адгезійні властивості тіста та здатність тіста з борошна пшеничного озонованого до формування пористої структури;
- 5) оптимізувати технологічні режими виробництва хлібобулочних виробів масового та оздоровчого призначення з борошна пшеничного озонованого та провести кваліметричну оцінку їх якості;
- 6) провести комплекс робіт по розробці нормативної документації, упровадженню нових технологій та визначенню економічної ефективності виробництва хлібобулочних виробів із борошна пшеничного озонованого;

*Об'єкт дослідження* – технологія озонування пшеничного борошна, технологія хлібобулочних виробів масового та оздоровчого призначення.

*Предмет дослідження* – хлібопекарські властивості борошна, структурно-механічні властивості тіста та готових виробів, процеси тістоутворення, неферментований житній солод, порошок топінамбура, дрібнодисперсні зародки пшениці.

*Методи дослідження* – аналітичні, традиційні й спеціальні органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні методи визначення якості вихідної сировини, напівфабрикатів і готових виробів; методи планування експерименту та математичного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних програм.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі теоретичних та експериментальних досліджень доведено ефективність використання озону для покращання

хлібопекарських властивостей пшеничного борошна зі слабкою клейковиною в технології хлібобулочних виробів масового та оздоровчого призначення.

Вперше:

– встановлено закономірності впливу озону на агрегуючу здатність клейковинних білків борошна. Встановлено, що зі збільшенням тривалості оброблення борошна в озono-повітряній суміші зростає здатність клейковинних білків до агрегації;

– визначено зміни конформаційного стану білкових речовин борошна та тіста під дією озону, які виявляються в упорядкуванні невпорядкованих структур макромолекул білків з утворенням енергетично вигідних паралельних та антипаралельних  $\beta$ -складчастих листів внаслідок зміни електричного балансу білкової молекули.

Набули подальшого розвитку:

– закономірності зміни властивостей тіста з борошна пшеничного озonoваного під впливом технологічних чинників;

– дані щодо формування якості хлібобулочних виробів масового та оздоровчого призначення з борошна пшеничного озonoваного під час виробництва та зберігання продукції. Доведено, що використання борошна пшеничного озonoваного сумісно з нетрадиційною хлібопекарською сировиною, багатою на біологічно активні речовини, забезпечує підвищення якості хлібобулочних виробів.

Наукову новизну технічних рішень підтверджено патентами на корисну модель України №35440 від 25.09.2008 «Спосіб дозрівання пшеничного борошна», № 52313 від 25.08.2010 «Спосіб одержання хлібобулочних виробів», № 52315 від 25.08.2010 «Спосіб одержання хлібобулочних виробів».

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено нормативну документацію на готову продукцію: ТУУ 15.8-00493741-001-2010 «Хлібобулочні вироби з борошна пшеничного озonoваного та дрібнодисперсними зародками пшениці», технологічну інструкцію з виробництва хліба з борошна пшеничного озonoваного та дрібнодисперсних зародків пшениці – «Ароматний»; затверджено технологічні інструкції з виробництва: борошна пшеничного озonoваного, хлібобулочних виробів з борошна пшеничного озonoваного та неферментованого житнього солоду – «Богема», хлібобулочних виробів з борошна пшеничного озonoваного та порошку топінамбура – «Артишок», «Здравушка».

*Реалізація роботи.* Упровадження науково-технічних розробок, випуск промислових партій здійснено на підприємствах хлібопекарської промисловості м. Харків та м. Костянтинівка Донецької обл., що підтверджено актом впровадження на ТОВ «Хлібокомбінат «Кулінічі»» (акт від 21.08.2008), актом впровадження на ПП «Ресурс+» (акт від 25.03.2010), актом впровадження на ВАТ «Костянтинівський хлібокомбінат» (акт від 19.08.2010).

Економічний ефект від упровадження результатів роботи на борошномельному підприємстві складає 18,55 грн. при переробці 1 т зерна; при впровадженні в практику

хлібопечення складає 32 грн. на 1 т готової продукції за рахунок різниці між вартістю зерна та борошна з різними хлібопекарськими властивостями.

Одержані нові прикладні результати відображено в навчально-методичних розробках, рекомендованих для студентів ВНЗ, які готують фахівців за напрямом 6.051701 «Харчові технології та інженерія» (акт впровадження в навчальний процес ХНТУСГ ім. П. Василенка від 10.11.2009).

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі стану проблеми, розробці програми досліджень, організації, проведенні та узагальненні аналітичних і експериментальних робіт, аналізі та обробленні одержаних даних, формулюванні висновків, підготовці матеріалів до публікації, складанні заявок на корисну модель, розробці нормативної документації, проведенні заходів із впровадження результатів дослідження у виробництво.

**Апробація результатів досліджень.** Основні результати наукових досліджень обговорювались на наукових конференціях: VI Міжнародній науково-технічній конференції «Техника и технология пищевых производств» (м. Могилів, МГУП, 2007), VII, VIII, IX Міжнародних науково-практичних конференціях «Сучасні проблеми технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв» (м. Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2007, 2008, 2009 рр.), на науковій конференції «Прогресивні технології і створення високоефективного обладнання процесів та апаратів переробних і харчових виробництв» (м. Луганськ, ЛНАУ, 2008 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини» (м. Харків, ХДУХТ, 2008 р.), 74 Науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблеми харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, НУХТ, 2008р.), XXIII науковій конференції країн СНД «Дисперсные системы» (м. Одеса, ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2008 р.), Міжнародній практичній конференції «Основні напрямки інноваційного розвитку виробництва та переробки продукції АПК» (м. Моршин, ЛНУВМБ ім. С.З Гжицького, 2008 р.), IX Міжнародній науково-практичній конференції «Хлібопродукти – 2009» (м. Одеса, ОНАХТ, 2009 р.), Міжнародній науковій конференції студентів і молодих вчених «Экологически безопасные ресурсосберегающие технологии» (г. Москва, МГУПБ, 2009 г.), II Всеукраїнській Науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (м. Одеса, ОНАХТ, 2009 р.). На виставках: «Наука і виробництво» (м. Харків, 2008, 2009 рр.), на спеціалізованій виставці-ярмарку «Обладнання та технології для харчової промисловості. Продукти та напої» (м. Харків, 2008 р.), на виставці ХНТУСГ ім. П. Василенка в межах освітнього ярмарку вузів Німеччини DAAD/GATE Germany (м. Харків, 2008 р.), на виставці, присвяченій Міжнародній науково-практичній конференції «Ресторанне господарство в стратегіях розвитку туризму» (м. Харків, ХДУХТ, 2009 р.), на виставці в рамках Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування» (м. Харків, ХДУХТ, 2009 р.).

**Публікації.** За результатами роботи опубліковано 17 наукових праць, у тому числі 8 статей у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 3 патенти України на корисну модель, 6 тез доповідей наукових конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел. Дисертацію викладено на 161 сторінці, ілюстровано 31 рисунком та 43 таблицями. Список використаних джерел включає 206 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, надано відомості стосовно особистого внеску автора, апробації роботи.

**У першому розділі «Сучасні напрямки регулювання хлібопекарських властивостей пшеничного борошна»** розглянуто теоретичні та практичні аспекти поліпшення якості пшеничного борошна, наведено аналіз існуючих хлібопекарських поліпшувачів окисної та комплексної дії, висвітлено роль функціональних добавок у формуванні якості хлібопекарської продукції, наведено досвід застосування озону в харчовій та переробній галузях промисловості.

**У другому розділі «Характеристика сировини і методологія експериментальних досліджень»** наведено характеристику об'єктів та методів дослідження, розроблено схему проведення аналітичних та експериментальних досліджень.

Експериментальну частину роботи виконано на базі лабораторій кафедри технологій переробних і харчових виробництв Національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, відділу низькотемпературної нерівноважної плазмохімії ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут», лабораторії якості зерна Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН, кафедри фізики та енергетики Харківського державного університету харчування та торгівлі.

Агрегуючу здатність клейковинних білків досліджували методом Аракаві та Йонезаві, ІЧ-спектри клейковинних білків – методом пресованих таблеток з KBr, фракційний склад білків борошна – методом Осборна, кількість зв'язаних іонів водню – методом потенціометричного титрування, міцність зв'язків адгезії тіста – на адгезіометрі, ефективну в'язкість тіста – на ротатійному віскозиметрі, розробленому науковцями ХДУХТ, властивості крохмалю пшеничного борошна вивчали на амілографі Брабендера, реологічні властивості тіста – на альвеографі фірми “Chopin” та фаринографі фірми “Брабендер”. Термогравіметричні дослідження проводили на дериватографі Q-1000.

Економічну ефективність визначали за діючими в галузі методиками розрахунку. Комплексну оцінку якості проводили за допомогою методів кваліметрії. Вірогідність отриманих результатів оцінювали методами математичної статистики. Для оптимізації технологічних режимів застосовували методи експериментально-статистичного моделювання та прикладних програм Excel, MathCAD. Загальну схему досліджень наведено на рис. 1.

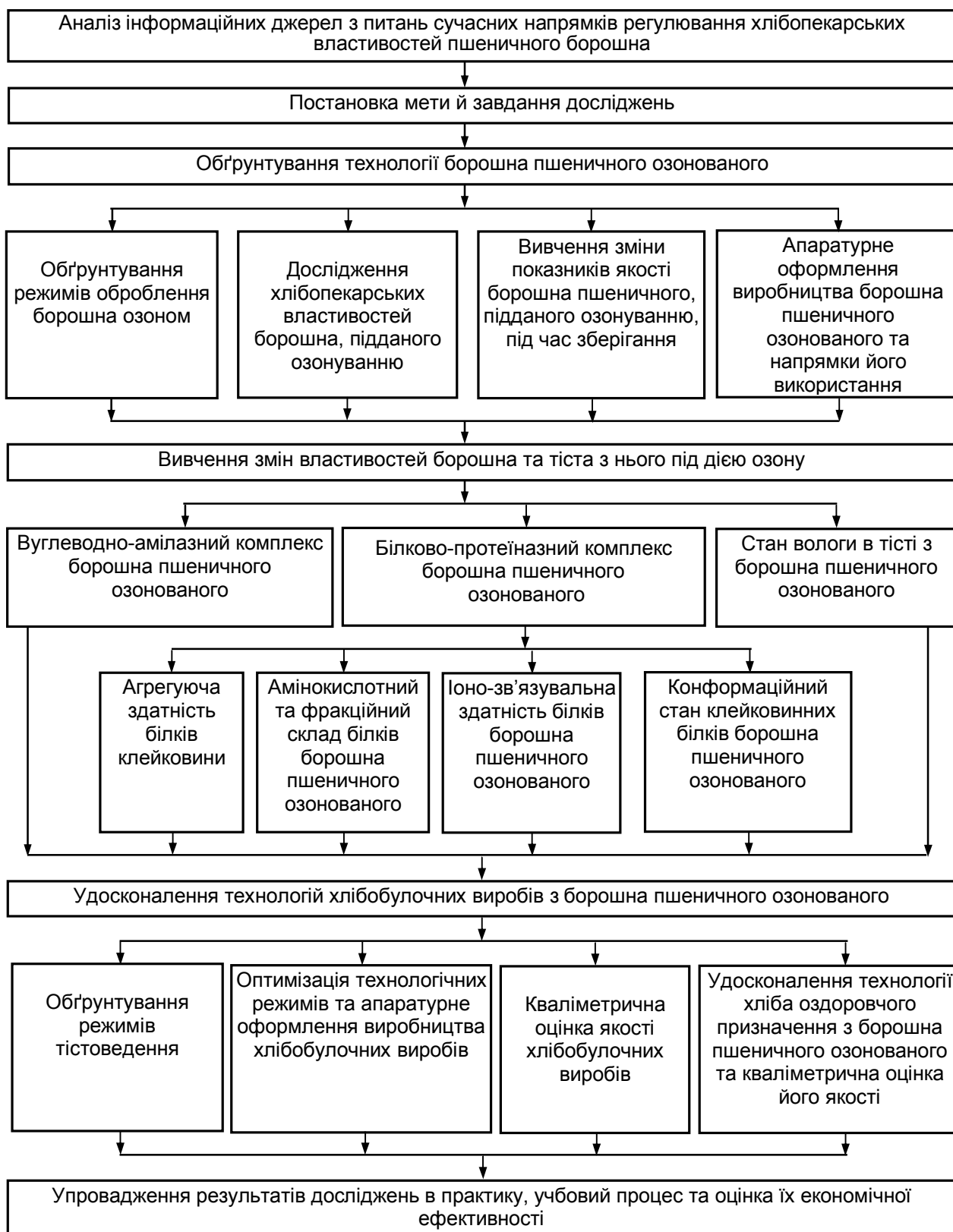


Рис.1. Блок-схема комплексних досліджень по удосконаленню технології озонування пшеничного борошна для виробництва хлібобулочних виробів



У третьому розділі «Обґрунтування технології борошна пшеничного озонованого» обґрунтовано доцільність оброблення слабкого пшеничного борошна озonom, підтверджено більш високу ефективність використання озону в порівнянні з іншими технологічними прийомами та хлібопекарськими поліпшувачами (аерування повітрям, кисене-повітряною сумішшю з різною масовою часткою кисню та за використання йодату калію, аскорбінової кислоти чи ферментного препарату окисної дії Глюзим Моно).

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що коливання вологості борошна в межах 13...17%, а також зміна його температури в межах (+5...+25)°С мають статистично незначимий вплив на ефективність процесу оброблення борошна озonom. Показано, що позитивний ефект від озонування борошна при збереженні високих органолептичних показників якості борошна досягається лише в вузькому інтервалі «концентрація-тривалість»: концентрація озону – 0,5...1,0 г/м<sup>3</sup>, тривалість оброблення – (9...27) × 60 с.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу побудовано наступну адекватну регресійну модель залежності питомого об'єму хлібобулочних виробів з борошна, обробленого озоно-повітряною сумішшю, від концентрації озону в озоно-повітряній суміші та тривалості процесу оброблення:

$$y = 219,95 + 114,67 x_1 + 15,69 x_2 - 2,75 x_1 x_2 - 36,00 x_1^2 - 0,37 x_2^2$$

Максимальне значення питомого об'єму хліба досягається за наступних режимів оброблення борошна в озоно-повітряній суміші: концентрація озону – 0,8...1,0 г/м<sup>3</sup>, тривалість оброблення – (15...20) × 60 с.

Показано, що оброблення борошна озоно-повітряною сумішшю дозволяє значно покращати його хлібопекарські властивості (табл.1).

Встановлено, що після оброблення борошна в озоно-повітряній суміші властивості клейковини поліпшуються: зростає її пружність на 20...30%, зменшується розтяжність та гідратаційна здатність. Показано, що пружність тіста збільшується вдвічі, питома робота деформації збільшується на 70...90%; співвідношення P/L тіста наближається до оптимальних значень (1,1...1,7).

За даними фаринограм встановлено збільшення тривалості замішування тіста та його стабільності. Ефективність оброблення борошна озonom зберігається після трьох годин відлежування тіста – зменшується розпливання кульки тіста під час його відлежування.

Газоутворювальна здатність борошна, обробленого озоно-повітряною сумішшю, зменшується відносно контрольного зразка на 10...30%, тривалість процесу бродіння збільшується на 30×60 с.

Внаслідок окиснення каротиноїдних пігментів борошна озonom збільшується його білизна. Висока токсична дія озону на мікроорганізми дозволяє збільшити стійкість борошна до мікробіологічного псування протягом його зберігання.

**Вплив режимів озонування на показники якості пшеничного борошна та тіста**

№ з/п	Показник якості	Тривалість оброблення борошна в озono-повітряній суміші (концентрація озону – 1,0 г/м <sup>3</sup> ) × 60, с			
		0 (контроль)	9	18	27
<b>Борошно</b>					
1.	Білизна борошна, ум. од.	59	62	63	64
2.	Газоутворювальна здатність борошна, см <sup>3</sup> /100г борошна	1570	1553	1460	1041
3.	Вміст сирової клейковини, %	26,0	26,0	24,5	23,8
4.	Пружність клейковини, од. ИДК	90	85	75	55
5.	Гідратаційна здатність клейковини, %	205,0	203,0	187,8	185,7
6.	Розтяжність клейковини × 10 <sup>-2</sup> , м	16,0	15,0	14,0	12,5
<b>Тісто</b>					
7.	Пружність тіста (P), мм	62	94	112	126
8.	Розтяжність тіста (L), мм	88	85	69	68
9.	Співвідношення P/L	0,7	1,1	1,6	1,8
10.	Питома робота деформації, Дж/г	183×10 <sup>-4</sup>	281×10 <sup>-4</sup>	307×10 <sup>-4</sup>	347×10 <sup>-4</sup>
11.	Тривалість замішування тіста × 60, с	1,5	2,0	3,0	4,0
12.	Стабільність тіста × 60, с	1,5	5,0	6,0	8,0
13.	Розрідження тіста, од.ф.	220	160	150	140

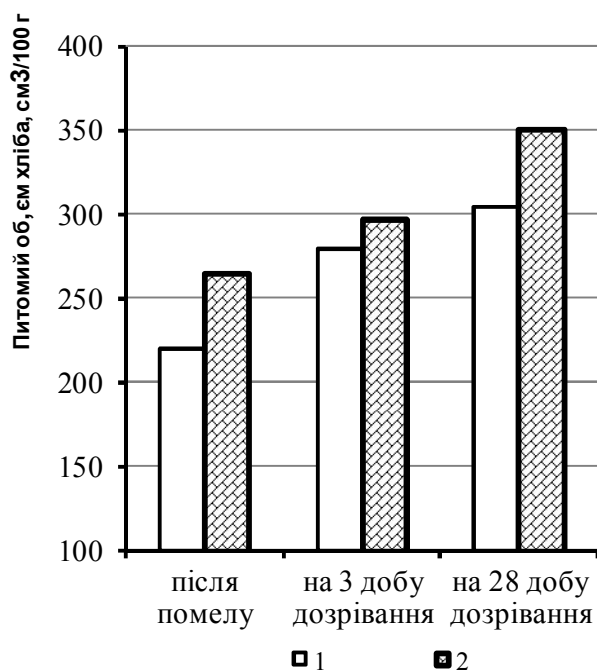


Рис. 2. Зміна питомого об'єму хліба з пшеничного борошна під час його дозрівання: 1 – борошно пшеничне; 2 – борошно пшеничне озоноване.

Проведеними експериментальними дослідженнями показано, що за обраних режимів оброблення борошна озono-повітряною сумішшю виявляється ефективним й з метою інтенсифікації процесу дозрівання свіжемеленого пшеничного борошна. Вже на третю добу дозрівання борошна значно підвищується пружність клейковини, знижується її розтяжність та гідратаційна здатність. Це дозволяє отримувати хлібобулочні вироби з рівномірно забарвленою скоринкою та більшого питомого об'єму (рис. 2).

Розроблено схему виробництва борошна пшеничного озонованого на борошномельному підприємстві, яка передбачає оброблення борошна озonom в системі пневмотранспорту борошна при його транспортуванні в наддозаторні бункери або бункери для зберігання (рис. 3).

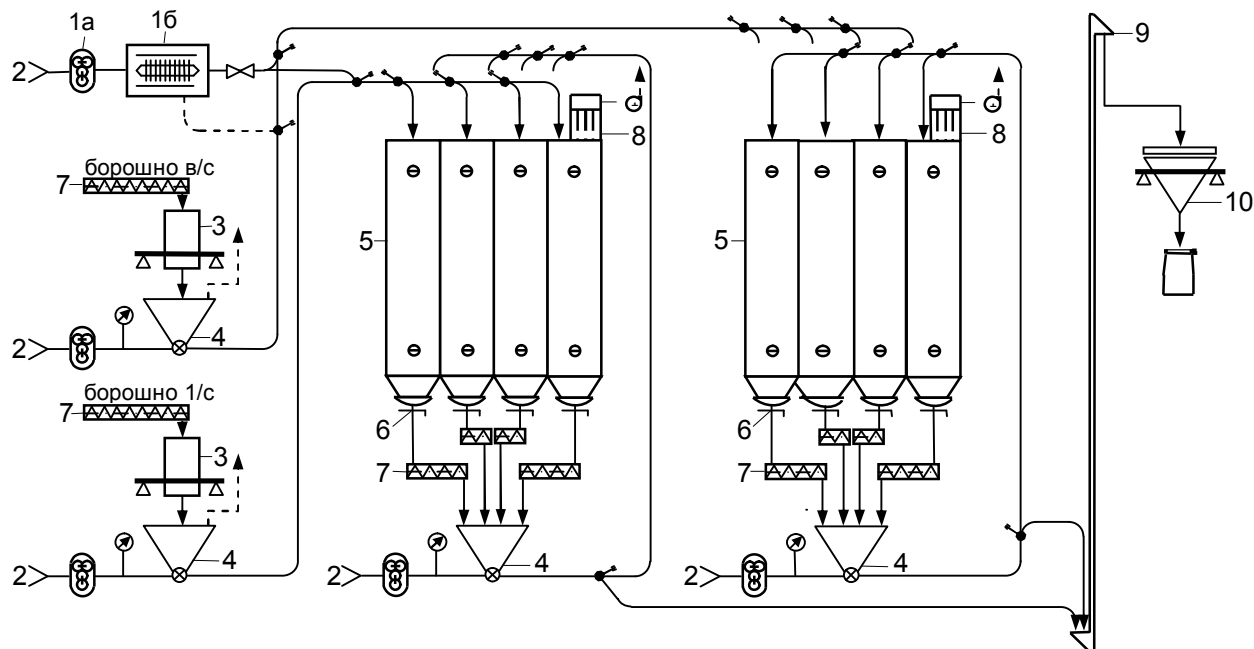


Рис. 3. Схема виробництва борошна пшеничного озонованого: 1а – компресор; 1б – озонатор; 2 – система пневмотранспорту; 3 – автоваги; 4 – приймальний бункер; 5 – силоси для зберігання борошна; 6 – вібророзвантажувальний пристрій; 7 – конвеєр; 8 – аспіраційний фільтр; 9 – норія; 10 – ваги.

Для забезпечення безпеки виробництва борошна пшеничного озонованого приміщення, де здійснюється процес оброблення борошна озono-повітряною сумішшю, має бути добре провітрюване та обладнане вимірювачем концентрації озону та сигналізацією. Все обладнання, яке контактує з озonom, має бути з озоностійких матеріалів, надійно та герметично виконане на всіх вузлах.

У четвертому розділі «Вивчення впливу озону на властивості біополімерів пшеничного борошна» розглянуто вплив оброблення борошна озono-повітряною сумішшю на властивості білково-протеїнажного й вуглеводно-амілазного комплексів борошна та стан води в тісті.

Досліджували агрегуючу здатність клейковинних білків борошна, яку характеризували ступенем зкаламутнення розчинів білків протягом  $10 \times 60$  с агрегації при довжині хвилі  $\lambda=350$  нм. Після оброблення борошна в озono-повітряній суміші (концентрація озону –  $1,0 \text{ г/м}^3$ ) швидкість агрегації клейковинних білків зростає (рис. 4), а процес агрегації закінчується за більш високих значень. Зі збільшенням тривалості оброблення борошна до  $27 \times 60$  с оптична густина розчину знижується, але перевищує значення контрольного зразка. Отримані дані

добре узгоджуються з результатами пробних лабораторних випікань, коли від застосування озону найбільший питомий об'єм хліба досягається за тривалості оброблення –  $18 \times 60$  с.

Дослідження фракційного складу білків тіста з борошна, підданого озонуванню, свідчать про збільшення вмісту глютелінової фракції на 5...15% водночас зі зменшенням вмісту гліадинової фракції білків. Зазначена тенденція зберігається й протягом трьох годин відлежування бездріжджового тіста.

Дані експериментальних досліджень свідчать, що рН водно-борошняної суспензії після оброблення борошна в озono-повітряній суміші зменшується з 6,19 (для контрольного зразка) до 6,02...5,66 (для зразків борошна з тривалістю оброблення озonom протягом  $(9...27) \times 60$  с). Це призводить до зміни поверхневого заряду білкових макромолекул, про що свідчать результати титриметричного аналізу (рис. 5). Кількість зв'язаних іонів водню характеризують експериментальні криві титрування. В пшеничному борошні, обробленому озono-повітряною сумішшю, у зв'язуванні іонів  $[H^+]$  бере участь менша кількість  $NH_2$ -,  $NH$ - та імідазольних груп білків. У кислому середовищі функціональні групи амінокислот, що здатні до іонізації, сприяють частковому розгортанню білкових макромолекул, що ініціює утворення нових коагуляційних контактів між ланками розгалужених ланцюгів білкових макромолекул через електростатичні взаємодії (у тому числі шляхом утворення водневих зв'язків) зі збільшенням щільності згортання внутрішніх ділянок білкових макромолекул.

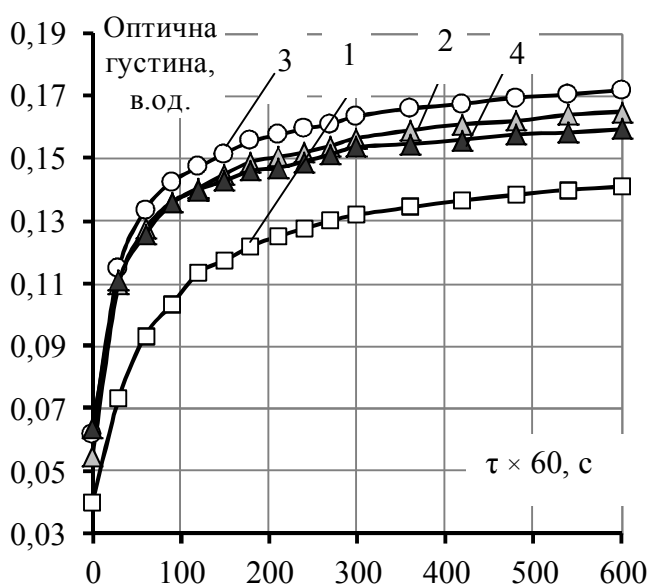


Рис. 4. Криві помутніння розчину клейковини пшеничного борошна, обробленого озono-повітряною сумішшю (концентрація озону –  $1,0 \text{ г/м}^3$ ): 1 – без оброблення (контроль); 2 –  $9 \times 60$  с; 3 –  $18 \times 60$  с; 4 –  $27 \times 60$  с.

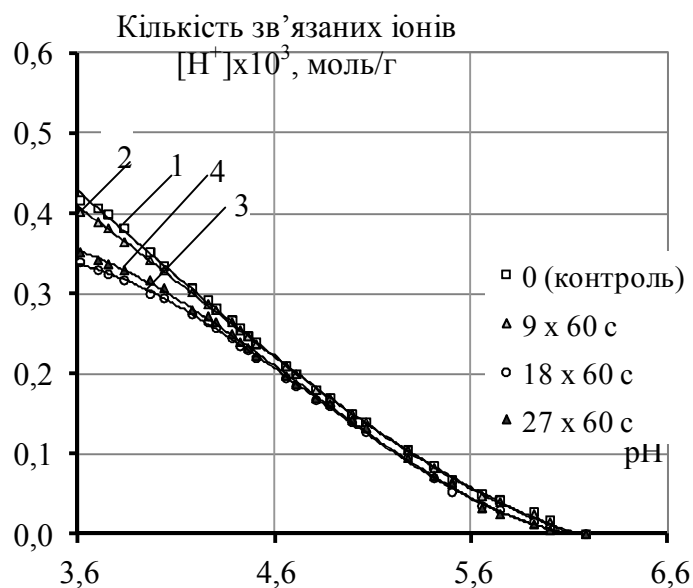


Рис. 5. Кількість зв'язаних іонів  $[H^+]$  у системі борошно – вода за різної величини рН середовища та тривалості оброблення борошна (концентрація озону –  $1,0 \text{ г/м}^3$ ): 1 – без оброблення (контроль); 2 –  $9 \times 60$  с; 3 –  $18 \times 60$  с; 4 –  $27 \times 60$  с.

На підтвердження таких конформаційних змін у макромолекулах білків проведено дослідження ІЧ-спектрів поглинання клейковинних білків борошна (табл. 2). Проаналізовано смуги поглинання Амід І в області хвильових чисел 1700...1600  $\text{см}^{-1}$  та Амід ІІ з максимумом в області 1300...1200  $\text{см}^{-1}$ .

Таблиця 2

**Характеристика ІЧ смуг поглинання клейковинних білків (концентрація озону – 1,0  $\text{г}/\text{м}^3$ )**

Тривалість оброблення борошна озоном $\times 60$ , с	Амід І					Амід ІІ		
	$\alpha$ -спіраль	$\beta$ -листи		$\beta$ -вигин	невпорядковані структури	$\alpha$ -спіраль	$\beta$ -листи	невпорядковані структури
		паралельні	антипаралельні					
0 (без оброблення)	1650	-	1625 1688	1668	1641	1319	-	1257
9	1650	-	1625 1679	1688	1646	1308	-	1250
18	1650	1632	1613 1678	1688	-	1292	1226	-
27	1648	1632	1613 1676	1666	-	1299	1234	-

Для слабкого пшеничного борошна характерна наявність високого вмісту неупорядкованих структур (до 10%) та  $\beta$ -вигинів (до 20%), що характеризуються пухкою структурою та високою гідратаційною здатністю. Оброблення борошна озоно-повітряною сумішшю сприяє впорядкуванню структури білкової молекули: зникають піки, що характерні для неупорядкованих ділянок, натомість збільшується інтенсивність піків  $\alpha$ -спіральних ділянок (1650-1657  $\text{см}^{-1}$ ) та  $\beta$ -листів (паралельних та антипаралельних) з максимумом при 1612-1640 та 1670-1690  $\text{см}^{-1}$ . У спектрах поглинання зразків клейковини з борошна з тривалістю оброблення озоном протягом (18...27) $\times 60$  с характерним є поява піків при 1632  $\text{см}^{-1}$ , що свідчить про утворення конформації паралельний  $\beta$ -лист з міжмолекулярними водневими зв'язками. Внаслідок таких конформаційних перетворень структура білкової молекули є більш компактною та щільною, а тісто з такого борошна виявляє кращі структурно-механічні властивості, що призводить до поліпшення якості хлібобулочних виробів.

Після оброблення борошна в озоно-повітряній суміші процес клейстеризації крохмалю уповільнюється, зменшується температура початку клейстеризації, а максимальна в'язкість клейстеру збільшується. Зростання в'язкості водно-борошняної суспензії обумовлено

ущільненням просторової структури білкової молекули та частковою інактивацією протеолітичних ферментів борошна, що ускладнює доступ амілаз до молекул крохмалю.

За даними термогравіметричного аналізу встановлено збільшення витрат енергії на видалення вологи, що свідчить про посилення зв'язку вологи з біополімерами борошна. В тісті з борошна пшеничного озонованого вміст міцно зв'язаної вологи збільшується до 36,4% (у контрольного зразка – 33,3%) водночас зі зменшенням частки вільної вологи.

У п'ятому розділі «Удосконалення технологій хлібобулочних виробів з борошна пшеничного озонованого» доведено ефективність використання борошна пшеничного озонованого на окремих етапах технологічного процесу, досліджено ефективність його використання в технологіях хлібобулочних виробів з різним рецептурним складом та способами тістоприготування. З урахуванням даних аналітичних і експериментальних досліджень обґрунтовано технологічні режими виробництва хліба з борошна пшеничного озонованого масового та оздоровчого призначення, проведено комплексну оцінку якості готових виробів.

За результатами досліджень встановлено, що оброблення борошна озono-повітряною сумішшю уповільнює ферментативні процеси в тісті, про що свідчить зменшення показника його розрідження під час бродіння (рис. 6).

Доведено позитивний вплив оброблення борошна озono-повітряною сумішшю на реологічні та адгезійні властивості тіста. Міцність зв'язків адгезії контрольного зразка після 90×60 с бродіння складає 2,65 кПа, у зразків тіста з борошна пшеничного озонованого цей показник менший в 1,5...2 рази (рис. 7).

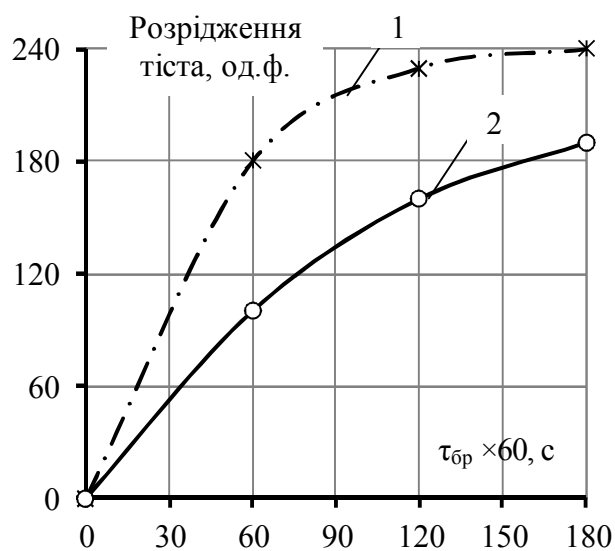


Рис. 6. Зміна показника розрідження під час бродіння дріжджового тіста: 1 – без оброблення (контроль); 2 – борошно пшеничне озоноване.

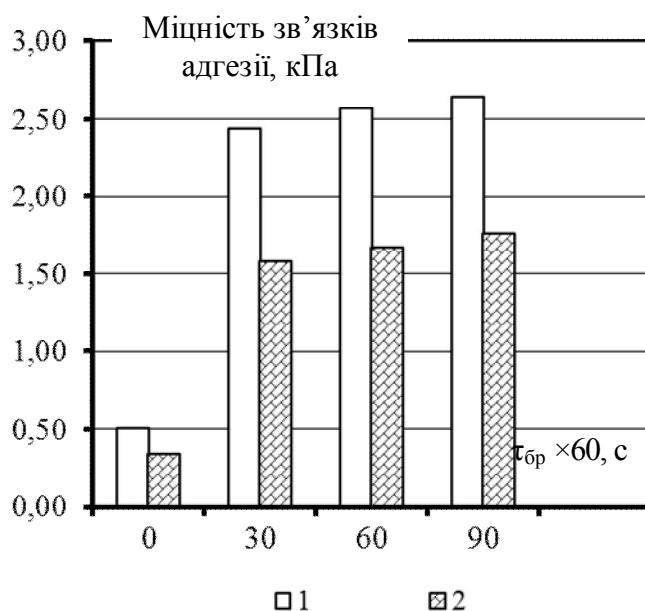


Рис. 7. Міцність зв'язків адгезії під час бродіння дріжджового тіста: 1 – без оброблення (контроль); 2 – борошно пшеничне озоноване.

Ефективність процесу бродіння тіста з борошна пшеничного озонованого є вищою за контрольний зразок за рахунок більшої газоутримувальної здатності тіста. Озонування борошна сприяє зростанню початкової та кінцевої кислотності тіста, але не впливає на інтенсивність процесу кислотонакопичення (табл. 3).

Таблиця 3

**Показники технологічного процесу і якості виробів з борошна пшеничного озонованого**

Показник	Борошно пшеничне	
	контроль (без оброблення)	озоноване
Тривалість бродіння тіста $\times 60$ , с	150	180
Газоутворювальна здатність борошна, $\text{см}^3/100 \text{ г}$	954	990
Втрати $\text{CO}_2$ під час бродіння, %	80,0	70,0
Затрати сухих речовин у перерахунку на глюкозу, %	4,0	4,2
Титрована кислотність, °Н	поч.	1,2
	кінц.	2,8
рН тіста	поч.	6,32
	кінц.	5,33
Питомий об'єм хліба, $\text{см}^3/100 \text{ г}$	290	340
Пористість, %	68	77

Підтверджено, що хлібобулочні вироби з борошна пшеничного озонованого мають кращі за контрольний зразок структурно-механічні та органолептичні показники якості хлібобулочних виробів за різних способів тістоведення, а також за наявності цукру (до 30%) та жиру (до 15%) в тісті.

Термогравіметричними дослідженнями встановлено, що втрати вологи контрольним зразком протягом зберігання складають майже 7%, а зразком з борошна пшеничного озонованого – 2%. Це можна пояснити більш високим вмістом частки зв'язаної вологи.

За результатами оптимізації методом Бокса-Уїлсона технологічних параметрів приготування хліба з борошна пшеничного озонованого рекомендовано наступні режими тістоприготування: тривалість замішування тіста –  $(15...17) \times 60$  с, вологість тіста – 43...44%, тривалість бродіння –  $(130...160) \times 60$  с. Проведено математичне моделювання параметрів технології хлібобулочних виробів оздоровчого призначення. Рекомендовано наступні технологічні параметри виготовлення хліба з борошна пшеничного озонованого та дрібнодисперсних зародків пшениці: дозування сировини – 7,0...8,0% до маси борошна; тривалість замішування тіста –  $(12...15) \times 60$  с; тривалість бродіння тіста –  $(120...150) \times 60$  с; з

використанням порошку топінамбура: дозування сировини – 7,0...8,0% до маси борошна; тривалість замішування тіста –  $(15...17) \times 60$  с; тривалість бродіння тіста –  $(105...120) \times 60$  с; з використанням неферментованого житнього солоду: дозування сировини – 3,0...3,5% до маси борошна; тривалість замішування тіста –  $(15...18) \times 60$  с; тривалість бродіння тіста –  $(100...120) \times 60$  с.

Проведено комплексну оцінку якості хлібобулочної продукції й показано високий рівень її якості.

У шостому розділі «Ефективність впровадження та практичне значення наукових розробок» наведено основні розрахунки економічної ефективності та дані щодо впровадження нової технології. Економічний ефект від упровадження технології оброблення слабого пшеничного борошна озоном на борошномельному підприємстві складає 18,55 грн за рахунок різниці між вартістю зерна пшениці з різними хлібопекарськими властивостями; на хлібопекарському підприємстві – 32 грн на 1 т готової продукції за рахунок різниці між вартістю пшеничного борошна з різними хлібопекарськими властивостями (за цінами 2010 р). Апробацію та впровадження результатів досліджень здійснено на підприємствах галузі м. Харків та м. Костянтинівка Донецької обл. Затверджено нормативну документацію на нові види виробів.

## ВИСНОВКИ

1. Узагальнено світовий науковий і практичний досвід використання озону в харчовій та переробній галузях промисловості. Показано перспективність використання озону для поліпшення хлібопекарських властивостей слабого пшеничного борошна та обмеженість експериментальних досліджень з цього питання, що вказує на необхідність подальших ґрунтовних наукових досліджень у цьому напрямку.

На основі аналізу теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень доведено ефективність використання озону для поліпшення хлібопекарських властивостей слабого пшеничного борошна.

2. Визначено вплив озону на хлібопекарські властивості пшеничного борошна. Показано зростання пружності клейковини та зниження її розтяжності. Після оброблення борошна в озono-повітряній суміші збільшується вміст глютелинової фракції білків, що зумовлює покращання еластичних властивостей тіста, зменшення сили зв'язків адгезії та збільшення в'язкості тіста. Встановлено, що подовжується тривалість замішування тіста, збільшується стійкість тіста та зменшується ступень його розрідження під час бродіння, що забезпечує підвищення якості хлібобулочних виробів.

За даними потенціометричного титрування встановлено, що під дією озону відбувається зміна електричного заряду білкової молекули. Це сприяє впорядкуванню невпорядкованих білкових структур з утворенням енергетично вигідних паралельних та антипаралельних  $\beta$ -складчастих листів, насичених значною кількістю внутрішньо- та міжмолекулярних водневих зв'язків, що призводить до поліпшення якості клейковини.



Доведено, що зміна конформації білкових макромолекул призводить до збільшення частки міцно зв'язаної вологи в тісті. Це сприяє поліпшенню структурно-механічних властивостей тіста та хліба.

3. Методами математично-статистичного аналізу та методами оптимізації визначено та експериментально підтверджено, що обробку борошна озono-повітряною сумішшю для підвищення якості пшеничного борошна, доцільно проводити з концентрацією озону – 0,8...1,0 г/м<sup>3</sup> з тривалістю оброблення протягом (15...20)×60 с. Оброблення борошна озono-повітряною сумішшю рекомендовано здійснювати в системі пневмотранспорту при його перекачуванні в бункери для зберігання.

4. Доведено позитивний вплив озону на інтенсивність перебігу біохімічних та мікробіологічних процесів в тісті. Показано ефективність використання борошна пшеничного озонованого як при однофазних, так і двофазних способах приготування тіста, а також при високому вмісті цукру та жиру в тісті. Встановлено, що за оптимальних режимів оброблення борошна озono-повітряною сумішшю поліпшуються властивості тіста під час його розробки.

5. Доведено ефективність використання борошна пшеничного озонованого в технологіях хлібобулочних виробів масового та оздоровчого призначення, оптимізовано технологічні параметри тістоприготування. У технологіях хлібобулочних виробів оздоровчого призначення з борошна пшеничного озонованого інтервал раціональної кількості нетрадиційної хлібопекарської сировини, багатой на біологічно активні речовини, складає: для дрібнодисперсних зародків пшениці – 7,0...8,0% до маси борошна; для порошку топінамбура – 7,0...8,0% до маси борошна; для неферментованого житнього солоду – 3,0...3,5% до маси борошна.

Визначено, що якість виробів з борошна пшеничного озонованого перевищує якість виробів з борошна без оброблення за рахунок поліпшення структурно-механічних властивостей хліба, збільшення пористості та об'єму виробів.

Внаслідок збільшення кількості зв'язаної води хлібобулочні вироби з борошна пшеничного озонованого зберігають свіжість протягом більш тривалого часу.

6. На основі результатів досліджень розроблені рекомендації щодо використання борошна пшеничного озонованого в хлібопекарській промисловості. Удосконалена технологія хлібобулочних виробів з борошна пшеничного озонованого апробована у виробничих умовах м. Харкова та м. Костянтинівка Донецької обл. Економічна ефективність від впровадження результатів роботи на борошномельному підприємстві складає 18,55 грн. при переробці 1 т зерна; при впровадженні в практику хлібопечення складає 32 грн. на 1 т готової продукції (за цінами 2010 р) за рахунок різниці між вартістю зерна та борошна з високими та низькими хлібопекарськими властивостями.

**ПЕРЕЛІК РОБІТ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Сафонова О.М. Дослідження технологічних властивостей пшеничного хлібопекарського борошна, підданого озонуванню / О.М. Сафонова, І.М. Фоміна, О.А. Холодова, О.Я. Гурова, В.І. Голота // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків : ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2007. – Вип. 58. – С. 144–149.
2. Холодова О.А. Аналіз ефективності дії газоподібних поліпшувачів у технології хлібопекарських продуктів / О.А. Холодова, О.М. Сафонова, М.Т. Малафаєв // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків : ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2008. – Вип. 74. – С. 130–136.
3. Сафонова О.М. Вивчення структурно-механічних властивостей тіста з борошна, підданого озонуванню / О.М. Сафонова, І.М. Фоміна, О.А. Холодова // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. – Львів : ЛНУВМБТ, 2008. – Т. 10., №1 (36). – Ч. 1. – С. 396–400.
4. Сафонова О.М. Дослідження розпливання кульки тіста з борошна, підданого озонуванню / О.М. Сафонова, І.М. Фоміна, О.А. Холодова // Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ : ЛНАУ, 2008. – №87. – С. 342–346.
5. Малафаєв М.Т. Дослідження ефективної в'язкості бездріжджового тіста з борошна, підданого озонуванню / М.Т. Малафаєв, О.А. Холодова, О.М. Сафонова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. Зб. наук. праць Харківського державного університету харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2008. – Вип. 2 (8). – С.395–402.
6. Холодова О.А. Дослідження білково-протеїназного комплексу борошна, підданого озонуванню / О.А. Холодова, О.М. Сафонова, О.Ю. Шуліка // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. Зб. наук. праць Харківського державного університету харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2009. – Вип. 1 (9). – С.102–104.
7. Сафонова О.М. Дослідження газоутворювальної та газотримувальної здатності слабкого борошна, підданого озонуванню / О.М. Сафонова, О.А. Холодова // Обладнання та технології харчових виробництв. Тематичний зб. наук. праць Донецького національного університету економіки та торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Доценьк : ДНУЕТ, 2009. – Вип. 20. – С. 266-271.
8. Сафонова О.М. Дослідження просторової організації клейковинних білків борошна, підданого озонуванню / О.М. Сафонова, О.А. Холодова, В.І. Голота, О.Ю. Шуліка // Наук. праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса : ОНАХТ, 2009. – Вип. 36. – Т.1. – С. 134–136.

9. Пат. на корисну модель 35440 Україна, МПК А 21 D2/04. Спосіб дозрівання пшеничного борошна / Сафонова О.М., Фоміна І.М., Холодова О.А., Голота В.І. / заявник та патентовласник : Сафонова О.М. № u 200715012 ; заявл. 29.12.07 ; опубл. 25.09.08, Бюл. №18.

10. Пат. на корисну модель 52313 Україна, МПК А 21 D 8/02. Спосіб одержання хлібобулочних виробів / Сафонова О.М., Холодова О.А., Голота В.І., Шуліка О.Ю. / заявники та патентовласники : Холодова О.А., Сафонова О.М. – № u 201001259 ; заявл. 08.02.10 ; опубл. 25.08.10, Бюл. №16.

11. Пат. на корисну модель 52315 Україна, А 21 D 8/02. Спосіб одержання хлібобулочних виробів / Сафонова О.М., Холодова О.А., Голота В.І., Шуліка О.Ю. / заявники та патентовласники : Холодова О.А., Сафонова О.М. – № u 201001261 ; заявл. 08.02.10 ; опубл. 25.08.10, Бюл. №16.

12. Холодова О.А. Дослідження якості формового хліба з борошна, підданого озонуванню/ О.А. Холодова, О.М. Сафонова, І.М. Фоміна // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування у ХХІ столітті : 74-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 21-22 квітня 2008 р. : матеріали конф. – Київ : НУХТ, 2008. – С. 260.

13. Холодова Е.А. Применение озона для улучшения технологических свойств пшеничной хлебопекарной муки / Е.А. Холодова, О.Н. Сафонова // Техника и технология пищевых производств : VI Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 24-25 апреля 2008 г. : материалы конф. - Могилев : МДУПТ, 2008. – С. 99.

14. Малафаєв М.Т. Вплив озонування та аерування борошна на реологічні властивості бездріжджевого тіста / М.Т. Малафаєв, М.І. Погожих, О.М. Сафонова, О.А. Холодова // Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини : Всеукраїнська наук.-практ. конф., 31 жовтня 2008 р. : матеріали : конф. – Харків : ХДУХТ, 2008. – С.48–49.

15. Погожих Н.И. Влияние озонирования муки на структурно-механические свойства теста / Н.И. Погожих, Н.Т. Малафаев, О.Н. Сафонова, И.Н. Фомина, Е.А. Холодова // Дисперсные системы : XXIII науч. конф. стран СНГ, 22-26 сентября 2008 г. : материалы конф. – Одесса : Астропринт, 2008. – С. 293.

16. Холодова Е.А. Экологически чистый способ улучшения свойств мучного сырья / Е.А. Холодова, О.Н. Сафонова // Экологически безопасные ресурсосберегающие технологии и средства переработки сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания : Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию МГУПБ, 10-11 ноября 2009 г. : материалы конф. – М. : МГУПБ, 2009. – С. 102-104.

17. Холодова О.А. Вивчення можливості використання збагачуючих добавок у технології хліба на основі борошна пшеничного озонованого / О.А. Холодова, О.М. Сафонова // Новітні технології оздоровчих продуктів харчування ХХІ століття : Міжнар. наук.-практ. конф., 21 жовтня 2010 р. : матеріали конф. – Харків : ХДУХТ, 2010. – С. 93 – 94.

*Особистий внесок здобувача:* підготовка об'єктів дослідження, проведення експерименту та опрацювання одержаних результатів [1-3]; підготовка об'єктів дослідження, опрацювання та узагальнення одержаних результатів, формулювання висновків та підготовка матеріалу до публікації [4-8]; проведення патентного пошуку, аналіз та систематизація результатів, підготовка заявки на корисну модель [9-11]; проведення експериментальних досліджень, аналіз та систематизація результатів досліджень, підготовка матеріалів до публікації [12-17].

## АНОТАЦІЯ

**Холодова О.А. Удосконалення технології озонування пшеничного борошна для виробництва хлібобулочних виробів. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Київ, 2011 р.

Дисертацію присвячено актуальному для борошномельної та хлібопекарської галузей промисловості завданню – удосконаленню технології озонування пшеничного борошна зі слабкою клейковиною для виробництва хлібобулочних виробів. Систематизовано літературні дані щодо напрямків регулювання хлібопекарських властивостей борошна, узагальнено світові наукові й практичні дані про напрямки та ефективність використання озону в харчовій і борошномельній галузях промисловості.

Обґрунтовано ефективність використання озону для поліпшення хлібопекарських властивостей борошна. Експериментально підтверджено більш високу ефективність використання озону за інші хлібопекарські поліпшувачі.

Визначено вплив озону на властивості біополімерів борошна. Комплексно досліджено вплив озону на структурно-механічні властивості тіста, біохімічні та колоїдні процеси в тісті.

Надано кваліметричну оцінку якості хлібобулочних виробів з борошна пшеничного озонованого. Проведено комплекс заходів з розробки нормативної документації на нову продукцію, їх апробації та впровадження в галузі. Розраховано економічну ефективність виробництва.

**Ключові слова:** озон, хлібопекарські властивості пшеничного борошна, клейковина, хлібобулочні вироби.

## АНОТАЦІЯ

**Холодова Е.А. Усовершенствование технологии озонирования пшеничной муки для производства хлебобулочных изделий. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Хранение и технология переработки зерна, изготовления зерновых и

хлебопекарных изделий и комбикормов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Киев, 2011 г.

Диссертация посвящена актуальной для хлебопекарной отрасли задаче – улучшению хлебопекарных свойств слабой пшеничной муки для производства хлебобулочных изделий путем усовершенствования технологии обработки муки озono-воздушной смесью.

Обосновано целесообразность использования озона для улучшения технологических свойств муки со слабой клейковиной. Установлено, что положительный эффект от использования озono-воздушной смеси достигается при концентрации озона  $0,8...1,0 \text{ г/м}^3$  и длительности обработки на протяжении  $(15...20) \times 60$  сек.

Установлено, что после обработки слабой пшеничной муки озono-воздушной смесью улучшается растяжимость клейковины, ее упругость и эластичность, интенсивность протеолитических процессов в тесте снижается. Обработка муки озono-воздушной смесью способствует увеличению упругости теста, времени его образования и стойкости, снижению его растяжимости и разжижения, что обеспечивает улучшение качества хлебобулочных изделий.

Показано, что после обработки муки озono-воздушной смесью увеличивается агрегирующая способность клейковинных белков, возрастает количество глютениновой и уменьшается количество глиадиновой фракции белков, что способствует улучшению качества клейковины и структурно-механических свойств теста. Экспериментально установлено, что под действием озона происходит изменение электрического заряда белковых макромолекул. Это способствует упорядочению неупорядоченных белковых структур с образованием энергетически выгодных параллельных и антипараллельных  $\beta$ -складчатых листов, насыщенных большим количеством внутри- и межмолекулярных водородных связей, что приводит к улучшению качества клейковины.

Исследованы закономерности влияния обработки муки озono-воздушной смесью на параметры технологического процесса и показатели качества хлеба. Показано, что обработка муки озонem позволяет снизить прочность связей адгезии, увеличить вязкость теста и его газодерживающую способность, что, в свою очередь, позитивно влияет на удельный объем хлебобулочных изделий и структуру их мякиша.

Методом термогравиметрического анализа показано, что после обработки муки в озono-воздушной смеси изменяется соотношение форм связи влаги в тесте и хлебобулочных изделиях в сторону повышения содержания связанной влаги.

Показано эффективность использования пшеничной муки, обработанной озонem, при различных способах приготовления теста, в технологиях хлебобулочных изделий с высоким содержанием сахара и жира в рецептуре, а также при изготовлении хлебобулочных изделий оздоровительного направления (с использованием неферментированного ржаного солода, мелкодисперсных зародышей пшеницы, а также порошка топинамбура).

Комплексная оценка качества хлебобулочной продукции из муки пшеничной, обработанной озонem, превышает качество продукции из слабой пшеничной муки по всем группам свойств.

Разработаны и утверждены технологические инструкции по производству муки пшеничной озонированной, хлебобулочных изделий из муки пшеничной озонированной с использованием: неферментированного ржаного солода – «Богема», мелкодисперсных зародышей пшеницы – «Ароматный», а также порошка топинамбура – «Артишок», «Здравушка». Внедрение научно-технических разработок, выпуск опытно-промышленных партий осуществлены на ООО «Хлебокомбинат «Кулинич»» (г. Харьков), ЧП «Ресурс+» (г. Харьков), ОАО «Константиновский хлебокомбинат» (г. Константиновка). Рассчитана экономическая эффективность от внедрения разработанных технологий в производство.

**Ключевые слова:** озон, хлебопекарные свойства пшеничной муки, клейковина, хлебобулочные изделия.

#### ANNOTATION

**Elena. A. Kholodova. The improvement of wheat flour ozonation technology for the bakery goods production. – Manuscript.**

Thesis for Candidates degree by specialty 05.18.01 – Storage and processing technology of grain and grain milling production and bakery products. - National University of Food Technology of the Ministry of Education, Youth and Sports of Ukraine, Kyiv, 2011.

The dissertation is devoted to current problem in milling and baking industry for ozonation weak wheat flour technology improvement to produce bread products. The literature data on the regulation of technological trends flour is systemized. World scientific and practical information upon trends and effectiveness of ozone in food processing and flour milling industries are generalized.

The efficacy of ozone using for improvement the baking properties of flour with weak gluten is investigated. It is proved the higher efficiency of ozone usage for improvement the baking properties of flour for other technological methods and baking improvements.

The influence of ozone on the properties of basic biopolymers flour is detected. Complex in The ozone influence on the structural and mechanical properties of dough, colloidal and biochemical processes in the dough is investigated.

The qualimetric estimation of bakery products from ozonated wheat flour is given. The complex of measures for normative documentation, new technology approbation and branch inculcation is worked out. The economic effect of the technology is calculated. .

**Key words:** ozone, baking properties of wheat flour, gluten, bread.