

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

КОВАЛЬОВА ВАСИЛИНА ПЕТРІВНА



УДК: 664.641.12:664.644 (043.3)

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА
ІЗ ЗАДАНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ**

Спеціальність 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур (технічні науки)

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2019

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.
Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник

– доктор технічних наук, доцент
Жигунов Дмитро Олександрович,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології переробки зерна, завідувач
кафедри.

Офіційні опоненти:

– доктор технічних наук, професор
Чурсінов Юрій Олексійович,
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет, кафедра зберігання і переробки
сільськогосподарської продукції, завідувач кафедри;

– кандидат технічних наук, доцент
Шаран Андрій Васильович
Національний університет харчових технологій,
кафедра зберігання і переробки зерна, доцент кафедри.

Захист відбудеться 28 листопада 2019 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 в Одеській національній академії харчових технологій за адресою: м. Одеса, вул. Канатна, 112, ауд. А-234.

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

Автореферат розісланий 26 жовтня 2019 р.

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

Т.І. Нікітчіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сьогодні борошномельна галузь, як і інші галузі харчової промисловості, проходить активну стадію розвитку. Це пов'язано з впливом на технології і асортимент українського ринку нових зарубіжних тенденцій. В таких умовах класичний асортимент борошна вже недостатній. Для того, щоб вийти на міжнародний ринок з конкурентоздатною продукцією і задовольнити всі потреби хлібопекарських та кондитерських підприємств України, необхідно розширювати асортиментний ряд за рахунок виробництва борошна із заданими показниками якості. Ця задача може бути вирішена за рахунок використання нових сортів зерна пшениці, за рахунок удосконалення етапу формування готової продукції з окремих індивідуальних потоків борошна, які мають специфічні технологічні властивості і хімічний склад, та за рахунок додавання технологічних добавок в борошно.

Багаторічні праці наукових діячів, в тому числі І.Т. Мерко, В.О. Моргун, О. Белоусової, Н.О. Горбатовської, Л.В. Капрельянца, В.І. Дробот, О.П. Мелешкіної, Т.С. Лебеденко, L. Banu, O. Al. Ja`aidi, Kh. Khan, K. Poutanen, L. Popper, J-Ph. Ral, G. Taker, M. Van Oort, довели закономірність зміни якості борошна на різних системах технологічного процесу, показали можливість удосконалення етапу формування сортів та використання технологічних добавок для покращення якості готової продукції хлібопекарських та кондитерських підприємств. Однак дослідження потоків борошна проводилися для борошномельних заводів, побудованих ще у 1970-1980-х рр. без використання інтенсивних режимів здрібнення, а впливу технологічних добавок – вже на стадії приготування та замісу хліба, тому рекомендації щодо застосування технологічних добавок безпосередньо на борошномельних заводах України для забезпечення хлібопекарських підприємств борошном спеціального призначення, що набуває популярності в нашій країні, відсутні.

Враховуючи досвід вчених, розвиток борошномельної галузі сьогодні та відсутність робіт з формування спеціальних сортів борошна за рахунок змішування індивідуальних потоків на сучасних заводах з високотехнологічним обладнанням та з використання технологічних добавок на стадії виробництва борошна, розробка технології виробництва борошна із заданими показниками є актуальним завданням.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до наукового напрямку «Розробка інноваційних і удосконалення традиційних технологій мучних та круп'яних продуктів розширеного асортименту з підвищеною біологічною цінністю» наукової школи «Розробка нових ресурсозберігаючих технологій виробництва хлібопродуктів і кондитерських виробів» Одеської національної академії харчових технологій; відповідно до госпдоговірних тематик: № 7/15 від 01.07.2015 р. «Дослідження різних методів визначення кількості та якості клейковини»; № 6/17 від 03.05.2017 р. «Розробка технічних рекомендацій для коригування хлібопекарних властивостей борошна».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розширення асортименту готової продукції борошномельних заводів за рахунок наукового обґрунтування способів формування заданих показників якості на стадії виробництва борошна.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- провести моніторинг асортименту та сорто- і типотворюючих показників якості пшеничного борошна в Україні та за кордоном;
- удосконалити метод визначення кількості та якості клейковини;
- провести оцінку якості пшеничного борошна вищого сорту, яке виробляється в різних регіонах України;
- дослідити якість індивідуальних потоків борошна, отриманого за схемами з розвиненим та скороченим технологічним процесом;
- вивчити вплив ферментних препаратів різного принципу дії на якість українського борошна;
- розробити рекомендації щодо виробництва борошна із заданими показниками якості шляхом формування окремих індивідуальних потоків (Рішення 1);
- розробити рекомендації щодо виробництва борошна із заданими показниками якості шляхом внесення певних технологічних добавок (Рішення 2);
- провести апробацію отриманих Рішень у виробничих умовах та розробити нормативну документацію.

Об'єкти дослідження – технологія виробництва сортового пшеничного борошна.

Предмет дослідження – пшеничне борошно з різних регіонів України, борошно з різних систем технологічного процесу, суміші борошна з технологічними добавками, режими змішування.

Методи дослідження – органолептичні, фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, хлібопекарські, експериментально-статистичні з використанням сучасних приладів.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень встановлено залежність показників якості пшеничного борошна від регіону його виробництва та від побудови схеми технологічного процесу.

Вперше для заводів з використанням інтенсивних способів здрібнення для розвиненої схеми технологічного процесу та для заводів зі скороченим технологічним процесом проведено комплексний аналіз технологічних і хлібопекарських властивостей індивідуальних потоків з використанням міжнародних стандартів оцінки якості борошна за допомогою приладів SDmatic та Mixolab.

Вперше проаналізовано вплив технологічних добавок різного принципу дії на хлібопекарські властивості борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу, розроблено рецептури комплексних технологічних добавок та встановлено оптимальні режими дозування і змішування борошна з технологічними добавками на борошномельних заводах. Розроблено рекомендації щодо використання технологічних добавок в залежності від показників якості борошна.

Наукова новизна роботи підтверджена патентом України на корисну модель № 130843.

Практичне значення отриманих результатів. На основі отриманих результатів розроблено технологію виробництва борошна із заданими показниками якості. Розроблено систему прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості: Рішення 1 – шляхом формування індивідуальних потоків, яке

апробовано на борошномельному заводі ТОВ «Васильківхлібопродукт»; Рішення 2 – шляхом внесення технологічних добавок, яке впроваджено на борошномельному комплексі СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.». Розроблено рекомендації щодо внесення технологічних добавок в залежності від показників якості борошна.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною роботою автора. Особисто автором розроблені технологічні рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості на заводах з розвиненим та скороченим технологічним процесом. Виконана аналітична і експериментальна робота, проведено аналіз літературних та патентних даних, узагальнено отримані результати, сформовані висновки і рекомендації, підготовлені матеріали досліджень у вигляді статей, тез, патенту. Проведено промислову апробацію розроблених технологічних рішень. Особистий внесок дисертанта підтверджується наданими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень доповідались на 75-79 наукових конференціях науково-викладацького складу ОНАХТ (Одеса, 2015-2019); міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток харчової, легкої промисловості і індустрії гостинності» (Алмати, 2015, 2017); VI Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів (Київ, 2016); міжнародній науково-технічній конференції «Техніка і технологія харчових виробництв (Могильов, 2017, 2018); науковій конференції з міжнародною участю «Харчова наука, техніка і технології» (Пловдив, 2017); міжнародній конференції «Якість і безпека харчових продуктів» (Київ, 2017); міжнародній науково-практичній конференції «Технологія харчових продуктів і комбікормів» (Одеса, 2017, 2018).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 23 наукові праці: 11 статей, із них 1 – у колективній монографії, 7 – у фахових виданнях України, 1 – у виданні, яке включене до міжнародної наукометричної бази, 1 патент України на корисну модель. 2 – у провідних наукових журналах, тези 11 доповідей на наукових та науково-практичних та міжнародних конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури і додатків. Основний зміст роботи викладено на 130 сторінках, включаючи 28 таблиць, 35 рисунків, 15 додатків (на 43 стор.). Список використаних бібліографічних джерел містить 210 найменувань (на 19 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність дисертаційної роботи та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання досліджень, показано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача у проведених дослідженнях та публікаціях за темою дисертаційної роботи.

У першому розділі «Сучасний стан і проблеми виробництва борошна з високими хлібопекарськими властивостями» проаналізовано хімічний склад пшеничного борошна та основні його складові, що впливають на хлібопекарські властивості. Розглянуто асортимент технологічних добавок, основні вимоги до їх

використання на борошномельних підприємствах та проаналізовано їх дію на хлібопекарські властивості борошна.

Проведено порівняльний аналіз асортименту пшеничного борошна, що виробляється на борошномельних заводах Європи та України. Встановлено, що основними сорто- і типоутворюючими показниками борошна є кількість (в деяких країнах і якість) клейковини, зольність, вміст білка та число падіння. Встановлено, що українське борошно має низькі значення кількості клейковини, що може бути пов'язано як з якістю зерна, що переробляється, так і з відмінністю методів визначення показників клейковини.

Сформульовано систему прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості (рис.1), встановлено основні напрямки для її реалізації: в зерноочисному відділенні – формування помельних партій; в розмелювальному відділенні – формування індивідуальних потоків; в розмелювальному відділенні або у відділенні готової продукції – використання технологічних добавок.

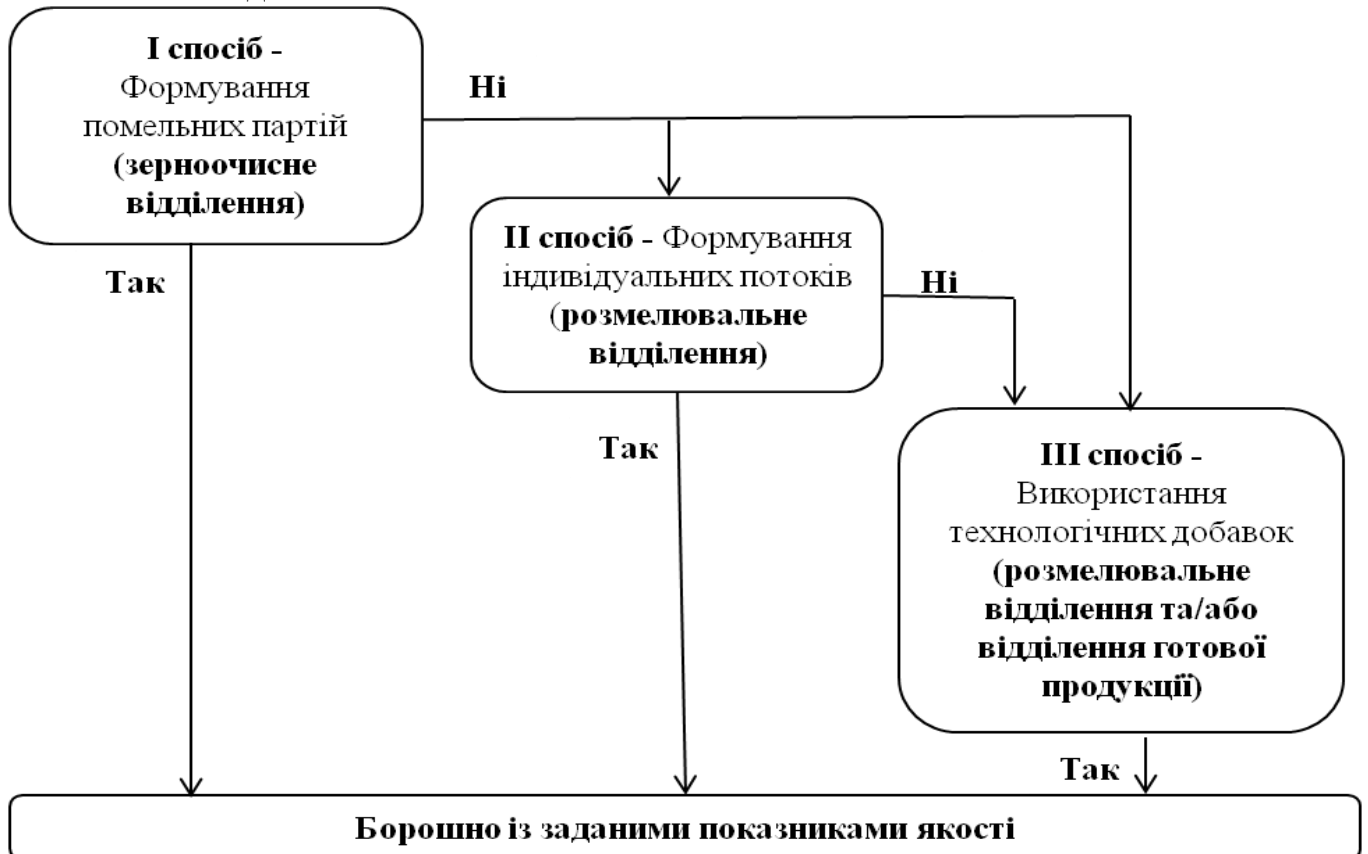


Рис. 1 Система прийняття рішень для виробництва борошна із заданими показниками якості

У другому розділі «Вибір об'єкта, предмета, методів і засобів дослідження» розроблено та описано програму проведення досліджень, яка ілюструє зв'язок основних етапів роботи (рис.2), та розкрито основні методи для визначення показників якості зерна та борошна. Проведено аналіз схем сортового помелу з розвиненим (Варіант 1, Варіант 2) та скороченим технологічним процесом (Варіант 3).

Проведено порівняльні дослідження та встановлені основні відмінності в методах з визначення кількості та якості клейковини за державними та міжнародними стандартами. Визначено основні фактори, що впливають на кінцевий результат, такі як спосіб відмивання, розчин для відмивання, жорсткість води та вплив людського фактору. Удосконалено метод визначення кількості та якості клейковини з використанням автоматизованого способу відмивання, який має високу кореляцію (для кількості клейковини – 0,95, для якості – 0,85) з показниками, визначеними за діючим стандартом. Даний метод подано як проект державного стандарту «Методи визначення кількості та якості клейковини в пшениці» (третя редакція).

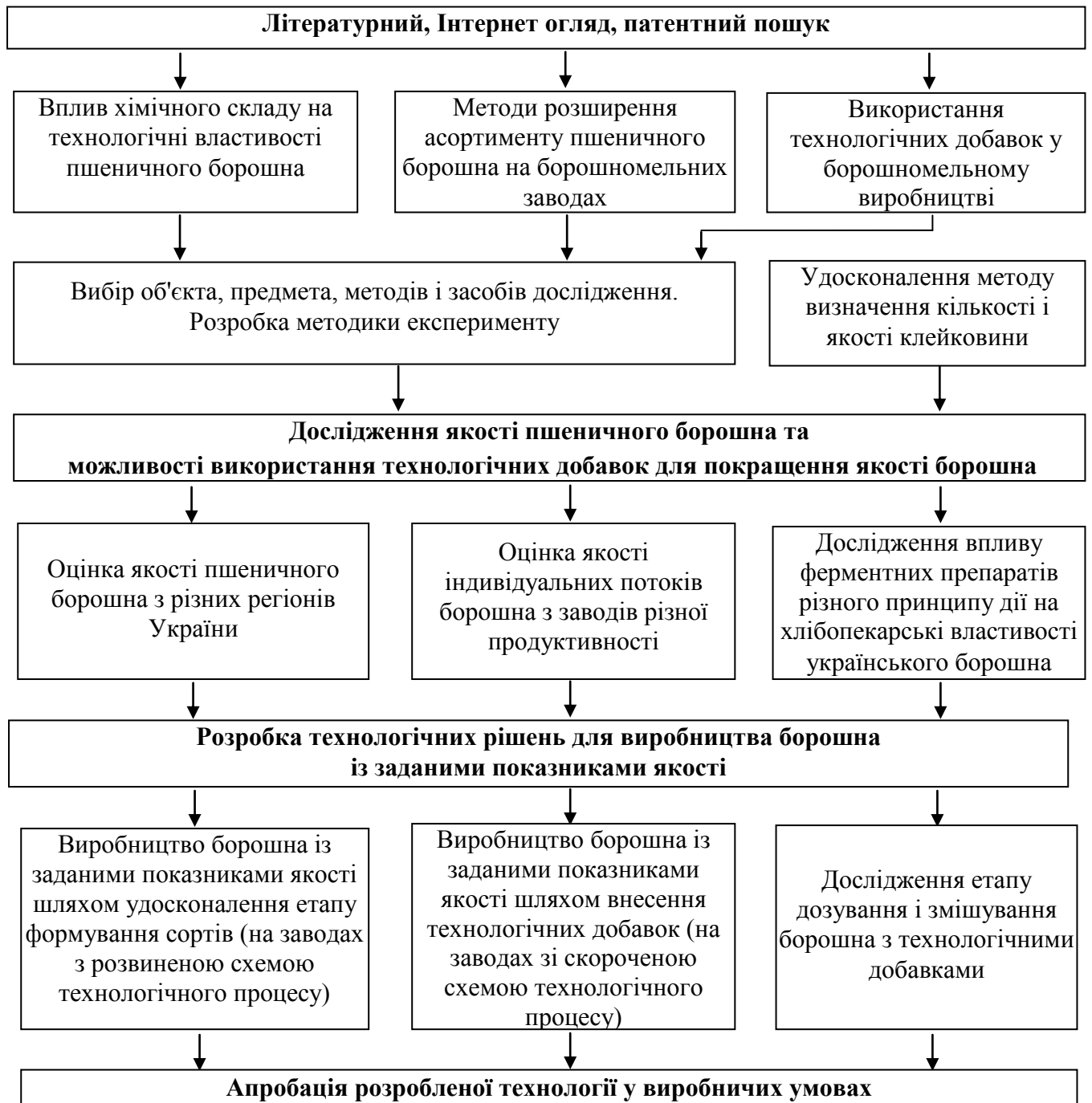


Рис. 2 Програма проведення досліджень

У третьому розділі «Характеристика і коригування показників якості пшеничного борошна» представлено результати аналізу якості хлібопекарських показників пшеничного борошна з використанням традиційних та інноваційних методів оцінки та впливу технологічних добавок на результати пробної лабораторної випічки.

Аналіз борошна з різних регіонів України показав, що найкращі хлібопекарські властивості мали зразки борошна з Київської (№ 2) і Дніпропетровської областей: високі значення кількості клейковини (26,0...28,0 %) та вмісту білка (11,8...13,1 %), оптимальні значення якості клейковини (65-70 од. ІДК), седиментації (40...44 мл) та числа падіння (ЧП) (285...320 с), високий об'єм хліба – 470...485 см³ (табл.1). Невисокі хлібопекарські властивості мали зразки з Одеської (№ 3) і Херсонської (№ 2) областей, а саме: вміст клейковини (24,0...25,2 %) з низьким значенням ІДК (47...60 од.), вміст білка (10,5...11,6 %), седиментація (34...38 мл), занижена амілолітична активність – ЧП вище 350 с.

Таблиця 1

Показники якості борошна з різних регіонів України (2016/17 м.р.)

(N=16, n=3, P≥0,95)

Регіон	Область	№	Б, од	Z, %	K, %	ІДК, од	P, %	Сед., мл	ЧП, с	ПК, UCD	ВПЗ, %	Об., см ³
Центральний	Вінницька	1	62	0,50	24,0	82	10,6	34	420	23,4	55	360
	Черкаська	2	63	0,50	24,8	79	10,0	30	350	19,4	55	420
Південний	Миколаївська	3	58	0,52	24,5	52	13,1	46	355	25,6	58	420
	Одеська №1	4	60	0,52	24,0	49	11,2	40	480	24,3	58	350
	Одеська №2	5	62	0,51	24,5	57	11,1	42	380	20,6	57	480
	Одеська №3	6	58	0,54	24,9	50	10,5	34	426	24,6	60	350
	Херсонська №1	7	59	0,53	24,6	58	12,9	44	400	20,4	58	390
	Херсонська №2	8	57	0,54	25,2	63	12,0	38	465	24,6	60	360
Північний	Київська №1	9	64	0,48	26,3	73	10,9	33	300	18,1	54	400
	Київська №2	10	62	0,51	28,0	75	11,8	37	285	23,2	57	485
	Сумська	11	57	0,54	26,7	74	10,9	34	340	22,5	59	440
Східний	Дніпропетровська	12	58	0,53	25,5	60	11,2	37	320	23,2	59	470
	Запорізька	13	60	0,52	25,0	63	11,0	37	400	25,0	57	380
	Полтавська	14	58	0,54	25,8	68	12,0	39	370	21,0	58	410
Західний	Івано-Франківська	15	58	0,53	25,7	85	12,0	38	360	20,2	60	400
	Тернопільська	16	58	0,54	25,2	80	11,8	38	380	22,4	58	400

Примітка: Б, од. – білість; Z, % – зольність; K, % – кількість клейковини; ІДК, од. – якість клейковини; P, % – вміст білка; Сед., мл – седиментація; ЧП, с – число падіння; ПК, UCD – пошкоджений крохмаль; ВПЗ, % – водопоглинальна здатність; Об., см³ – об'єм хліба; N – кількість зразків.

За результатами отриманих даних встановлено, що жоден з досліджуваних зразків не відповідає вимогам за показниками якості, які висувають сучасні борошномельні та хлібопекарські підприємства для борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями: білість – не менше 58 од.; кількість клейковини –

не менше 28,0 %; якість клейковини (ІДК) – 70...90 од.; число падіння – 270...330 с; водопоглинальна здатність – не нижче 58 %; кількість пошкодженого крохмалю – 19...23 UCD; об'єм хліба – не менше 500 см³; пористість – не нижче 80 %.

Досліджено якість індивідуальних потоків борошна з усіх систем технологічного процесу на заводах з розвиненою і скороченою схемами двох регіонів, що володіли найкращими і найгіршими властивостями, а саме Північного (завод за Варіантом 1) і Південного (завод за Варіантом 2 та Варіантом 3) (табл.2).

На момент відбору зразків борошна завод за Варіантом 1 працював за схемою одностороннього помелу з виходом борошна першого сорту – 78 %, перероблялась помельна партія зерна пшениці 2 і 3 класів у співвідношенні 45 % та 55 % з наступними показниками: вологість – 12,8 %; склоподібність – 41 %; натура – 780 г/л; кількість клейковини – 22,2 %; якість клейковини, ІДК – 75 од.

В індивідуальних потоках борошна систем першої якості драного і шліфувально-розмелювального процесів визначено, що білість вище на 26-33 од. в порівнянні з системами вимелу (табл.2). Борошно, отримане на різних системах технологічного процесу, має неоднаковий хімічний склад і тому помітно різниться за кількістю клейковини. Значення кількості клейковини на системах вимелу коливається в широких межах, на деяких системах показник сягає значення 38,8 %, а на деяких не відмивається, що пов'язано зі збільшенням вмісту неклеяковинного білку та водорозчинних фракцій. Суттєво змінювались якісні показники клейковини в потоках борошна в залежності від групи систем технологічного процесу за якістю. На системах першої якості індекс деформації клейковини (ІДК) змінювався від 62 од. до 100 од., що є вищим в 1,2 рази в порівнянні з системами вимелу.

Число падіння, зменшувалось від перших систем до останніх, як в драному, так і в розмелювальному процесах, тобто даний показник на системах першої якості вище в 1,1...1,3 в порівнянні з системами вимелу, що пояснюється наявністю оболонкових продуктів на даних системах.

Таблиця 2

Показники якості індивідуальних потоків борошна на різних системах якості

(N=58, n=3, P≥0,95)

Системи якості	Б, од.	К, %	ІДК, од.	ЧП, с	ПК, UCD	ВПЗ, %	Об., см ³
Завод за Варіантом 1							
Першої якості	33...76	22,9...40,7	62...100	322...349	8,2...27,3	53...59	330...560
Вимелу	-3...50	н/в...38,8	н/в...82	248...309	22,8...30,7	58...64	245...450
Завод за Варіантом 3							
Першої якості	42...68	19,5...27,8	50...71	350...460	15,8...24,2	51...60	330...455
Вимелу	20...45	22,8...28,0	60...72	280...360	22,1...27,8	60...66	340...410

Примітка: Б, од. – білість; К, % – кількість клейковини; ІДК, од. – якість клейковини; ЧП, с – число падіння; ПК – пошкоджений крохмаль, UCD; ВПЗ, % – водопоглинальна здатність; Об., см³ – об'єм хліба; N – кількість зразків.

Для українських заводів вперше проведено систематичний аналіз зміни показників пошкодженого крохмалю та водопоглинальної здатності по системам технологічного процесу. Показник ПК залежить як від зерна, що переробляється, так і від схеми технологічного процесу, режимів роботи систем, а також від систем технологічного процесу. На драних системах значення кількості ПК – від 17,1 до

23,8 UCD, на сортувальних системах – від 8,2 до 23,3 UCD, на шліфувальних – 19,5...29,6 UCD, на розмелювальних – від 18,0 до 30,7 UCD. Водопоглинальна здатність потоків борошна змінювалась разом зі зміною зольності, вмісту білка та значенням ПК. Так, найвищі значення ВПЗ спостерігались на шліфувальних і розмелювальних системах вимелу – від 57 % (R3) до 65 % (C7), найменшими значеннями ВПЗ характеризувались шліфувальні системи першої якості – від 53 % (R1C) до 56 % (R2) (рис.3).

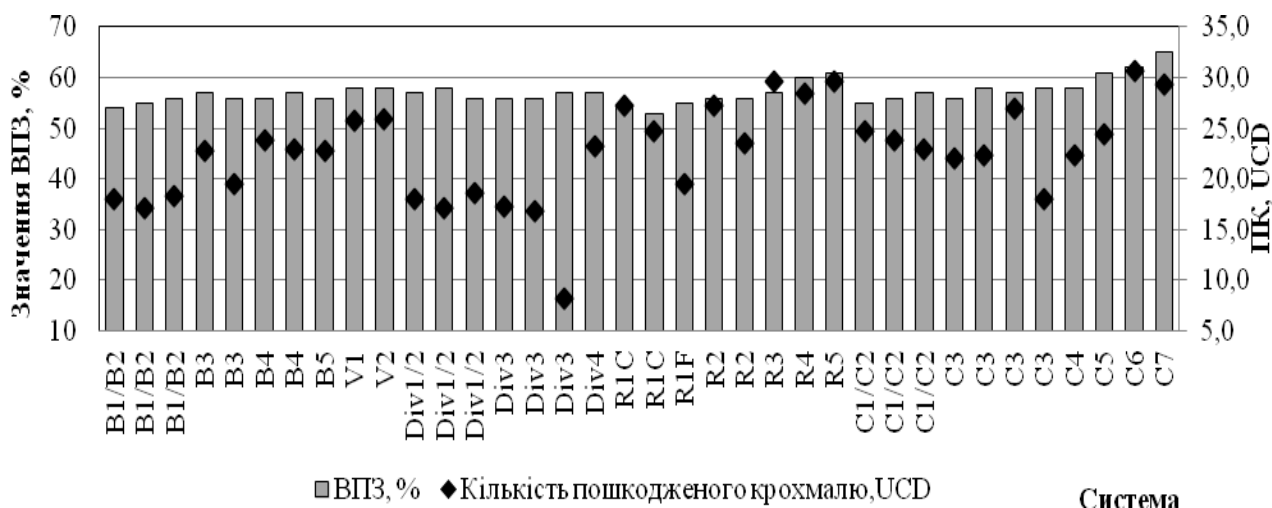


Рис. 3 Значення показників водопоглинальної здатності і кількості пошкодженого крохмалю борошна на різних системах сортового помелу

Потоки борошна, отримані на системах першої якості характеризувалися найкращими хлібопекарськими властивостями, що пояснюється високим вмістом клейковини, помірними значеннями якості і середніми значеннями водопоглинальної здатності, що підтверджується високим об'ємом хліба – 450-540 см³.

Аналіз якості індивідуальних потоків борошна з заводу за Варіантом 2 показав аналогічні зміни від перших до останніх систем в залежності від їх якості. Однак значення показників були нижчими у зв'язку з низькою якістю зерна, що переробляється, тому на даному заводі достатньо важко отримати борошно із заданими показниками якості шляхом його формування з певних систем.

При дослідженні якості індивідуальних потоків заводу за Варіантом 3, який працював за схемою односортного помелу з виходом 72 % борошна вищого сорту, перероблялась помельна партія зерна пшениці 2 і 3 класів у співвідношенні 25 % та 75 % з наступними показниками: вологість – 12,2 %; склоподібність – 42 %; натура – 775 г/л; кількість клейковини – 20,4 %; якість клейковини, ІДК – 60 од.

Аналіз показників якості індивідуальних потоків даного заводу показав, що на системах першої якості значення білості вищі на 22...23 од., кількість клейковини нижча на 0,2...3,3 %, показник ІДК нижче на 1-10 од., вищі значення ЧП в 1,3 рази, нижчі значення кількості ПК в 1,1...1,4 рази, нижчі значення ВПЗ на 6...9 % та кращі результати пробної лабораторної випічки – об'єм хліба більше на 10...35 см³ (табл. 2) в порівнянні з системами вимелу. Дослідження показали, що показники якості індивідуальних потоків даного заводу мають нижчі значення в порівнянні з заводами з розвиненими схемами технологічного процесу.

На основі отриманих даних встановлено, що на заводі за Варіантом 1 є можливість формування спеціальних сортів борошна у зв'язку з розвиненим технологічним процесом та за рахунок переробки сировини високої якості. На заводі за Варіантом 3, через коротку схему, невелику кількість індивідуальних потоків, невисоку їх якість унеможлиблюється відбір борошна із заданими показниками якості. На таких заводах виробництво борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями можливе тільки шляхом внесення технологічних добавок, у зв'язку з чим проведено аналіз впливу технологічних добавок (ТД) на хлібопекарські властивості борошна.

При внесенні α -амілази в борошно з дозуванням 0,2 г/100 кг об'єм хліба збільшувався з 350 см³ до 430 см³, що свідчить про те, що навіть в такій невеликій кількості ферментний препарат збільшує амілолітичну активність борошна. Подальше збільшення дозування до 0,5 г/100 кг та 1,0 г/100 кг призводило до поступового підвищення об'єму ще на 75...100 см³ для кожного дозування. Разом зі збільшенням об'єму змінювались і фізичні властивості хліба: підвищувалась його пористість з 72 до 80 % і збільшувався розмір пор.

При дозуванні 8 г/100 кг амілази з геміцелюлазною активністю покращувався зовнішній вигляд і збільшувався об'єм хліба до 450 см³. Найкращий результат мав хліб з внесенням дозування 12 г/100 кг, так об'єм збільшувався на 140 см³, покращувалась пористість з 72 % до 82 %, при цьому вона ставала тонкостінною та рівномірною.

Найбільший вплив на показники пробної лабораторної випічки мав ферментний препарат ксиланаза. При дозуванні 6,0 г/100 кг спостерігалось значне збільшення об'єму до 540 см³, збільшувалась пористість з 72 до 80 %, при цьому вона ставала рівномірною і тонкостінною.

Ферментні препарати – мальтогенна амілаза, протеаза та амінокислота цистеїн, не мали суттєвого впливу на об'єм та пористість хліба (рис.4).

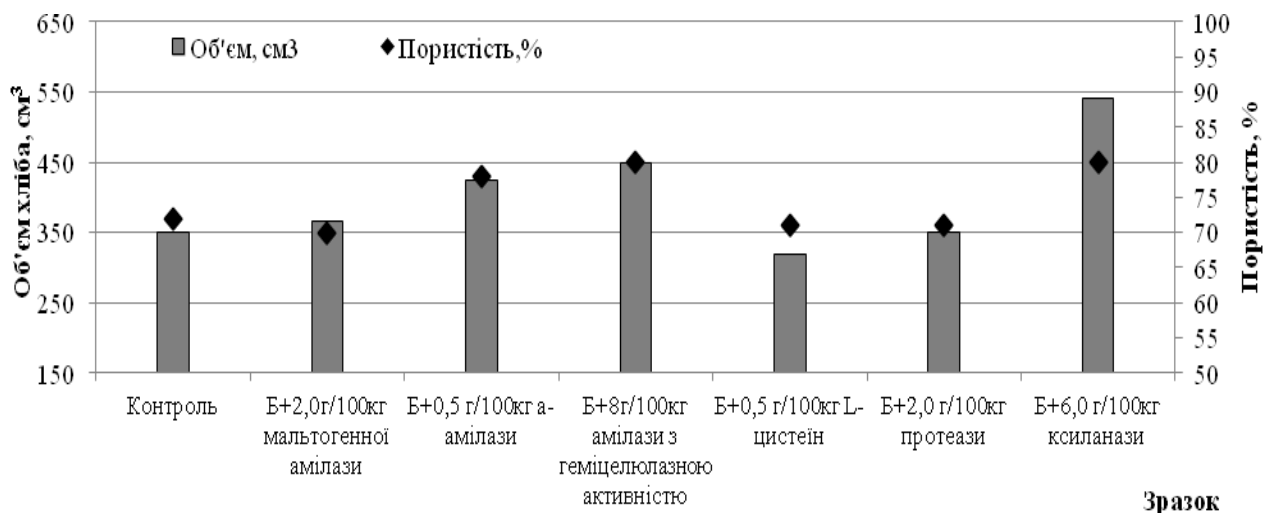


Рис. 4 Показники якості хліба з ТД різного принципу дії

У четвертому розділі «Розробка та апробація технології формування борошна із заданими показниками якості» розроблено два технологічних рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості та встановлено оптимальні режими дозування і змішування борошна з технологічними добавками.

Вивчивши показники якості індивідуальних потоків борошна на борошномельному заводі з розвинутою схемою технологічного процесу Північного регіону, встановлено, що жоден з потоків не відповідав висунутим вимогам для борошна із заданими показниками якості, тому для даного заводу розроблено Рішення 1 – формування індивідуальних потоків, а саме з систем В1/В2 – І+ІІ драні системі, С1/С2 – 1+2 розмелювальні системи, R2 – 1 шліфувальна система, V2 – борошно з віброцентрифугала (табл.3).

При реалізації даного Рішення отримано, що борошно із заданими показниками якості можна виробляти з виходом 18,8 % за рахунок зменшення виходу борошна першого сорту, якість якого суттєво не змінювалась і відповідала вимогам галузевого стандарту. Розрахункові значення фізичних, фізико-хімічних та хлібопекарських показників якості близькі до фактичних значень та відповідають рекомендованим.

Таблиця 3

**Система прийняття рішень для виробництва борошна
із заданими показниками якості (Рішення №1)**

Задані показники якості	Рекомендовані показники якості помельної партії	Вибір потоків	Технологічні рекомендації
Білість – не менше 58 од.; кількість клейковини – не менше 28,0 %; якість клейковини (ІДК) – 70-90 од.; ЧП – 270-330 с; ВПЗ – не нижче 58 %; кількість ПК – 19-23 UCD.	Партії рядового зерна стандартної якості (кількість клейковини не менше 22,0 %, якість клейковини – 70-90 од., ЧП 200-300 с)	В1/В2-1 потік, В1/В2-2 потік, В1/В2-3 потік, С1/С2-1 потік, С1/С2-2 потік, С1/С2-3 потік, R2-1 потік, R2-2 потік, V2	Зменшення загального вилучення В1/В2, зменшення часткового вилучення на С1 і збільшення часткового вилучення на С2

При відборі борошна із заданими показниками в кількості 18,8 % загальний вихід готової продукції залишався незмінним – 78 %, вихід борошна першого сорту відповідно зменшився, при цьому суттєвих змін в його показниках якості відмічено не було.

Аналіз якості пшеничного борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу протягом року показав, що борошно систематично мало низькі хлібопекарські властивості: кількість клейковини коливалась в межах від – 24,4 % до 26,2 % з пружним властивостями – 40...50 од. ІДК, спостерігались низький вміст білка – 10,5...11,2 % та високе значення ЧП (занижена амілолітична активність) – 380...460 с, завищені значення ПК – 23,6...24,6 UCD. За результатами пробної лабораторної випічки хліб мав нерівну, бліду скоринку, забиту пористість, низький об'єм – 350...410 см³ та невисокі значення пористості – 75...78 %, тому для підвищення хлібопекарської якості необхідно використовувати технологічні добавки.

На основі отриманих даних розроблено Рішення 2 (табл.4) – внесення технологічних добавок на стадії виробництва борошна, та розроблено чотири

рецептури комплексних технологічних добавок, що складаються з амілази, ксиланази та амінокислоти цистеїн, яка проявляє синергічний ефект з ФП.

Таблиця 4

**Система прийняття рішень для виробництва борошна
із заданими показниками якості (Рішення №2)**

Задані показники якості	Рекомендовані показники якості помельної партії	Вибір потоків	Технологічні рекомендації
Об'єм хліба – не менше 500 см ³ ; пористість – не нижче 80 %	Партії рядового зерна стандартної якості (кількість клейковини не менше 22,0 %, якість клейковини – 70-90 од., ЧП 200-300 с)	Ферментні препарати: амілази; ксиланази; амілази з геміцелюлазною активністю. L-цистеїн	Встановлення дозуючого пристрою над конвеєром збору борошна на відстані не менше ніж на 3-4 метри від початку та до кінця конвеєру. Використання попередньої суміші борошна з ТД

Дослідження показали, що при низькій протеолітичній та амілолітичній активності борошна можуть бути використані такі ферментні препарати як амілаза, ксиланаза та в комплексі з ними амінокислота цистеїн. Розроблені чотири рецептури комплексних технологічних добавок та розраховано збільшення вартості борошна при їх використанні (табл.5).

Таблиця 5

Рецептури технологічних добавок та їх вартість

Рецептура	Технологічна добавка	Дозування, г/100 кг борошна	Вартість, грн/100 кг борошна
Рецептура 1	α-амілаза+ксиланаза+ L-цистеїн	0,2+2,0+5,0	7,8
Рецептура 2	α-амілаза+ ксиланаза+ L-цистеїн	0,5+6,0+10,0	18,7
Рецептура 3	α-амілаза з геміцелюлазної активністю+ L-цистеїн	8,0+5,0	17,7
Рецептура 4	α-амілаза з геміцелюлазної активністю+ L-цистеїн	12,0+10,0	28,8

За показниками пробної лабораторної випічки об'єм та пористість хліба з використанням технологічних добавок за рецептурами 1 і 2 збільшився на 215 см³, 260 см³ та на 6...8 %, відповідно. Рецептури 3 і 4 також показали збільшення об'єму та пористості хліба на 190...270 см³ та на 5...7 %, відповідно. Технологічні добавки покращили зовнішній вигляд хліба, поверхня хліба стала більш рівномірною з золотавою скоринкою, покращився також характер пор, смак і аромат виробів. За сумою балів оцінка хлібу покращилась з оцінки «добре» (76 балів) до оцінки «відмінно» (92...100 балів).

Для борошна з різним рівнем ферментативної активності розроблено рекомендації щодо внесення технологічних добавок в залежності від показників

якості клейковини (ІДК) та числа падіння (ЧП) борошна для виробництва борошна із заданими показниками якості (табл. 6).

Таблиця 6

**Рекомендації щодо ТД в залежності від показників ІДК та ЧП
для виробництва борошна із заданими показниками якості**

Показники якості борошна		Ферментні препарати			
ЧП, с	ІДК, од.	α -амілаза	ксилаза	α -амілаза з геміцелюлазною активністю	L-цистеїн
менше 270	менше 70	–	10,0...12,0	10,0...12,0	9,0...10,0
	70...90	–	2,0...6,0	–	5,0...8,0
	більше 90	–	–	–	–
270...330	менше 70	–	6,0...8,0	9,0...11,0	8,0...9,0
	70...90	–	–	–	–
	більше 90	–	–	–	–
більше 330	менше 70	0,2...0,5	2,0...6,0	8,0...9,0	5,0...8,0
	70...90	0,5...0,8	–	–	–
	більше 90	–	–	–	–

Повноцінна дія комплексної добавки можлива при її рівномірному розподіленні в борошні, що забезпечується за рахунок ефективного змішування.

Для обґрунтування режимів змішування у виробничих умовах були приготовлені попередні суміші борошна з комплексною технологічною добавкою у співвідношенні – 1:10; 1:30; 1:50. Встановлено, що загальне змішування при приготуванні попередньої суміші у співвідношенні 1:10 відбулося з оцінкою «задовільно»; у співвідношеннях 1:30 та 1:50 з оцінкою «добре» та «відмінно», відповідно. Тобто для досягнення рівномірного змішування необхідно дозувати попередню суміш у співвідношенні 1:30-1:50 в конвеєр збору борошна в кількості 0,8-1,0 %.

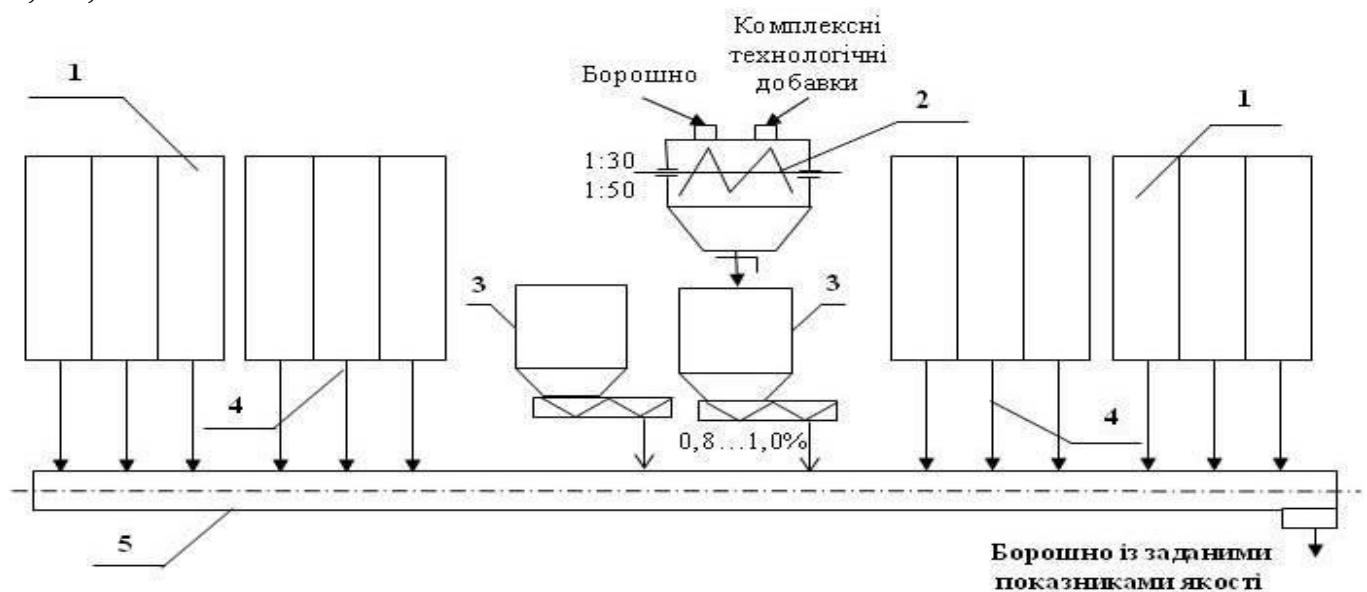


Рис. 5 Технологічна схема виробництва борошна із заданими показниками якості (Рішення 2): 1 – робочі розсійники; 2 – змішувач періодичної дії для створення попередньої суміші борошна з ТД; 3 – дозуючий пристрій; 4 – потоки борошна; 5 – конвеєр збору борошна

Для ефективного змішування борошна з комплексними технологічними добавками у виробничих умовах необхідно виконувати наступні рекомендації:

– для багатокомпонентної технологічної добавки слід використовувати попередню суміш, яка може бути виготовлена у виробничих умовах або фірмою-виробником;

– для приготування попередньої суміші доцільно використовувати змішувач періодичної дії (у виробничих умовах – «П’яна бочка»);

– попередню суміш слід готувати у співвідношенні 1:30-1:50;

– дозатор слід встановлювати над конвеєром збору борошна на відстані не менше 3...4-х метрів від початку та до кінця конвеєру (рис.5).

В результаті впровадження технологічних рішень з виробництва борошна із заданими показниками якості на борошномельних заводах ТОВ «Васильківхлібопродукт» та СФГ «КУЦАРЄВА Ф.С.» встановлено, що борошно, вироблене за двома Рішеннями повністю відповідає висунутим вимогам до борошна з підвищеними хлібопекарськими властивостями (табл.7), економічний ефект складає 11 тис.грн/добу та 8 тис.грн/добу, відповідно.

Таблиця 7

Показники якості борошна із заданими показниками якості за двома Рішеннями

(n=3, P≥0,95)

Показник	Вимоги до борошна із заданими показниками якості	Борошно із заданими показниками якості за Рішенням 1	Борошно із заданими показниками якості за Рішенням 2	
			Рецептура 1	Рецептура 3
Білість, од.	не менше 58	60	58	58
Зольність, %	не більше 0,55	0,50	0,54	0,54
Кількість клейковини, %	не менше 27,0	27,8	25,2	25,2
Якість клейковини, од.	70-90	70	50	50
Число падіння, с	270-330	320	460	460
Кількість пошкодженого крохмалю, UCD	19-23	22,5	24,2	24,2
ВПЗ, %	не менше 58	58,0	60,0	60,0
Об’єм хліба, см ³	не менше 500	505	565	540
Пористість, %	не нижче 80	80	81	80

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі узагальнення теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність виробництва борошна із заданими показниками якості та розроблено ефективні технологічні рішення щодо формування індивідуальних потоків та внесення технологічних добавок.

1. Проведено моніторинг асортименту та показників якості пшеничного борошна в Україні та за кордоном. Визначено основні сорто- і типотворюючі показники: зольність, кількість клейковини, вміст білка та число падіння. Встановлено, що українське борошно характеризується порівняно низькими значеннями кількості клейковини – 24...26 %, що пов'язано з низькою якістю зерна, що переробляється на борошномельних заводах, а також відмінністю у методах для її (клейковини) визначення.

2. Удосконалено метод визначення кількості та якості клейковини, який частково гармонізовано з міжнародним стандартом. Встановлено, що удосконалений метод співвідносний з діючим національним стандартом: кореляція за кількістю клейковини дорівнює 0,95, за якістю – 0,85. Метод подано як проект державного стандарту «Методи визначення кількості та якості клейковини в пшениці» (третя редакція).

3. Виявлено, що зразки з Північних та Центральних регіонів України володіють кращими хлібопекарськими властивостями порівняно зі зразками з Південного регіону у зв'язку з агрокліматичними умовами: кількість клейковини – 26,0...28,0 % і 24,0...25,2%; ІДК – 63...82 од. і 47...60 од., ЧП – 285...320 с і 360...480 с, об'єм хліба – 470...485 см³ та 320...420 см³, відповідно.

4. Встановлено, що на заводах з розвиненою схемою (за Варіантом 1 та 2) на системах першої якості кількість клейковини більша в 1,2...1,5 рази, значення якості клейковини (ІДК) вищі на 5...30 од., вміст білка більший в 1,2...1,4 рази, значення числа падіння нижчі в 1,1...1,3 рази від даних показників на тих же системах заводу зі скороченою схемою (за Варіантом 3). Невисока якість індивідуальних потоків борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу наряду з невеликою їх кількістю унеможлиблює формування борошна із заданими показниками якості.

5. Встановлено, що найбільший вплив на об'єм і балову оцінку хліба з українського борошна мають ферментні препарати амілолітичної та ксиланазної (геміцелюлазної) дії, що підтверджується збільшенням об'єму хліба в 1,3...1,4 рази і в 1,5...1,6 разів, відповідно, з покращенням балової оцінки з «хорошої» на «відмінну». При невисоких значеннях кількості клейковини (24,0...25,0 %) з пружними її властивостями (ІДК менше 55 од.) рекомендовані дозування ферментних препаратів для покращення хлібопекарських властивостей борошна повинні бути наступними: α -амілаза – 0,2...0,5 г/100 кг; ксиланаза (геміцелюлаза) – 2,0...6,0 г/100 кг.

6. Розроблено рішення (Рішення 1) для виробництва борошна із заданими показниками якості шляхом відбору індивідуальних потоків з систем: В1/В2; С1/С2;

R2; V2. Якість розробленого борошна відповідає вимогам для борошна із заданими показниками якості і складає: білість – 60 од.; кількість клейковини – 28,2 %; якість клейковини – 70 од.; число падіння – 315 с; ВПЗ – 57,5 %; кількість пошкодженого крохмалю – 22,5 UCD.

7. Розроблено рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості (Рішення 2) шляхом внесення комплексних технологічних добавок. Для зразків борошна з невисоким вмістом клейковини (24,0...25,0 %), пружними її властивостями (ІДК менше 55 од.) та заниженим значенням амілолітичної активності (ЧП вище 330 с), рекомендується вносити наступні рецептури комплексних технологічних добавок: Рецепт 1 і 2 – 0,2+2,0+5,0 г/100кг борошна та 0,5+6,0+10,0 г/100кг борошна, відповідно α -амілаза, ксиланаза та цистеїн; Рецепт 3 та 4 – 8,0+5,0 г/100кг борошна та 12,0+10,0 г/100кг борошна, відповідно α -амілаза з геміцелюлазної активністю і цистеїн. Розроблено патент на корисну модель з використання технологічних добавок на борошномельних заводах.

8. Проведено виробничу апробацію з формування борошна із заданими показниками якості на борошномельних заводах ТОВ “Васильківхлібопродукт” та СФГ “КУЦАРЄВА Ф.С.”, отримано економічну ефективність в розмірі 11 тис.грн/добу і 8 тис.грн/добу, відповідно.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., **Ковальова В.П.** Дослідження переваг і недоліків при визначенні клейковини автоматизованим і ручним способом // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 3. С. 21-26. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень та опрацювання одержаних результатів*
2. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Жиронкіна Д.С. Аналіз якості борошна з різних регіонів України // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2017. Т.81, вип.2. С. 35-43. *Автором проведено експериментальні дослідження та опрацювання одержаних результатів*
3. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Мороз А.І. Визначення показників якості борошна з різних систем технологічного процесу при сортовому помелі пшениці // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 4. С. 30-36. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень.*
4. **Ковальова В.П.** Розробка комплексного коректору для стабілізації якості борошна на борошномельних заводах // Технічні науки та технології. 2018. № 11. С. 206-213. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, та опрацювання одержаних результатів*
5. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Підвищення хлібопекарської якості пшеничного борошна //Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. Харків: ХДУХТ,

2018. – Вип. 1(27). – С.280-291. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень, зроблені висновки*
6. Analysis of the quality of flour from different systems of the technological process of a flour mill / Zhygunov D. et. al. // *Зернові продукти і комбікорми*. 2019. № 1. С. 23-28. *Автором проведено опрацювання одержаних результатів, зроблені висновки*
7. Визначення показників якості індивідуальних потоків борошна з заводу зі скороченою схемою технологічного процесу / Д.О. Жигунов та ін. // *Технічні науки та технології*. 2019. № 1. С. 195-204. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень, опрацювання одержаних результатів*
8. Development of technological solutions for flour production with specified quality parameters/ Zhygunov D. et. al. // *Food Science and Technology*. 2018. Vol.12, №3. С. 71-80. *Автором проведено літературний аналіз вимог для борошна із заданими показниками якості та зроблені висновки*
9. Пат. на корисну модель 130843 Україна, A21D 8/02 – № u201807216; заявл. 26.06.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 24. Комплексний хлібопекарський поліпшувач. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** – власник ОНАХТ. *Автором проведено патентний пошук та оформлено заявку.*
10. Zhygunov D., Mardar M, **Kovalova V.** Use of enzyme preparations for improvement of the flour baking properties // *Food Science and Applied Biotechnology*, 2018, №1, С. 26-32. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження та опрацювання одержаних результатів*
11. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Мороз А.І. Реконструктивний тип адаптування реального сектору економіки та галузевої науки України до умов постіндустріального суспільства // *Хлібопекарські властивості пшеничного борошна / за заг. ред. Савенка І.І., Станкевича Г.М., Седікової І.О.* Одеса, 2017. С. 211-224. *Автором проведено аналіз хлібопекарських властивостей зразків борошна та підготовлено матеріал до друку.*
12. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Хлібопекарські властивості борошна південного регіону // *Хранение и переработка зерна*. 2017. №11. С. 35-38. *Автором проведено літературний огляд, досліджено якість пшеничного борошна та підготовлено матеріали до друку.*
13. Жигунов Д.О., **Стоянова В.П.** Порівняння досліджень різних методів відмивання клейковини // *Зб. тез. доп. 75-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 21-25 квіт. 2015 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій.* Одеса, 2015. С.35-37. *Автором проведено аналізи з визначення показників клейковини та підготовлено матеріали до друку*
14. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Ковальов М.О. Сравнительный анализ различных методов отмывания клейковины // «*Инновационные развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства*»: сб. мат. междунар. научно-практ. конф., Алматы, 29-30 октября 2015г. / АТУ, 2015. С.11-13. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження, проведення експериментальних досліджень, та опрацювання одержаних результатів*

15. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Визначення кількості клейковини різними методами // «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства»: зб. праць за підс. VI Міжнар. наук.-практ. конф. вчених, аспірантів і студентів, Київ, 28-29 квітня 2016р. / НУБІП, 2016. С.215-217. *Автором проведено експериментальні дослідження та опрацювання одержаних результатів*
16. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Мороз А.С. Порівняльний аналіз різних методів визначення кількості і якості клейковини // Зб. тез. доп. 76-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 18–22 квітня 2016р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, 2016. С.40-42. *Автором проаналізовано розбіжність в методах з визначення показників клейковини, проведено експериментальних дослідження.*
17. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Ковальов М.О. Сравнительный анализ показателей качества муки пшеничной для разных видов изделий // «Техника и технология пищевых производств» / Сб. тез. XI Междунар. научно-техн. конф., Могилев, 20-21 апреля 2017г. / МГУП, 2017. С. 83. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження та опрацювання одержаних результатів*
18. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Жиронкіна Д.С. Вплив ферментного препарату Фунгаміл на хлібопекарські властивості борошна // Зб. тез. доп. 77-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 18-21 квіт. 2017 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, Одеса, 2017. – С. 42–44. *Автором проведено підготовку об'єктів дослідження та опрацювання одержаних результатів*
19. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.**, Жиронкіна Д.С. Використання α -амілази для покращення хлібопекарських властивостей борошна // «Технології харчових продуктів і комбікормів»: зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 25-30 вересня 2017р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса 2017, С.4-5. *Автором проведено літературний аналіз ферментних препаратів, проведено експериментальні дослідження та підготовлено матеріали до друку.*
20. Жигунов Д.О., **Ковальова В.П.** Сучасні методи оцінки хлібопекарських властивостей борошна // «Якість і безпека харчових продуктів»: зб. тез III Міжнар. конф., Київ, 16-17 листопада 2017р. // НУХТ. Київ, С.82-83. *Автором проведено літературний пошук сучасних методів оцінки продуктів переробки зерна та підготовлено матеріали до друку.*
21. Хоренжий Н.В., **Ковальова В.П.** Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з технологічними добавками // Зб. тез. доп. 78-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 23–27 квіт. 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2018. – С. 35–37. *Автором проведено підготовку експериментальні дослідження та опрацювання одержаних результатів*
22. Жигунов Д.О., Хоренжий Н.В., **Ковальова В.П.** Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з комплексом ферментних препаратів // «Технології харчових продуктів і комбікормів»: зб. міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 24-29 вересня 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса. С. 13-15. *Автором проведено оцінку процесу змішування пшеничного борошна з технологічними добавками та опрацьовано одержані результати.*

23. Жигунов Д.О., Ковальов М.О., **Ковальова В.П.** Дослідження водопоглинальної здатності і кількості пошкодженого крохмалю індивідуальних потоків борошна // 36. тез. доп. 79-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 16–19 квітня 2019 р. Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса С.37-39. *Автором проведено експериментальні дослідження, та опрацювання одержаних результатів*

АНОТАЦІЯ

Ковальова В.П. Розробка технології виробництва борошна із заданими показниками якості – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2019.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню доцільності виробництва борошна із заданими показниками якості на заводах різної продуктивності. В роботі наведені результати досліджень з визначення показників якості пшеничного борошна з різних регіонів, проаналізовано схеми заводів з розвиненою та скороченою схемою технологічного процесу, оцінено якість індивідуальних потоків і готової продукції даних заводів. Досліджено вплив технологічних добавок на показники пробної лабораторної випічки хліба з борошна з заниженою ферментативною активністю та встановлено доцільність їх використання для підвищення якості готової продукції хлібопекарських підприємств.

За результатами роботи розроблено технологічні рішення для виробництва борошна із заданими показниками якості: Рішення 1 – за рахунок формування індивідуальних потоків на заводах з розвиненою схемою технологічного процесу; Рішення 2 – шляхом використання комплексних технологічних добавок на заводах зі скороченою схемою технологічного процесу. Обґрунтовано режими змішування комплексної технологічної добавки з борошном безпосередньо на борошномельних заводах. Розроблено рекомендації щодо внесення комплексних технологічних добавок різного принципу дії в залежності від ферментативної активності борошна.

Ключові слова: пшеничне борошно, сортовий помел, кількість клейковини, число падіння, пошкоджений крохмаль, водопоглинальна здатність, Міксолаб, технологічна добавка, змішування.

ABSTRACT

Kovalova V. Development of technology of production of flour with predetermined quality indicators – Qualifying scientific work as a manuscript.

Ph.D. thesis in Engineering Science in specialty 05.18.02 – Technology of grain, legumes, cereal products and compound feed, oil and fiber crops of Odessa National

Academy of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2019.

The thesis is devoted to the scientific substantiation of the feasibility of flour production with predetermined quality indicators in mill plants of various capacities. The paper presents the rationale for the selection of topics and the problems of flour production with predetermined quality indicators and the rationale for approaches for the production of such flour. The decision-making system for the production of flour with predetermined quality indicators is formulated and the main directions for its implementation are established: in the grain cleaning department – the formation of grinding lots, in the grinding department – the formation of individual flour streams; in the grinding department or in the finished products department – the use of technological additives.

Comparative studies were conducted and the main differences in the methods for determining the quantity and quality of gluten according to state and international standards were established. The main factors influencing the end result, such as the method of washing, solution for washing, water hardness and the influence of the human factor, are determined. The automated method for determining the content and quality of gluten was improved, which has a high correlation (for the amount of gluten - 0.95, for quality - 0.85) with the indicators determined by the current standard.

Analysis of the quality of the baking properties of wheat flour from different regions of Ukraine was carried out using traditional and innovative assessment methods. It was found that all samples meet the requirements of GSTU 46.004-99, but the difference of the quality indicators: samples from the Northern Region had average baking qualities and from the South - unsatisfactory, due to agro-climatic conditions for the cultivation of grain in these regions. It was found that none of the flour samples did not meet the requirements of high quality flour with high baking properties: whiteness – not less than 58 units; content gluten – not less than 28.0%; gluten quality (IDG) – at least 70 units; Falling Number – 270...330 s; water absorption capacity – not lower than 58%; starch damage – 19...23 UCD; the volume of bread is not less than 500 cm³; porosity - not lower than 80%.

The quality of individual flour streams from mills plants located in the Northern (Option 1) and Southern regions (Option 2 and Option 3) is analyzed. The best quality indicators were characterized by flows from the mills plant according to Option 1, where it is possible to form flour with specified quality indicators due to the high quality of individual flour streams and the development of the technological process. A similar possibility is also feasible for the plant according to Option 2 in case of adjusting such indicators as the content and quality of gluten and Falling Number. There is no possibility of producing this type of flour by mixing streams at the mills plant according to Option 3, due to the reduced technological process and the low quality of individual streams. Therefore, in factories with a reduced technological process, it is necessary to use technological additives for the production of flour with high baking properties.

The influence of technological additives, namely enzyme preparations of amylolytic, protease, hemicellulase action and amino acid L-cysteine on the results of a

trial laboratory baking, is analyzed. It was found that for Ukrainian flour, enzyme preparations such as α -amylase, α -amylase with hemicellulase activity and xylanase had the greatest influence.

Technological solutions for the production of flour with predetermined quality indicators were developed according to the results of the work: Solution 1 – by forming individual flour streams in plants with a developed technological process; Solution 2 – by introducing complex technological additives in mill plants with a reduced technological process. The modes of mixing of complex technological additive with flour directly at the mill plants were justified. Recommendations for the introduction of complex technological additives of various operating principles depending on the enzymatic activity of the flour have been developed.

Keywords: wheat flour, high-quality grinding, gluten content, Falling Number, starch damage, water absorption capacity, Mixolab, technological additive, mixing.

Підписано до друку 23.10.2019 р. Формат 60х90/16. Об'єм 0,9 умов. друк. арк.
Замовлення №288. Тираж 100 прим.

ОНАХТ, 65039, Одеса-39, вул Канатна, 112