

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування впливу гранулометричного
складу продуктів розмелу на якість пшеничного
хлібопекарського борошна**

Виконала: студентка 2 курсу, групи МГХТ-1-20
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

_____ Климченко Орина Юріївна

Керівник: _____ Кошулько Віталій Сергійович

Рецензент: _____ Яремчук Тетяна Іванівна

Дніпро 2021

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

«_____» _____ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Клименко Орині Юріївні

1. Тема роботи «Обґрунтування впливу гранулометричного складу продуктів розмелу на якість пшеничного хлібопекарського борошна».

Керівник роботи Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «13» жовтня 2021 року № 3253.

2. Строк подання студентом роботи 26 листопада 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання.

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань контролю гранулометричного складу пшеничного борошна з метою покращення його якості. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали та методи досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Схеми проведення досліджень. 3 Дослідна частина. 4. Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Кошулько В.С., доцент	13.10.2021	26.11.2021
5	Кравець В.В., доцент	13.10.2021	26.11.2021
6	Павленко О.С., доцент	13.10.2021	26.11.2021

7. Дата видачі завдання 13 жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	13.10-14.10.21	виконано
2	Огляд літератури	15.10-11.10.21	виконано
3	Матеріали та методи досліджень	12.10-15.10.21	виконано
4	Дослідна частина	18.10-01.11.21	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.11-12.11.21	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.11-20.11.21	виконано
7	Організаційно-економічна частина	21.11-24.11.21	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	25.11.21	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	26.11.21	виконано

Студентка

(підпис)

Клименко О.Ю.

Керівник роботи

(підпис)

Кошулько В.С.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 83 сторінки друкованого тексту, 9 рисунків та ілюстрацій, 16 таблиць та використано 59 літературних джерел посилань.

Метою даної роботи є дослідження впливу дисперсності та гранулометричного складу на якість пшеничного хлібопекарського борошна.

Об'єкт дослідження – пшеничне хлібопекарське борошно різного гранулометричного складу.

Предмет дослідження – вплив дисперсності та гранулометричного складу на показники якості хлібопекарного пшеничного борошна та готові хлібобулочні вироби.

Хліб і хлібобулочні вироби грають найважливішу роль у харчуванні людини, оскільки забезпечують істотну частину фізіологічної потреби людського організму в поживних речовинах і енергії, і є досить доступними продуктами харчування широкого кола споживачів. У зв'язку з цим, раціональне використання зерна на борошномельних підприємствах завжди було і залишається актуальним завданням борошномельної промисловості.

Ключові слова: ДОСЛІДЖЕННЯ, БОРОШНО, ГОРОХ, КВАСОЛЯ, ЛЮПИН, ЦУКРИ, ВІТАМІНИ, СОРТ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ВИРОБНИЦТВО, ТЕХНОЛОГІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	10
1.1 Фактори, що зумовлюють дисперсність пшеничного сортового борошна	10
1.1.1 Твердозерність як показник структурно-механічних властивостей зерна пшениці	10
1.1.2 Вплив процесу подрібнення на дисперсність борошна	15
1.2 Дисперсність пшеничного сортового борошна	19
1.2.1 Дисперсність і якість пшеничного сортового борошна	19
1.2.3 Дисперсність та якість фракцій пшеничного борошна	24
Висновки до розділу	27
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1 Матеріали дослідження	29
2.2 Аналіз показників якості зерна та борошна	29
2.3 Лабораторні помели	30
2.4 Визначення питомої поверхні борошна на приладі ПСХ-4	33
2.5 Випічка хліба та оцінка його якості	35
Висновки до розділу	36
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	37
3.1 Оцінка якості борошна із пшениці різної твердозерності	37
3.2 Дисперсність та гранулометричний склад борошна з пшениці різної твердозерності	38
3.3 Оцінка якості та дисперсності прохідової фракції борошна сита № 0056 із зерна пшениці різної твердозерності	47
Висновки до розділу	49
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	51
Висновки до розділу	54
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55

5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на приватному підприємстві «Самріз»	55
5.2 Рекомендації щодо покращення показників охорони праці в ПП «Самріз»	57
5.3 Технічні заходи по захисту працівників цеху з виробництва борошна ПП «Самріз»	58
5.4 Правила безпечного виконання робіт оператором пальцевого верстату в цеху з виробництва борошна ПП «Самріз»	60
Висновки до розділу	65
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	66
6.1 Організація проведення дослідження	66
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	71
6.3 Розрахунок вартості дослідження	74
Висновки до розділу	75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	78
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Хліб і хлібобулочні вироби грають найважливішу роль у харчуванні людини, оскільки забезпечують істотну частину фізіологічної потреби людського організму в поживних речовинах і енергії, і є досить доступними продуктами харчування широкого кола споживачів. У зв'язку з цим, раціональне використання зерна на борошномельних підприємствах завжди було і залишається актуальним завданням борошномельної промисловості.

Ефективне використання зернових ресурсів у борошномельній промисловості передбачає зниження досить високого рівня сировинних витрат та виробництва борошна високої якості. На даний момент накопичені дуже великі знання про такі показники якості борошна, як білізна, зольність, кількість і якість клейковини, які дозволяють виробляти сорти борошна із заданою якістю за перерахованими показниками.

У той же час дисперсність і гранулометричний склад борошна залишалися найменш вивченими показниками його якості, що значною мірою було обумовлено труднощами застосування прямих методів вимірювання розмірів частинок, а також відсутністю критеріїв оцінки їхньої форми.

На борошномельних підприємствах для визначення дисперсності борошна застосовується ситовий аналіз. Нормативи крупності, встановлені для пшеничного борошна, передбачають оцінку цього показника для борошна вищого гатунку лише за величиною залишку на ситі №43 (49/52 ПА), оцінку крупності борошна першого та другого гатунків – за величинами сходової та проходової фракцій двох суміжних сит. Така оцінка крупності борошна не дає достатньої інформації про його дисперсність та гранулометричний склад.

У дослідженнях крім ситового аналізу вивчення дисперсності борошна застосовувалися переважно непрямі методи визначення дисперсності – седиметричний метод і метод вимірювання питомої поверхні. Мікроскопічний метод не отримав широкого застосування у дослідженнях через свою надзвичайну трудомісткість.

Розвиток за останні десятиліття комп'ютерних технологій уможливив застосування ЕОМ щодо мікроскопічних досліджень дисперсного складу порошкоподібних матеріалів, істотно скоротивши тривалість і трудомісткість аналізу, зменшивши вплив суб'єктивних чинників, залежних від дослідника, на результати аналізу.

Так, для визначення дисперсності та гранулометричного складу тонкодисперсних порошкоподібних матеріалів було розроблено гранулометричний вимірювальний пристрій ДІУ-1. Даний пристрій дозволяє досліджувати, зокрема, дисперсність та гранулометричний склад борошна.

Дослідженнями ряду авторів (Байбулатова С.Г., Гіршсон В.Я., Калюжна А.М., Кисельова А.В., Козьміна Н.П., Мартинов В.П., Мамбіш І.Є., Мерко І.Т., Швецова І.А. та ін.) було показано, що дисперсність борошна впливає на його технологічні властивості та якість хліба.

Тому об'єктивна оцінка дисперсності та гранулометричного складу пшеничного хлібопекарського борошна, вивчення їх зв'язку з якістю борошна та хліба на сьогоднішній день є актуальною проблемою. При цьому особливо важливим є вивчення дисперсності борошна прямим мікроскопічним методом, що дозволяє отримати кількісну оцінку як розмірів частинок борошна, так і їх форми.

Метою даної роботи є дослідження впливу дисперсності та гранулометричного складу на якість пшеничного хлібопекарського борошна.

Для реалізації поставленої мети було визначено такі завдання:

- виявити закономірності розподілу частинок борошна за розмірами;
- виявити вплив технології помелу зерна пшениці на якість, дисперсність та гранулометричний склад борошна;
- дослідити якість, дисперсність та гранулометричний склад борошна;
- дослідити вплив твердозерності на дисперсність та гранулометричний склад борошна;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Самріз»;
- виконати розрахунок витрат на проведення експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – пшеничне хлібопекарське борошно різного гранулометричного складу.

Предмет дослідження – вплив дисперсності та гранулометричного складу на показники якості хлібопекарного пшеничного борошна та готові хлібобулочні вироби.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Фактори, що зумовлюють дисперсність пшеничного сортового борошна

1.1.1 Твердозерність як показник структурно-механічних властивостей зерна пшениці

Найбільш важливими в оцінці борошномельних властивостей зерна є його структурно-механічні властивості, які значною мірою залежать від виду зерна, його типу та сорту, а також від району та умов вирощування зерна. Структурно-механічні властивості пов'язують особливості структури матеріалу з його реакцією на механічну дію і визначають процеси подрібнення та луцнення зерна, а також витрату енергії для цих операцій. Відомо, що показники якості та виходу борошна значною мірою обумовлюються структурно-механічними властивостями зерна. Основними показниками цих властивостей є міцність та твердість (мікротвердість), твердозерність зерна [24].

В даний час на зернопереробних підприємствах для оцінки структурно-механічних властивостей пшениці використовується показник склоподібності, який враховується на всіх стадіях технологічного процесу борошномельних заводів. Так, «Правилами організації та ведення технологічного процесу на борошномельних заводах» передбачені орієнтовні режими зволоження та відволоження зерна залежно від типу та склоподібності зерна. Однак численними дослідженнями було показано, що показник склоподібності дуже лабільний. Крім того, при однаковій склоподібності різні партії пшениці можуть характеризуватись різними борошномельними властивостями [27]. У зв'язку з цим і в нашій країні і за кордоном рядом досліджень показана доцільність використання показника твердозерності для оцінки технологічних властивостей зерна.

Відповідно до визначення ГОСТ 27186-86 «Зерно для заготівель та поставок. Терміни та визначення», Твердозерності – структурно-механічні

властивості зерна, що характеризують ступінь його опору руйнівним зусиллям в процесі дроблення і визначають його цільове призначення.

Твердозерність є комплексним показником, що характеризує особливості мікроструктури ендосперму, пов'язані з формуванням крохмальних гранул і білкових матриць у процесі розвитку зернівки та відбиває особливості його подрібнення [9]. Пшеницю по твердозерності ділять на твердозерну та м'якозерну. За стандарт твердозерності прийнято зерно ярої твердої пшениці Дурум.

Низкою досліджень було показано, що твердозерність є стійкою сортовою ознакою. Сорт зберігає цю характеристику при будь-яких умовах вегетації зерна, ґрунтово-кліматичних умов та застосовуваних агротехнічних прийомів [20].

Неоднорідність мікроскопічної будови і хімічного складу окремих анатомічних частин зернівки обумовлює відмінності їх фізико-хімічних властивостей. Окремі анатомічні частини зернівки пшениці мають характерні особливості мікроскопічної будови.

Клітини зародка мають циліндричну форму, характеризуються невеликими розмірами $(35 - 40) \times (8 - 10)$ мкм та тонкими стінками [24].

Товщина оболонки зернівки пшениці (плодова, насіннева) коливається в діапазоні від 50 до 78 мкм. Розміри клітин алейронового шару зернівки пшениці коливаються в межах $(23 - 67) \times (20 - 31)$ мкм [24].

Крохмалистий ендосперм складається з трьох видів клітин – субалейронових (периферичних), призматичних та центральних.

Розміри клітин субалейронового шару ендосперму твердозерних сортів пшениці лежать у діапазоні від $(54 - 157) \times (48 - 790)$ мкм, м'якозерних сортів пшениці – $(34 - 83) \times (43 - 60)$ мкм [23]. Субалейроновий шар містить переважно дрібні крохмальні зерна (5 – 10 мкм) сферичної форми, весь простір між якими заповнено білковою речовиною [22]. У пшениці м'якозерних сортів середній діаметр крохмальних гранул становить 11,4 мкм, у пшениці твердозерних сортів – 13,0 мкм [24]. Між вмістом у субалейроновому шарі гранул крохмалю розміром менше 5 мкм і твердозерністю виявлено взаємозв'язок, що характеризується

коефіцієнтом кореляції $r = -0,624$, між твердозерністю і вмістом в субалейроновому шарі крохмальних гранул розміром 10 – 20 мкм також виявлено взаємозв'язок – $r = 0,661$.

З внутрішньої сторони клітин субалейронового шару розташовані кілька рядів призматичні клітини. Розміри клітин у склоподібної пшениці у цій зоні становлять $(190 - 260) \times (34 - 61)$ мкм, у борошністої пшениці – $(105 - 180) \times (43 - 57)$ мкм [23].

Центральні клітини ендосперму мають неоднакові розміри та форму. Рядом дослідників показано, що стінки клітин центральних шарів ендосперму тонкі, у периферичних шарів ендосперму стінки клітин значно товщі і добре розвинені [5]. У склоподібної зернівки твердозерної пшениці клітини в центральній частині ендосперму клітини мають переважно правильну форму (60×80 мкм), у периферійних частинах — більш витягнуті $(40 - 120) \times (60 - 300)$ мкм. У м'якозерних сортів клітини ендосперму у цій зоні мають менші розміри [10].

У кількісному відношенні понад 90 % крохмальних гранул складають дрібні гранули діаметром до 10 мкм, тоді як частку великих гранул крохмалю доводиться трохи більше 3 %. За об'ємом основна частка належить гранулам крохмалю від 10 до 20 мкм (52 – 56 %), потім йдуть дрібні гранули розміром менше 10 мкм (35 – 42 %), і менше 10 % припадає на частку великої фракції крохмальних гранул (6 – 11 %).) [47].

Відносна частка дрібних крохмальних гранул у м'якозерних сортів пшениці приблизно на 18 – 22 % вище порівняно з вмістом дрібних крохмальних гранул у твердозерних сортів пшениці [39].

Низкою досліджень встановлено, що основним фактором, що зумовлює твердозерність зерна пшениці, є міцність взаємного зв'язку між крохмальними гранулами та білковою матрицею [10].

У м'якозерних сортах пшениці гранули крохмалю та білкові речовини ендосперму слабо пов'язані між собою. Білкова матриця твердозерних сортів пшениці повністю охоплює гранули крохмалю, цементуючи їх у єдине ціле [10]. Стіни клітин ендосперму твердозерної пшениці різко виділені, переважно мають

правильну форму і добре проглядаються в мікроскоп. Клітини ендосперма м'якозерної пшениці невеликого розміру, стінки клітин слабо розвинені і в деяких ділянках ендосперма не проглядаються, крохмальні гранули заповнюють всю центральну частину зернівки у вигляді суцільної маси [10].

Численними дослідженнями було показано, що особливості мікроструктури зерна пшениці зумовлюють різні борошномельні властивості.

При помелі твердозерної пшениці руйнування зерна відбувається між клітинами або крізь крохмальні гранули та білкову матрицю. При цьому виходить борошно, що складається з окремих агломератів клітин ендосперму та білкових пластинок. Зерно твердозерної пшениці добре вимелюється і залишки ендосперму досить легко відокремлюються від оболонок [25].

При помелі м'якозерної пшениці клітини легко руйнуються, їх вміст вивільняється. При цьому виходить борошно, що містить значну кількість дрібних фрагментів клітин та окремих крохмальних гранул. Борошно з м'якозерної пшениці в основному в'язке, крохмальне. Причому ці відмінності між сортами твердозерної та м'якозерної пшениці зберігаються незалежно від вихідної склоподібності зерна [24].

При помелі твердозерних сортів пшениці отримують більше великої крупки, ніж при помелі м'якозерних сортів пшениці. Сумарний вихід крупок при розмелі твердозерних сортів також перевищує сумарний вихід крупок, одержуваних при розмелі м'якозерних сортів пшениці. При цьому вихід борошна в драному процесі при помелі груп твердозерної пшениці суттєво нижчий, ніж при помелі сортів м'якозерної пшениці [23]. Встановлено, що для отримання борошна 70 % виходу при переробці м'якозерних сортів пшениці необхідно менше систем, ніж при переробці твердозерних сортів [14].

Ступінь пошкодження крохмальних гранул у борошні з твердозерної пшениці в 1,5 – 4,4 рази вище, ніж у борошні з м'якозерної пшениці [26]. Між ступенем пошкодження крохмальних гранул та характеристиками твердозерності пшениці виявлено високий кореляційний зв'язок ($r > 0,95$): прямий – із середнім

розміром частинок та зворотний – із вмістом у борошні частинок розміром менше 40 мкм [42].

З борошна, отриманого з м'якозерної пшениці, вихід проміжного білка може бути отриманий у середньому втричі більший, ніж з борошна пшениці твердозерної [24].

В даний час існує значна кількість методів для оцінки твердозерності пшениці. Для визначення твердозерності використовуються методи [23], засновані на визначенні:

- дисперсності продуктів подрібнення зерна;
- енергії, витраченої на дроблення зерна;
- ступеня стирання зерна на голлендрі;
- мікротвердозерність зерна;
- так само використовуються методи інфрачервоної спектроскопії.

Порівняльне дослідження різних методів визначення твердозерності було проведено у 1978 році [40]. У таблиці 1.1 наведено результати проведеного дослідження.

Таблиця 1.1 – Діапазон значень різних показників твердозерності

Показники	Сорти			
	твердозерні		м'якозерні	
	хв.	макс.	хв.	макс.
Індекс міцності, од.	63	132	30	48
Індекс розміру частинок, %	18	33	34	42
Питома поверхня, см ² /г				
- борошна	1370	1990	3055	3815
- шроту	1175	1545	2605	3520
Максимальне руйнівне зусилля, од. пластографа	660	885	500	665
Індекс луцення, %	51	76	71	88

Наведені в таблиці 1.1 дані, показують, що твердозерні сорти пшениці характеризуються більш високими значеннями індексу міцності і меншими

значеннями індексу розміру частинок, значеннями питомої поверхні шроту і борошна, а також комплексного показника, що свідчить про більш високі міцності властивості твердозерної пшениці порівняно з м'якозерною.

Вивчення борошна, виробленого із зерна пшениці з різними структурно-механічними властивостями, багатьма дослідниками показало, що твердозерність зерна визначає дисперсність борошна [24]. Борошно, отримане з м'якозерних сортів пшениці, характеризується підвищеною дисперсністю порівняно з борошном із твердозерної пшениці.

З даних, наведених у таблицях 1.1 видно, що борошно з м'якозерної пшениці має значно більші значення величини питомої поверхні і має менший середній розмір частинок.

За даними Беркутової Н.С., Швецової І.А. борошно з твердозерної пшениці містить 10 – 30 % частинок завбільшки менше 40 мкм, борошно з м'якозерної пшениці – 40 – 60 % таких частинок [24]. За даними Колкунової Г.К. у борошні з твердозерних сортів пшениці міститься 21,0 – 34,5 % частинок розміром менше 40 мкм, у борошні з м'якозерної пшениці – 48,8 – 67,5 %, частинок, розміром понад 100 мкм – в середньому 1,8 та 1,5 % відповідно [57]. За даними Поснової Л.П. у борошні з твердозерної пшениці вміст часток розміром менше 30 мкм становить 20 – 45 %, у борошні з м'якозерної пшениці – 57 – 77 % [9].

Таким чином, проведений аналіз робіт, присвячених дослідженню структурно-механічних властивостей зерна, показав, що твердозерність пшениці істотно впливає на борошномельні властивості зерна та визначає дисперсність борошна.

1.1.2 Вплив процесу подрібнення на дисперсність борошна

Відомо, що спосіб подрібнення, геометрія робочих поверхонь подрібнювальних машин, питомі навантаження і режими подрібнення впливають на результати подрібнення і якість борошна, що отримується [13, 17].

Численними дослідженнями встановлено, що зміна величини міжвальцевого зазору між вальцями вальцевого верстата призводить до зміни вилучення [29].

Залежність загального вилучення від величини міжвальцевого зазору може бути описана формулою, запропонованою Панченко О.В. [29]:

$$I = (m \cdot e)^{(-n \cdot b)}, \quad (1.1)$$

де m, n – коефіцієнти, одержані дослідним шляхом;

e – основа натурального логарифму;

b – зазор між вальцями.

З формули випливає, що при зміні величини міжвальцевого зазору в арифметичній прогресії загальне вилучення змінюється у геометричній прогресії.

Моргун В.А. показала, що зміна міжвальцевого зазору у вальцевому верстаті на системах першої якості в драному та розмольному процесах, призводить до збільшення виходу борошна. Якість борошна при цьому не змінювалася, середній розмір частинок борошна зменшувався. Збільшення вилучення борошна на системах другої якості призводило до збільшення його зольності та середнього розміру частинок [45].

Встановлено, що характер робочої поверхні подрібнювальних органів істотно впливає на процес подрібнення та якість подрібнених продуктів. На борошномельних заводах на драних та останніх розмельних системах застосовують, в основному, рифлені вальці. При подрібненні зернових продуктів на мікрошорстких вальцях вихід борошна дещо знижується, проте якість її за зольністю суттєво покращується [29].

Вченими було показано, що при постійних величинах робочого зазору та кількості рифлів на 1 см довжини кола валків, зі збільшенням їх діаметра з 150 до 300 мм, ступінь подрібнення продуктів зростає [16].

Вміст у борошні частинок різних розмірів і форми значною мірою обумовлено видом деформації та зусиллями, що впливають на продукт у процесі подрібнення. Виявлено, що руйнування крохмальних гранул на рифлених валках відбувається інтенсивніше, ніж на мікрошорстких валках [2].

Встановлено, що збільшення кута нахилу рифлів зумовлює підвищення інтенсивності подрібнення за інших однакових умов [33].

При будь-якому взаєморозташуванні рифлів зі збільшенням щільності рифлення вальців відбувається підвищення виходу круподунстових продуктів і загального вилучення [42].

Збільшення окружних швидкостей швидкообертаючого і відношення окружних швидкостей вальців за інших рівних умов призводить до збільшення ступеня подрібнення, при цьому якість проміжних продуктів, що вилучаються, і борошна по зольності погіршується [29].

За даними Єгорова Г.А., Мельникова Є.М., Максимчука Б.М. при $V_{\delta} = 2$ м/с збільшення відношення швидкостей (K) від 1,5 до 2,5 призводило до підвищення питомої поверхні борошна з 2150 до 2780 см²/г; при $V_{\delta} = 3$ м/с зі збільшенням K відбувалося підвищення питомої поверхні борошна з 2020 до 2315 см²/г; при $V_{\delta} = 4$ м/с із збільшенням K відбувалося підвищення питомої поверхні борошна з 2000 до 2110 см²/г [42].

Мерко І.Т., Моргун В.А. було показано, що збільшення швидкості вальця, що швидко обертається, з 4 до 10 м/с і відношення швидкостей вальців (K) з 1,10 до 2,90 призводить до значного зменшення середніх розмірів частинок всіх продуктів, що вивчаються. При цьому окружні швидкості надавали більший вплив на дисперсну характеристику борошна. [42].

Швецовою І.А. була показана істотна зміна дисперсності борошна, що спостерігається за зміни умов розмелювання продуктів переробки зерна [18]. Так, при збільшенні відношення швидкостей вальців (K) на експериментальному вальцевому верстаті від 1,5 до 50 при швидкості вальця, що швидко обертається, $V_{\delta} = 4$ м/с, вилучення борошна збільшувалося з 30 до 82 %. Підвищення дисперсності борошна відбувалося за рахунок руйнування клітин ендосперму з утворенням вільних гранул крохмалю та частинок проміжного білка. Автором було відзначено, що при певному поєднанні K та V_{δ} може бути отримана оптимальна дисперсна характеристика борошна.

Моргун В.А. так само було вивчено вплив зміни питомих навантажень на вальцеву лінію на якість борошна по системах при постійній щільності нарізки рифлів, швидкості вальців, що швидко обертаються, і відношення швидкостей вальців [45]. Нею було встановлено, що в драному та в розмельному процесах на системах першої якості зі збільшенням питомого навантаження зменшувалося вилучення борошна, якість його практично не змінювалася і середній розмір частинок борошна (за даними ситового та седиментометричного аналізів) суттєво не змінювався. У розмельному процесі на системах другої якості зі збільшенням питомого навантаження спостерігалось зменшення вилучення борошна, підвищувалася його зольність та середній розмір часток.

Ступінь подрібнення значною мірою також залежить від тиску в робочій зоні валків. Зростання тиску в робочій зоні валків призводить до збільшення кількості дрібних частинок у борошні [2]. Також встановлено, що зі збільшенням тиску в робочій зоні вальців і зростанням питомого навантаження на вальцеву лінію до певної межі зростає вилучення борошна з одночасним збільшенням у ньому дрібних частинок. Однак, якщо тиск та питома навантаження перевищують оптимальні значення, то спостерігається зворотна тенденція: вилучення борошна зменшується та збільшуються розміри частинок.

Циплаковим А.С, Маєвською С.Л., Овчинніковою В.В. було вивчено вплив способу подрібнення на хлібопекарські властивості борошна. Ними було встановлено, що дисперсність борошна, що характеризується величиною питомої поверхні, після штивтового подрібнювача приблизно в 15 рази вище, ніж після вальцевого верстата [13]. Ними було зазначено, що застосування ударного способу подрібнення продуктів першої якості сприяло поліпшенню хлібопекарських властивостей пшеничного борошна.

Таким чином, аналіз літературних даних показав, що вихід та дисперсність пшеничного хлібопекарського борошна значною мірою обумовлені способом подрібнення, кінематичними та геометричними параметрами подрібнювальних машин.

1.2 Дисперсність пшеничного сортового борошна

1.2.1 Дисперсність і якість пшеничного сортового борошна

Дослідженнями різних авторів показано, що структурно-механічні властивості зерна, особливості побудови схеми технологічного процесу на млині, а так само відмінності в характеристиці робочих органів подрібнюючих машин і режимах їх подрібнення обумовлюють неоднакові розміри частинок отриманого борошна [2, 3].

Пшеничне хлібопекарське борошно складається з частинок розміром від 1 до 240 мкм. Компонентами борошна є: крохмальні зерна розміром від 1 до 50 мкм, частинки проміжного білка розміром не більше 20 мкм, окремі клітини та агрегати клітин ендосперму розміром від 40 до 150 мкм, частинки висівок розміром від 40 до 240 мкм. Кількісні співвідношення цих компонентів можуть змінюватися в досить широких межах залежно від сорту борошна, вмісту білка та крохмалю у зернівці пшениці та ступеня механічного впливу на зерно та продукти його переробки у процесі подрібнення.

Пшеничне борошно завжди негомогенне за розмірами частинок та їх формою. Мікрофотографування маси борошна на приладі ФМН-2 показало, що в пшеничному сортовому борошні містяться частинки неправильної, кулястої, пірамідальної форми, а також частинки у вигляді пластин різних контурів. Крім того, в борошні присутні лускаті частинки подрібнених оболонок і алейронового шару [2].

Найбільш вирівняно за розмірами борошно вищого гатунку, середній умовний розмір частинок якого становить 60 – 72 мкм; борошно першого гатунку менш вирівняне за розмірами частинок – 62 – 95 мкм; найменш однорідне за крупністю борошно другого сорту, середній умовний розмір частинок якого змінюється у широкому діапазоні – 76 – 121 мкм [41].

Рядом авторів було встановлено, що відмінності однойменних сортів борошна, вироблених на різних борошномельних заводах, за дисперсністю значні:

Таблиця 1.2 – Дисперсність пшеничного сортового борошна, що характеризується величиною питомої поверхні

Гатунок борошна	Питома поверхня, см ² /г	Автори
Вищий	2175 – 2895	Шкваркіна Т.І.
	1795 – 2350	Беркутова Н.С. та Швецова І.А.
	1920 – 2020	Беркутова Н.С. та Швецова І.А.
	2950 – 3082	Айзікович Л.Є.
Перший	2141 – 2952	Шкваркіна Т.І.
	1830 – 2270	Беркутова Н.С. та Швецова І. А.
	1840 – 2010	Беркутова Н.С. та Швецова І.А.
	2600 – 2881	Айзікович Л.Є.
	1968 – 2148	Немінучий А.Ф.
Другий	2447 – 3197	Шкваркіна Т.І.
	1605 – 2475	Беркутова Н.С. та Швецова І.А.
	1670 – 2405	Беркутова Н.С. та Швецова І.А.
	2260 – 2511	Айзікович Л.Є.
	1410 – 1895	Немінучий А.Ф.

За даними Байбулатової С.Г. у пшеничному борошні 75 – 81 % частинок має розміри 80 мкм і менше, з яких основна кількість лежить в діапазоні від 20 до 50 мкм [11].

За даними Камінського Е.Я. у борошні з м'якої пшениці 97,5 % складають частинки розміром від 0 до 100 мкм, у борошні з твердої пшениці вміст частинок такого розміру становить 83,5 % [44].

Численними дослідженнями було встановлено, що фізико-хімічні та біохімічні процеси, що протікають при переробці зерна в борошно і борошна в хліб, в значній мірі залежать від дисперсності борошна [4, 7]

Швецовою І.А. була виявлена пряmlinійна залежність між вмістом у борошні проходової фракції сита №64 та її питомою поверхнею для першого та

другого гатунків, коефіцієнти кореляції склали $r = 0,86$ та $r = 0,90$ відповідно [18]. Також було встановлено кореляційний зв'язок між вмістом фракцій частинок борошна розміром менше 80 і менше 40 мкм з питомою поверхнею борошна: 0,68 – 0,84. Автором було показано, що зі збільшенням вмісту в борошні фракцій частинок розміром менше 40 мкм зростає водопоглинальна та газоутворювальна здатність борошна та його амілолітична активність.

Кисельовою О.В. було проведено вивчення якості пшеничного борошна вищого гатунку, відібраного на ситах № 43, № 38 і № 27, в результаті якого було встановлено, що крупне борошно характеризується більш високою зольністю (0,51 – 0,54 %) порівняно з борошном, отриманим проходом через сито № 43 (0,46 – 0,49 %) [46].

У ряді робіт було виявлено значний вплив дисперсності борошна на його білизну. Білизна борошна визначається за допомогою приладів, що вимірюють відбивну здатність спресованого борошна. Відбивна здатність борошна залежить від відбиття, пропускання світла та розсіювання світла окремими його частинками. Чим дрібніші частки борошна, тим більше борошно відбиватиме світла і, отже, матиме більшу білизну [1, 3]. Даними дослідженнями було встановлено, що білизна подрібненого ендосперму та середній розмір частинок в інтервалі від 63 до 213 мкм знаходяться у лінійній залежності.

Вивчення впливу ступеня подрібнення борошна показало, що зі збільшенням дисперсності борошна спостерігається тенденція зменшення виходу сирі клейковини та її питомої розтяжності. З сильно подрібненого борошна з 75 – 85 % вмістом пошкоджених гранул крохмалю клейковина не відмивалася взагалі [44].

У той же час дослідження впливу додаткового подрібнення пшеничного борошна вищого гатунку на фізичні властивості клейковини, проведене Козьминою Н.П., показало, що при збільшенні дисперсності борошна, що характеризується приростом питомої поверхні вивчених зразків борошна на 1050 – 1150 см²/г, певної закономірності зміни показань приладу ІДК-1 виявлено не було [49]. Аналіз якості клейковини в залежності від дисперсності борошна

показав, що для вивчених зразків клейковина може перейти з першої до другої групи, а потім при подальшому подрібненні знову в першу групу.

При цьому додатковий помел збільшує гідраційну здатність клейковини, що у свою чергу збільшує водопоглинальну здатність борошна [54, 59].

Байбулатовою С. Г., Наумовою А.Т. було встановлено, що додаткове подрібнення борошна у вібротліні, при якому середній розмір борошна зменшується приблизно вдвічі, якість клейковини різко погіршується: воно стає темним і короткорваним [13].

Між питомою поверхнею борошна та вмістом у ньому пошкоджених зерен крохмалю встановлений взаємозв'язок, що характеризується коефіцієнтом кореляції $r = 0,880$ [47]. Ушкодження крохмалю означає відрив міцної оболонки амілопектину від крохмальних зерен, при цьому вивільняється і стає доступною ферментам амілоза. β -амілаза розщеплює амілозу пошкодженого крохмального зерна до мальтози в процесі неушкоджені зерна крохмалю не клейстеризуються, β -амілаза на них не діє і дуже повільно діє α -амілаза. Клейстеризовані ж зерна пошкодженого крохмалю швидко перетворюються на мальтозу при спільній дії цих ферментів [20].

Згідно з даними Швецової І.А., Колкунової Г.К. прямий взаємозв'язок між дисперсністю борошна та ступенем пошкодження крохмальних гранул не встановлено [12].

Механічно пошкоджений крохмаль здатний адсорбційно зв'язувати майже в п'ять разів більше води, ніж непошкоджений, що обумовлено збільшенням поверхні крохмальних зерен при їхньому дробленні або появі поверхневих тріщин. Максимум пошкодження крохмальних гранул припадає на проходову фракцію сита № 004, в якій переважають дрібні та середні гранули крохмалю, а також уламки великих гранул [21].

Чим менше частинки борошна, тим доступніше амілолізу, гранули крохмалю що містяться в ній і тим більше в ній пошкоджених гранул крохмалю, що так само збільшує його атаку β -амілазою. Тому додаткове подрібнення пшеничного борошна, що супроводжується збільшенням кількості пошкоджених

крохмальних гранул, збільшує газоутворюючу і цукроутворювальну здатність борошна [2, 13]. За даними Козьміної Н.П., Кретович В.Л. пошкоджений крохмаль оцукрюється в 15 разів сильніше, ніж непошкоджений [41].

Камінським Е.Я. було показано, що збільшення ступеня подрібнення борошна практично не впливає на активність амілази в борошні [44].

Козьміною Н.П. із співробітниками було вивчено вплив додаткового подрібнення на водопоглинальну здатність борошна вищого гатунку. Дисперсність борошна оцінювалася за величиною питомої поверхні, водопоглинальна здатність за валориграфом [49].

Таким чином, було показано, що, змінюючи дисперсність борошна додатковим подрібненням можна суттєво впливати на його водопоглинальну здатність. Процес набухання клейковини білків при тоншому подрібненні частинок борошна відбувається швидше [41].

Іншими дослідниками також була відзначена тенденція збільшення водопоглинальної здатності борошна зі збільшенням його дисперсності [7]. Більш висока водопоглинальна здатність дрібнішого борошна пояснюється тим, що у дрібних частинок більша питома поверхня в одиниці ваги борошна і тому адсорбційно може бути пов'язана більша кількість води. Процеси набухання дрібніших частинок борошна проходять так само значно швидше [2].

Рядом авторів зазначається, що хліб кращої якості виходить із борошна з оптимальною крупністю частинок [7]. Крім того, дисперсність борошна має бути пов'язана з його призначенням. Однак, необхідно відзначити, що до теперішнього часу фактично не встановлено оптимальну дисперсність борошна для виробництва хліба найкращої якості, що пов'язано як з різноманітністю методів, що використовуються для оцінки дисперсності борошна, так і з самим підходом до оцінки оптимальної дисперсності.

За даними Ауермана Л.Я., для приготування основних сортів хліба недоцільно використовувати занадто крупне борошно або надмірно подрібнене борошно. Надмірно крупне борошно дає хліб недостатнього об'єму з грубою товстостінною пористістю м'якуша та блідозабарвленою кіркою. Занадто

подрібнене борошно дає хліб зниженого об'єму з інтенсивно забарвленою кіркою; Подовий хліб із надмірно дрібного борошна може бути розпливчастим [2].

Дослідження впливу ступеня подрібнення борошна на його хлібопекарські властивості показало, що підвищення дисперсності борошна до певних меж покращувало якість хліба [34]. Так, збільшувався ваговий та об'ємний вихід хліба, покращувалися пористість та еластичність м'якуша, кірка хліба з блідої переходила в добре забарвлену коричневу, збільшувалася пористість хліба. Однак при сильному подрібненні борошна знижувався об'ємний вихід хліба та якість м'якуші. Оптимальний ступінь подрібнення борошна відповідав 35 % пошкоджених крохмальних гранул. Автор пояснює подібні зміни якості хліба з борошна різного ступеня подрібнення змінами під час подрібнення структурних властивостей крохмальних зерен та білкового комплексу.

Калюжна А.М. досліджувала хлібопекарські властивості борошна лабораторних помелів різної крупності по зольності відповідній борошну вищого, першого та другого сортів [42]. Згідно з отриманими їй даними, дисперсність борошна вищого гатунку, отриманого проходом через сито № 32, № 38, № 43 і № 52, не суттєво впливала на фізичні властивості тіста та показники якості хліба. Також нею було виявлено поліпшення хлібопекарських властивостей борошна другого гатунку, отриманого проходом через сита № 32 та № 38 порівняно з борошном, отриманим проходом через сита № 25 та № 27, яке виражалось у збільшенні об'ємного виходу хліба, його пористості.

Також було показано, що надмірне подрібнення борошна у вібромліні негативно впливає на хлібопекарські властивості борошна, що призводить до різкого погіршення якості хліба, який виходить дуже темним і характеризується низьким об'ємом [13].

1.2.3 Дисперсність та якість фракцій пшеничного борошна

Вивченню фракційного складу пшеничного борошна присвячено значну кількість досліджень [9, 15, 16, 17].

За даними [2] пшеничне борошно складається з наступних фракцій:

- частинки борошна менше 10 мкм являють собою дрібні зерна крохмалю та пластинки білка;
- частинки розміром від 10 до 30 мкм – це комплекси дрібних крохмальних зерен, великі зерна крохмалю та пластинки білка;
- частинки розміром 30 – 50 мкм являють собою великі зерна крохмалю та уламки клітинних стінок;
- частинки розміром 50 – 100 мкм – це великі та дрібні клітини ендосперму;
- частинки розміром від 100 до 150 мкм є окремими клітинами ендосперму, комплексами двох і більше клітин, вільними оболонками клітин або оболонок, з'єднаних крохмалем або білком;
- частинки розміром 150 – 250 мкм – це окремі великі клітини ендосперму та комплекси клітин;
- частинки розміром понад 250 мкм є сукупністю клітин ендосперму.

За даними [3] в пшеничному борошні близько 4 % частинок мають розмір менше 14 мкм і являють собою дрібні зерна крохмалю, частинки білкової підкладки та уламки клітин ендосперму; приблизно 36 % становлять частинки розміром 1,7 – 2 мкм, що є середніми і великими зернами крохмалю; близько 43 % частинок характеризуються розміром більше 35 мкм і є великими зернами крохмалю, що звільнилися від білкової підкладки і окремі неруйновані клітини ендосперму розміром до 250 мкм [2]. За даними [3] фракція частинок борошна розміром до 17 мкм – високобілкова фракція, з розмірами частинок від 17 до 35 мкм – низькобілкова фракція, фракція з розмірами частинок більше 35 мкм містить таку ж кількість білка, як і вихідне борошно.

Ситовий аналіз готової продукції ряду борошномельних заводів показав, що найбільші відмінності спостерігаються за вмістом фракцій частинок розмірів менше 40 мкм та більше 100 мкм [18].

Вченими виявлено, що найнижчий вміст білка та клейковини спостерігається у проходовій фракції сита № 002 у порівнянні з вихідним борошном та іншими фракціями набору сит № 01-002, що пояснюється

підвищеним вмістом вільних крохмальних гранул у цій фракції. При виділенні з борошна, отриманого при помелі твердозерної пшениці, фракції з розмірами частинок менше 20 мкм встановлено, що ця фракція характеризується максимальним ступенем пошкодження крохмальних гранул [24].

Максимальна кількість клейковини посідає в сходовій фракції сита № 004, основна маса частинок якої представлена дрібними клітинами ендосперму з широкими прошарками білка [21].

Мікроскопічні дослідження показали, що проходова фракція сита № 004 складається з маси вільних гранул крохмалю, розмірами від 15 до 35 мкм та фрагментів проміжного білка з розмірами частинок 1 – 12 мкм [18].

З підвищенням дисперсності фракцій борошна зростає амілолітична активність, що характеризується числом падіння [17]. Рядом авторів відзначена також тенденція збільшення зольності на 0,03 – 0,1 % дрібних фракцій, виділених ситами № 0056-002, порівняно із зольністю вихідного борошна при одночасному зниженні показника білизни.

Фракціонування борошна 70 %-ого виходу, отриманого на вальцевому верстаті, за допомогою пневмакласифікатора і на ситах показало, що фракція борошна з розмірами частинок до 7 мкм містила 22 % білка, в той час як фракція з розмірами частинок 11 – 25 мкм тільки 6,5% білка [44].

Вченими встановлено, що фракціонування односортного 95 % виходу борошна на різні класи крупності, показало, що при зменшенні крупності фракцій спостерігається зниження зольності. Так, максимальною зольністю – 2,66 % характеризувалася фракція, отримана сходом із сита № 27, мінімальною зольністю – 0,97 %, дрібна фракція, отримана проходом через сито № 38 [31].

Вченими [44] було проведено дослідження якості та хлібопекарських властивостей фракцій борошна, отриманих при фракціонуванні вищого гатунку борошна на ситах № 43 (розмір отворів 140 мкм) № 52/60 (розмір отворів 118 мкм) № 56 (розмір отворів 56 мкм). Згідно з отриманими результатами, у міру зменшення крупності борошна, було відзначено зниження зольності і зростання білизни борошна. Фракція, отримана сходом сита № 56, мала кращі

хлібопекарські властивості і вигідно відрізнялася від вихідного борошна. Найдрібніша фракція показала невисокі хлібопекарські властивості. Так, питомий об'єм хліба з четвертої фракції борошна становив $397+524 \text{ см}^3$, формостійкість за показником H/D становила $0,19 + 0,38$, тоді як питомий об'єм хліба зі сходової фракції сита № 56 становив $465 + 569 \text{ см}^3$, А формостійкість – $0,30 + 0,54$.

Вченими [27] була проведена пробна випічка з борошна першого гатунку з питомою поверхнею $1900 \text{ см}^2/\text{г}$ і трьох його фракцій, отриманих на пневмокласифікаторі. Велика фракція характеризувалася питомою поверхнею – $1800 \text{ см}^2/\text{г}$, середня фракція мала питому поверхню – $2800 \text{ см}^2/\text{г}$, дрібна фракція – $4300 \text{ см}^2/\text{г}$. Згідно з отриманими ними даними, хліб із великої фракції борошна характеризувався найбільшими значеннями питомого об'єму та пористості. Авторами зазначено, що велика фракція борошна за хлібопекарською гідністю перевершувала вихідне борошно. Зі збільшенням дисперсності борошна спостерігалось погіршення його хлібопекарських властивостей. З дрібної фракції борошна було отримано хліб із низьким об'ємним виходом, з горбистою кіркою, із щільним м'якушем синювато-сірого кольору.

Висновки до розділу

Аналіз робіт вітчизняних та зарубіжних дослідників показав, що:

- дотепер у значенні термінів, що застосовуються для характеристики дисперсності порошкоподібних матеріалів, спостерігаються значні розбіжності;
- показники якості та виходу борошна значною мірою обумовлюються структурно-механічними властивостями зерна;
- спосіб подрібнення, геометричні та кінематичні параметри подрібнювальних машин, питомі навантаження на обладнання істотно впливають на результати подрібнення та якість одержуваного борошна;
- спостерігається істотна варіація значень характеристик дисперсності борошна за тим самим показником у різних дослідників;

- дисперсність пшеничного борошна перебуває у тісному взаємозв'язку з низкою показників його якості та хлібопекарськими властивостями;

- рядом авторів зазначено, що для виробництва хліба кращої якості має перевагу борошно з оптимальною дисперсністю, проте, фактично до цього часу її величина не встановлена, що пов'язано, як з різноманітністю методів, що використовуються для оцінки дисперсності борошна, так і з самим підходом до оцінки оптимальних значень;

- фракціонування пшеничного борошна по крупності на ситах, а також пневмокласифікація борошна дозволяють отримати ряд фракцій, що істотно відрізняються один від одного за якістю та хімічним складом.

Аналіз науково-технічної інформації, наведений у огляді літератури, дозволив визначити такі цілі та завдання дослідження:

Метою даної роботи є дослідження впливу дисперсності та гранулометричного складу на якість пшеничного хлібопекарського борошна.

Для реалізації поставленої мети було визначено такі завдання:

- виявити закономірності розподілу частинок борошна за розмірами;
- виявити вплив технології помелу зерна пшениці на якість, дисперсність та гранулометричний склад борошна;
- дослідити якість, дисперсність та гранулометричний склад борошна;
- дослідити вплив твердозерності на дисперсність та гранулометричний склад борошна;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Самріз»;
- виконати розрахунок витрат на проведення експериментальних досліджень.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились у лабораторіях кафедр технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету та в умовах приватного підприємства «Самріз» міста Дніпро.

2.1 Матеріали дослідження

При проведенні досліджень використовувалися такі сировина та матеріали:

- проби борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку, виробленого на ПП «Самріз»;
- зразки зерна пшениці, відібрані на ПП «Самріз», що є компонентами помольних партій, з яких було вироблено відібране борошно вищого гатунку;
- проби борошна, вироблені при лабораторних помелах на млинах МЛУ-2, з вищезгаданих помольних сумішей;
- проби борошна, вироблені із зерна м'якої сортової твердозерної та м'якозерної пшениці.

Схема проведення дослідження подано на рисунку 2.1.

2.2 Аналіз показників якості зерна та борошна

Технічний аналіз зерна проводився згідно з ГОСТ 10839-64 «Зерно. Методи визначення показників якості».

Натура зерна визначалася за ГОСТ 10840-64, склоподібність – за ГОСТ 10987-76, кількість та якість клейковини – за ГОСТ 13586.1-68, вміст смітної та зернової домішок, дрібних зерен та крупності – за ГОСТ 30483-97, вологість – за ГОСТ 13586.5-93.

Білизну борошна визначали за ГОСТ 26361-84 на приладі РЗ-БПЛ-Ц, вологість – за ГОСТ 9404-88, кількість та якість клейковини – за ГОСТ 27839-88,

число падіння – за ГОСТ 27676-88, вміст білка – за ГОСТ 10 -91. Колір борошна, запах, смак визначали за ГОСТ 27558-87.



Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

Дисперсність борошна оцінювалася за результатами ситового аналізу, мікроскопічного аналізу та за величиною питомої поверхні. Крупність борошна визначалася за ГОСТ 27560-87. Мікроскопічний аналіз проводився на гранулометричному вимірювальному пристрої ГІУ-1. Питому поверхню борошна визначали на приладі ПСХ-4.

2.3 Лабораторні помели

Підготовку зерна до помелу та його розмелювання здійснювали за загальноприйнятою методикою.

Очищення збіжжя від домішок проводили на лабораторному сепараторі. Холодне кондиціювання здійснювали зволоженням зерна до певної вологості з подальшим його відволожуванням. Зволоження зерна проводили залежно від типу

зерна та загальної склоподібності згідно з «Правилами організації та ведення технологічного процесу на борошномельних заводах». Кількість води необхідної для зволоження обчислювали за формулою:

$$Q = G \cdot \frac{W_k - W_h}{100 - W_k}, \quad (2.1)$$

де Q – маса води, необхідна для зволоження, г;

G – маса зерна, г;

W_k – вологість кінцева, %;

W_h – вологість початкова, %.

Лабораторні помели проводилися на млині МЛУ-2 Buhler. Цей млин призначений для отримання односортного борошна 68 – 70 % виходу. Він має три драні і три розмельні системи. Кожна пара валків млина розділена на три секції. Валки драних систем – нарізні, спинка по спинці, що обертаються, валки розмельних систем мають гладку поверхню. Величини зазорів при помелі зерна пшениці складають для драної системи – 0,50 мм, для II драної системи – 0,30 мм, для III драної системи – 0,10 мм; для 1 розмельної системи – 0,07 мм, для 2 розмельної системи – 0,05 мм, для 3 розмельної системи – 0,03 мм. Млин має два розсійника з металевими та тканинними ситами. Подача продуктів – пневматична. Схема лабораторного млина на МЛУ-2 представлена на рисунку 2.2. В результаті розмелювання зерна одержують шість потоків борошна і два потоки висівок (схід з драних і розмельних систем).

Розрахунок виходу борошна за системами, загального виходу борошна та висівок (у % на готову продукцію) проводили за формулою:

$$B = \frac{m_i}{\sum (m_{\sigma} + m_{\text{вус}})} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де B – вихід борошна або висівок, %;

m_i – маса борошна по системах, загальна або висівок, г;

m_o – маса борошна з усіх систем, г;

$m_{вис}$ – маса висівок з драних та розмелювальних систем, г.

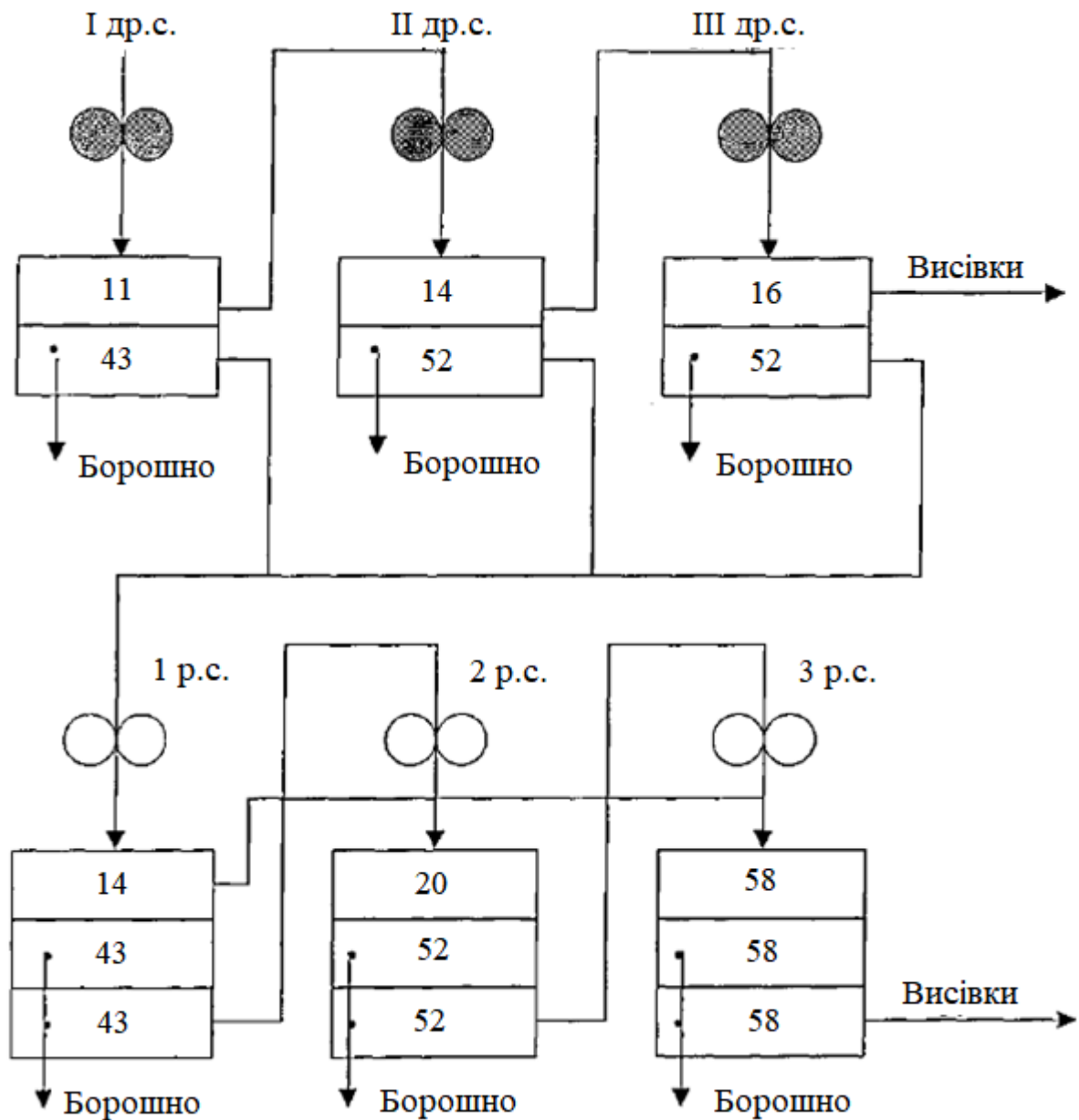


Рисунок 2.2 – Технологічна схема лабораторного помела на млині МЛЮ-2

Сортове борошно, що було отримане аналізувалося за такими показниками якості: білизна, крупність, вологість, кількість та якість клейковини.

2.4 Визначення питомої поверхні борошна на приладі ПСХ-4

Прилад ПСХ-4 призначений для визначення товщини помелу порошкоподібних матеріалів за величиною питомої поверхні, пов'язаної із середнім розміром частинок матеріалу наступним співвідношенням:

$$D = \frac{60000}{S \cdot \rho}, \quad (2.3)$$

де S – питома поверхня, $\text{см}^2/\text{г}$;

D – середній розмір часток, мкм ;

ρ – питома вага, $\text{г}/\text{см}^3$.

Визначення питомої поверхні порошкоподібних матеріалів на приладі ПСХ-4 засноване на рівнянні Козені-Кармена, яке встановлює залежність між дисперсністю частинок, пористістю шару та його проникністю.

Прилад ПСХ-4 (рис. 2.3) складається з кювети, плунжера, скляного рідинного манометра, гумової груші та трубок з'єднувальних з краном. Кювета призначена для укладання в ній шару порошкоподібного матеріалу, у тому числі борошна. Вона є металевою камерою, перегородженою на певній висоті диском з висвердленими в ньому отворами. Частина камери, відмежована диском та дном кювети, за допомогою штуцера та гнучкої гумової трубки приєднана до рідинного манометра. На зовнішній поверхні кювети нанесено міліметрову шкалу.

Плунжер, за допомогою якого відбувається ущільнення шару матеріалу в кюветі, виконаний у вигляді циліндра з упорним диском. У тілі плунжера просвердлений канал та отвори для проходження повітря.

Циліндр підігнаний до кювети з просвітом 0,15 мм. До вирізу упорного диска прикріплено планку з конусом, яка зі шкалою на зовнішній поверхні кювети дозволяє виміряти товщину шару випробуваного матеріалу.

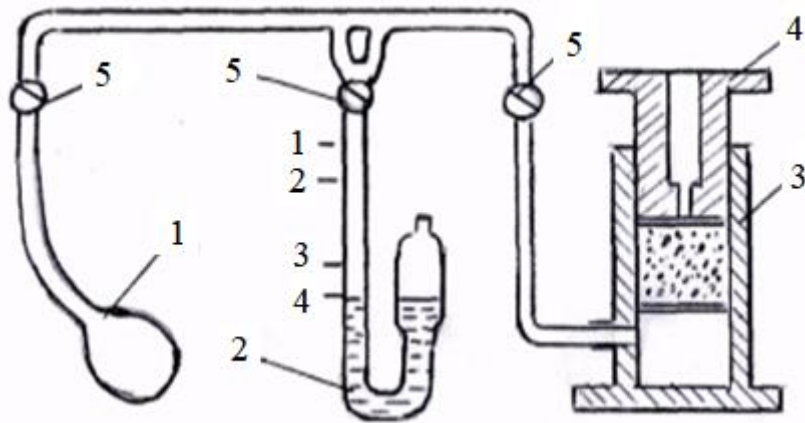


Рисунок 2.3 – Схема приладу ПСХ-4

1 – гумова груша; 2 – манометр; 3 – кювета; 4 – плунжер; 5 – кран.

Для створення розрідження під шаром матеріалу використовується гумова груша з клапанами.

Манометр призначений для визначення тиску повітря під шаром випробуваного матеріалу та у поєднанні з секундоміром використовується для визначення повітропроникності шару випробуваного матеріалу. Прилад має скляний манометр довжиною 300 мм, заповнений водою.

Наважка борошна для всіх проб береться та сама — 4,66 г. Її величина обчислюється за такою формулою:

$$P = 3,33 \cdot \rho, \quad (2.4)$$

де ρ – щільність борошна (1,4 г/см).

Наважку борошна висипають у кювету, куди попередньо укладають кружальце фільтрувального паперу, вирізане за внутрішнім діаметром кювети. Легким постукуванням розрівнюють шар борошна, покривають зверху другим кружечком фільтрувального паперу, після чого вставляють у кювету плунжер і, натискаючи на нього рукою, ущільнюють борошно.

Вимірюють висоту шару матеріалу. Відзначивши висоту шару борошна, плунжер прибирають, відкривають кран, за допомогою гумової груші, з'єднаної

гумовою трубкою з нижньою частиною кювети і манометром, рідину піднімають в манометрі до рівня верхньої його колбочки для того, щоб створити під шаром борошна розрідження. Потім кран закривають. У міру проходження повітря через шар борошна стовп рідини в манометрі опускається. За секундоміром вимірюють час проходження стовпа рідини в манометрі між рисками 3 – 4. Швидкість падіння стовпа рідини залежить від повітропроникності даної проби.

Знаючи висоту шару спресованого борошна, час проходження стовпа рідини між рисками розраховують величину питомої поверхні борошна за формулою:

$$S = K \cdot \frac{M \cdot \sqrt{T}}{P}, \quad (2.5)$$

де K – стала приладу;

M – величина, що визначається за таблицею в залежності від товщини шару та температури повітря;

T – час проходження стовпа рідини між поділками в манометрі;

P – маса наважки борошна, г.

Визначення величини питомої поверхні виконували в двох повторностях. Розбіжність між показниками при паралельними контрольними визначеннями має становити ± 2 % .

2.5 Випічка хліба та оцінка його якості

Для визначення хлібопекарських властивостей борошна використовувався метод пробної лабораторної випічки за ГОСТ 27669-88.

Випечений хліб аналізували через 16 – 18 годин після випікання за такими показниками: об'єм за ГОСТ 27669-88, питомий об'єм і формостійкість за методикою, наведеною в посібнику [13], пористість м'якуша визначали за ГОСТ

5669-96, вологість за ГОСТ 21094-75 , кислотність за ГОСТ 5670-96, загальну та пластичну деформацію м'якуша визначали на структурометрі СТ-1.

Органолептичну оцінку хліба проводили за ГОСТ 27669-88 за такими показниками: правильність форми формового хліба, забарвлення кірки, стан поверхні кірки, колір м'якуша, структуру пористості, структурно-механічні властивості м'якуша, аромат і смак хліба, розжовування м'якішу.

Комплексну оцінку якості випеченого хліба здійснювали за методикою 100-бальної оцінки [13], яка комплексно відображає найважливіші показники якості пшеничного хліба та враховує вагомість кожного показника. Оцінку кожного показника проводили за п'ятибальною шкалою, кожен бал якої виражає певний рівень якості. Якість хліба оцінювалося як сума балів.

Висновки до розділу

В розглянутому розділі дипломної роботи було охарактеризовано матеріали та методи проведення досліджень, приведено загальну схему проведення досліджень та також розглянуто дослідне устаткування, що було використане в ході проведення експериментальних досліджень.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Одним із показників структурно-механічних властивостей зерна є твердозерність, яка характеризує особливості мікроструктури ендосперму. Пшеницю за цим показником поділяють на твердозерну та м'якозерну. У твердозерної пшениці крохмальні гранули досить щільно зцементовані білковими прошарками, у той час як у м'якозерної крохмальні гранули слабо пов'язані з білковими матрицями. Ці особливості зумовлюють відмінності в побудові і веденні технологічного процесу переробки зерна з різною твердозерністю і істотно впливають, як на борошномельні властивості зерна, так і на якість борошна.

Метою проведеного дослідження стало вивчення впливу твердозерності зерна пшениці на дисперсність та гранулометричний склад борошна.

3.1 Оцінка якості борошна із пшениці різної твердозерності

У ході дослідження було проведено технічний аналіз якості проб борошна, виробленого з твердозерних та м'якозерних сортів пшениці. Результати аналізу представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Якість борошна, виробленого із зерна різної твердозерності

Проба борошна	Показники якості борошна					
	Білизна, од. приладу РЗ-БПЛ-Ц	Клейковина		ЧП, с	Білок на а.с.р., %	ВПЗ, %
		кількість, %	кількість, од. приладу. ІДК			
Борошно з твердозерної пшениці	55	33	65	493	14,07	63,8
Борошно з м'якозерної пшениці	69	32	85	259	14,00	60,1

З таблиці 3.1 видно, що проба борошна мали високі значення показника білизни, в основному, що перевищують обмежувальні норми для борошна вищого сорту. При цьому білизна борошна з м'якозерної пшениці суттєво перевищувала значення цього показника у борошна із твердозерної пшениці.

Практично всі проби борошна характеризувалися високим вмістом сирової клейковини гарної якості. Так, проба борошна із твердозерної пшениці містила близько 33 % клейковини, проба борошна із м'якозерної пшениці – 32 %.

Вміст білка у вивчених пробах коливався на рівні 14 % в обох зразках. Вміст білка в пробах борошна з пшениці твердозерних сортів був дещо вищим порівняно з пробами борошна з м'якозерних сортів.

Між вмістом сирової клейковини та вмістом білка у вивчених пробах було виявлено взаємозв'язок: коефіцієнт кореляції склав $r = 0,903$.

Борошно з твердозерної пшениці мало низьку амілолітичну активність, що підтверджують високі значення показника «числа падіння» (ЧП). Борошно з м'якозерної пшениці характеризувалося меншими значеннями цього показника.

Згідно з отриманими даними, проба борошна з м'якозерних сортів пшениці мала меншу водопоглинальну здатність (ВПЗ) порівняно з пробою борошна з твердозерних сортів.

Таким чином, усі вивчені проби борошна, вироблені із зерна пшениці різної твердозерності, характеризувалися досить високими якісними показниками. Однак, у більшості проб борошна була виявлена низька амілолітична активність, яка може надавати негативний вплив на вихід і якість хліба.

3.2 Дисперсність та гранулометричний склад борошна з пшениці різної твердозерності

Одним із методів оцінки твердозерності пшениці є визначення питомої поверхні шроту або борошна. У ряді досліджень були виявлені значні відмінності твердозерних і м'якозерних сортів пшениці за цим показником [23]

Визначення питомої поверхні у проб борошна, отриманого із зерна пшениці різної твердозерності, також показало наявність істотних відмінностей за величиною цього показника. Так, проба борошна, отримані при помелі твердозерної пшениці, мали питому поверхню 1842 см²/г. Величина питомої поверхні для проби борошна з пшениці м'якозерної значно перевищувала це значення і становила 3452 см²/г.

Таким чином, згідно з отриманими даними, питома поверхня борошна з м'якозерної пшениці приблизно в півтора рази перевищувала питому поверхню борошна з пшениці твердозерної.

Ситовий аналіз проб борошна, виробленого із зерна різної твердозерності, було проведено на ситах № 43 (розмір отворів сита 140 мкм) та № 0056 (розмір отворів сита 56 мкм). Використання сита № 43 для проведення ситового аналізу було зумовлено застосуванням даного сита контролю великої борошна вищого гатунку за ГОСТ 26574-85. Використання сита № 0056 у ситовому аналізі було необхідним для виділення дрібної фракції частинок, вміст яких у борошні із зерна твердозерних та м'якозерних сортів пшениці, згідно з численними дослідницькими даними [24], суттєво різниться. Застосування сита з меншими розмірами отворів було недоцільним через агрегацію дрібних частинок. Результати ситового аналізу представлені у таблиці 3.2.

З наведених у таблиці 3.2 даних видно, що залишок на ситі № 43 у пробі борошна з твердозерної пшениці перевищував обмежувальні норми крупності для борошна вищого гатунку за ГОСТ 26574-85 «Борошно пшеничне хлібопекарське. Технічні умови». Залишок на цьому ситі у проби борошна з м'якозерної пшениці дещо нижчий. Однак, відмінності за величиною сходу сита № 43 між борошном з пшениці різної твердозерності були невеликі і становили приблизно 1,5 %, що не перевищує похибки ситового методу аналізу.

Чітко виражені відмінності у вмісті прохідової фракції сита з розміром отворів 56 мкм для борошна із зерна різної твердозерності. Так, діапазон зміни величини проходу сита № 0056 для борошна з твердозерних сортів становив 38,0

%, з борошна м'якозерних сортів його величина суттєво вища і становила – 65,5 %.

Таблиця 3.2 – Результати ситового аналізу борошна, отриманого із зерна різної твердозерності

Проба борошна	Залишок на ситі, %		Прохід сита № 0056, %
	№ 43	№ 0056	
Борошно із твердозерної пшениці	7,7	54,3	38,0
Борошно з м'якозерної пшениці	3,0	31,5	65,5

Таким чином, проведений ситовий аналіз показав відсутність суттєвих відмінностей у величинах сходових фракцій сита № 43 для борошна, отриманого із зерна різної твердозерності, і виявив значні відмінності у виході дрібної фракції, отриманої проходом сита № 0056.

Дисперсність та гранулометричний склад проб борошна із зерна різної твердозерності визначали на ГІУ-1. В результаті проведеного дослідження було отримано середньозважені значення розмірів частинок, витягнутості, гладкості (таблиця 3.3), стандартні статистичні коефіцієнти, а також дані про розподіл частинок борошна за розмірами, витягнутістю і гладкістю.

Таблиця 3.3 – Характеристики розміру та форми частинок борошна із зерна різної твердозерності

Проба борошна	$X_{\text{сер.зв.}}$, мм	СКВ, мм	$V_{\text{сер.зв.}}$	СКВ, мм	$G_{\text{сер.зв.}}$	СКВ, мм
Борошно із твердозерної пшениці	0,1081	0,0418	1,73	0,5464	2,28	0,6854
Борошно із твердозерної пшениці	0,0798	0,0394	1,73	0,5048	2,46	0,9706

Проведені дослідження показали, що борошно, отримане із зерна пшениці різної твердозерності, мало суттєві відмінності за величиною $X_{\text{сер.зв.}}$. Так, середньозважений розмір частинок борошна із твердозерних сортів лежав у

діапазоні від 0,1036 до 0,1138 мм, з м'ягозерних сортів – у діапазоні від 0,0798 до 0,0872 мм. Відмінності за середньозваженим розміром мали статистично значущий характер, що підтверджують значення середнього квадратичного відхилення серії експериментів (0,0004 – 0,0007).

Дослідження взаємозв'язку між даними ситового аналізу та методу телевізійної мікроскопії виявило високу кореляцію між середньозваженими розмірами частинок борошна, вмістом сходової та проходової фракції сита № 0056. Так, коефіцієнт кореляції між $X_{\text{ср.зв.}}$ і величиною сходу сита № 056 становив $r = 0,966$, між $X_{\text{ср.зв.}}$ та величиною проходу сита №0056 – $r = -0,967$.

Взаємозв'язок між $X_{\text{ср.зв.}}$ та залишком сита №43 був менш виражений та характеризувався коефіцієнтом кореляції $r = 0,582$.

Було також виявлено тісний взаємозв'язок між величиною проходу сита № 0056 і сумарним виходом фракцій частинок розміром до 0,0550 мм за даними мікроскопічного аналізу: у розподілах за об'ємом коефіцієнт кореляції між цими величинами склав $r = 0,958$, у розподілах за кількістю частинок – $r = 0,937$.

Таким чином, отримані результати дають підставу вважати, що для більш точної оцінки крупності борошна вищого ґатунку, що проводиться за допомогою ситового аналізу, необхідно використовувати сито з меншим отвором, ніж у сита № 43.

Величина стандартного відхилення середнього значення серії для отриманих розподілів частинок витягнутості і гладкості в залежності від об'єму не перевищувала 0,01 і коливалася в діапазоні від 0,007 до 0,014.

Згідно з експериментальними даними, наведеними в таблиці 3.3, борошно із пшениці твердозерних сортів мало більш витягнуті частинки, ніж борошно з м'ягозерних сортів. Аналіз розподілів частинок борошна по витягнутості показав, що у борошні з твердозерних сортів 8 – 10 % частинок мають форму, близьку до правильної, 30 – 35 % часток сильно витягнуті. У борошні з м'якозерних сортів вміст першої фракції становить 11 – 12 %, вміст другої фракції – 24 – 29 %.

Проведені дослідження не виявили суттєвих відмінностей за величиною гладкості у зразків борошна, отриманого при помелі твердозерної та м'язозерної пшениці.

Узагальнення отриманих даних дозволяє зробити висновок, що застосування методу телевізійної мікроскопії для визначення дисперсності борошна дає можливість виявити суттєві відмінності у розмірній характеристиці частинок борошна, отриманої при помелі твердозерних і м'язозерних сортів пшениці. Використання вимірювального пристрою ГІУ-1 дозволило також виявити відмінності і у формі частинок борошна із зерна різної твердозерності, які проявилися у величині показника витягнутості.

Відмінності за величиною $X_{\text{сер.зв}}$ є наслідком неоднакового гранулометричного складу вивчених проб борошна. Тому для виявлення та оцінки відмінностей у гранулометричному складі проб борошна, отриманого із зерна різної твердозерності, необхідно розглянути графіки функцій розподілу частинок борошна за розмірами, що наведені на рисунках 3 – 117.

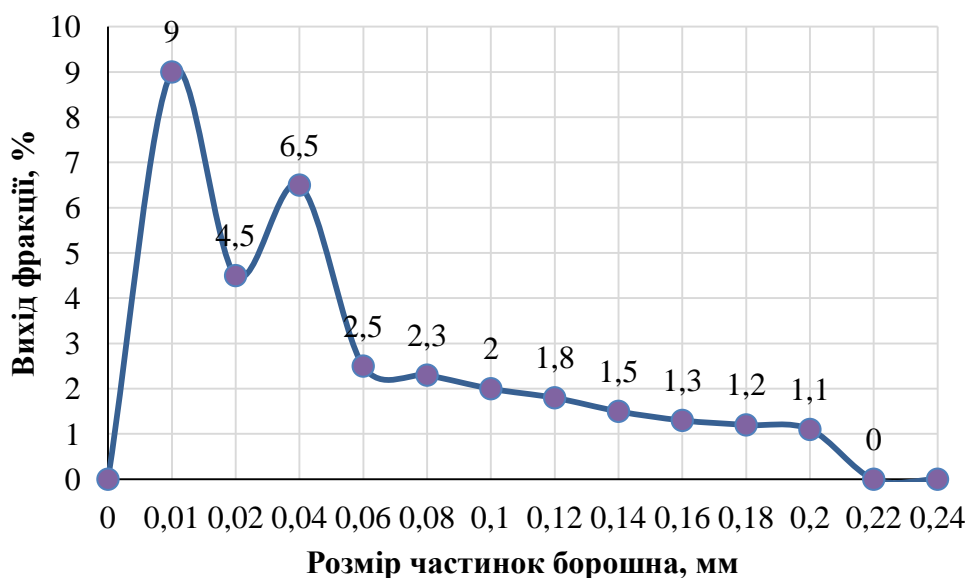


Рисунок 3.1 – Розподіл часток борошна за розміром (% від кількості часток) з сортів твердозерної пшениці

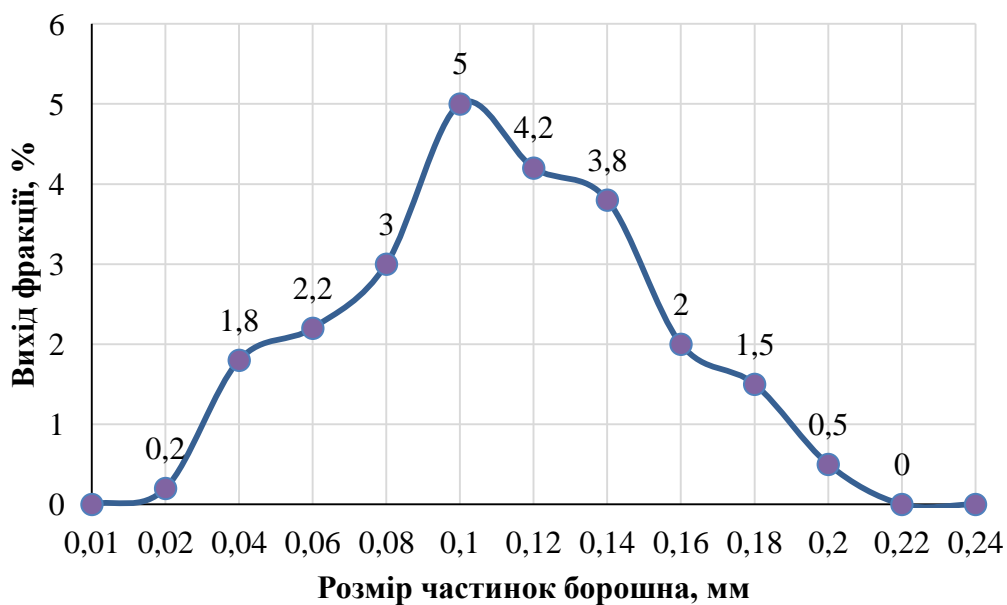


Рисунок 3.2 – Розподіл часток борошна за розміром (% від об'єму) з сортів твердозерної пшениці

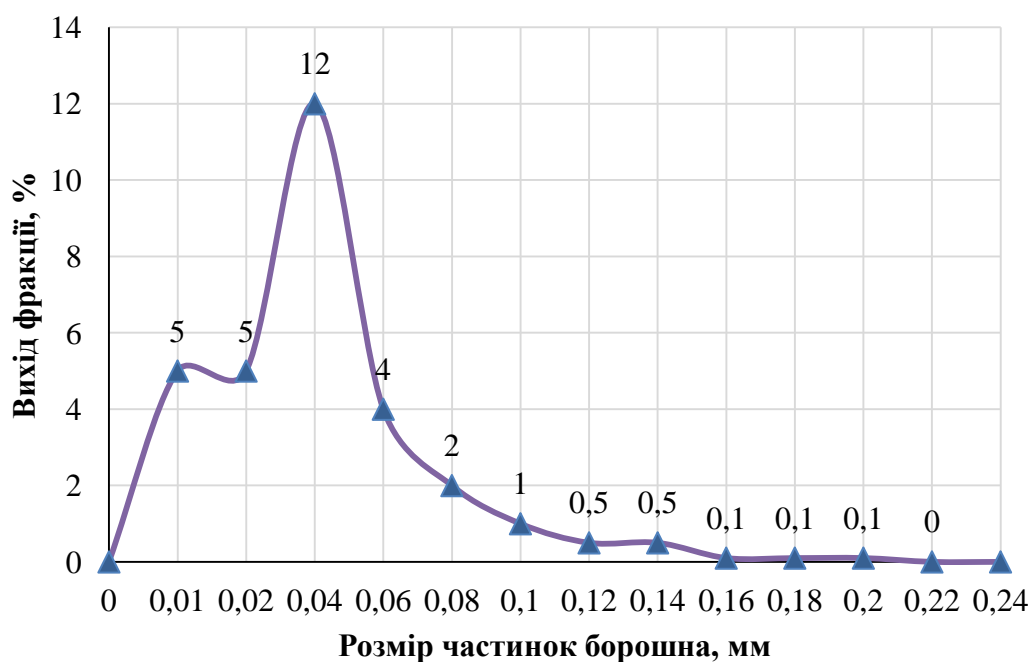


Рисунок 3.3 – Розподіл часток борошна за розміром (% від кількості часток) з сортів м'якозерної пшениці

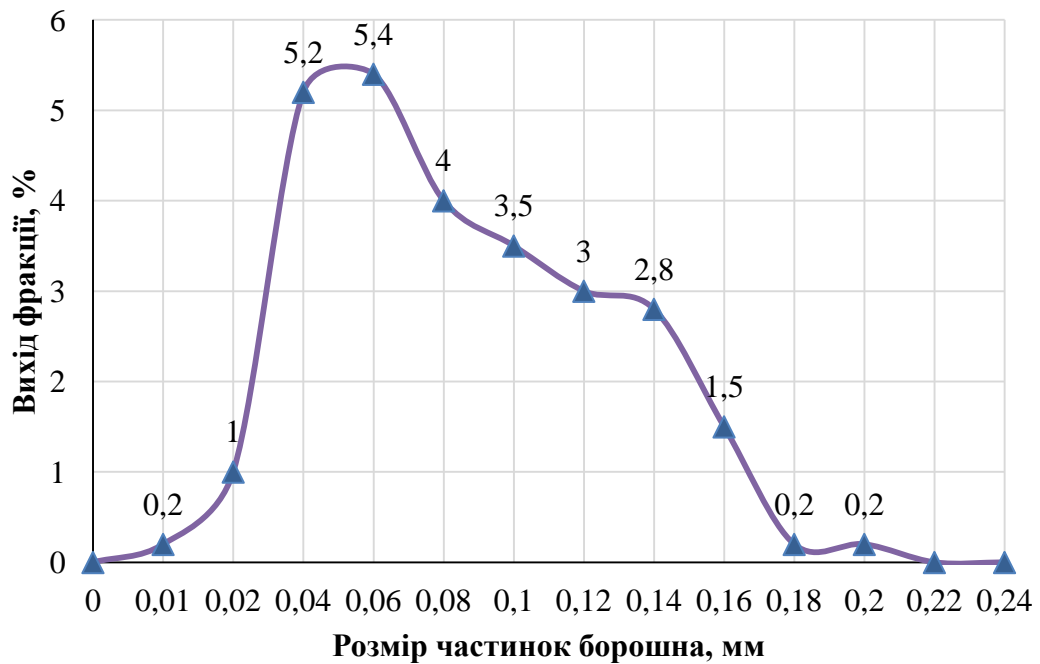


Рисунок 3.4 – Розподіл часток борошна за розміром (% від об'єму) з сортів м'якозерної пшениці

Як видно з представлених рисунків всі графіки розподілів частинок борошна за розмірами в залежності від числа частинок характеризуються наявністю двох піків. Перший пік відповідає розмірам частинок 0,0050 мм і містить у борошна із твердозерних сортів 8,0 – 9,1 %, у борошна із м'якозерних сортів – 5,4 – 7,8 % частинок такого розміру. Другий пік має своє максимальне значення в діапазоні від 0,0300 до 0,0350 мм. Вихід цієї фракції для борошна із твердозерної пшениці становить 6,8 – 7,6 %, для борошна із м'якозерної пшениці – 9,1 – 12,1 %.

На рисунках представлені графіки функцій розподілу частинок за розмірами залежно від об'єму. Максимум графіків функцій розподілів у проб борошна з твердозерної пшениці лежить в діапазоні від 0,1000 до 0,1300 мм, у проб борошна з м'якозерної пшениці він суттєво зрушений у бік дрібніших частинок і знаходиться в діапазоні від 0,0500 до 0,0900 мм.. Вихід частинок цієї фракції становить від 46 до 55 %.

У таблиці 3.4 наведено гранулометричний склад борошна із твердозерних та м'якозерних сортів пшениці. Величина виходу кожного із класів крупності частинок борошна представлена у відсотках залежно від об'єму.

Згідно з отриманими даними, вихід окремих фракцій крупності частинок борошна з твердозерної та м'якозерної пшениці змінюється досить суттєво. Так, за даними мікроскопічного аналізу, борошно з твердозерної пшениці містить 5,5 – 6,9 % частинок величиною менше 0,0040 мм, що приблизно в 2,5 рази менше, ніж у борошна з м'якозерної пшениці, у якій вихід цієї фракції становить 12,0 – 18,3 %. Також виявлено значні відмінності у сумарному виході частинок розміром понад 0,1000 мм. Для борошна із твердозерних сортів він становить 56,8 – 64,1 %, для борошна із м'якозерних сортів – 34,3 – 39,3 %.

Таблиця 3.4 – Розподіл часток за розміром в борошні, отриманому із зерна різної твердозерності

Сорти пшениці	Діапазон виходу (%) фракцій частинок розміром, мм											
	0 – 0,0020	0,0020 – 0,0040	0,0040 – 0,0060	0,0060 – 0,0080	0,0080 – 0,1000	0,1000 – 0,1200	0,1200 – 0,1400	0,1400 – 0,1600	0,1600 – 0,1800	0,1800 – 0,2000	0,2000 – 0,2200	0,2200 – 0,2400
Твердозерні	0,5 – 1,0	5,1 6,1	8,4 11,1	11,1 14,4	14,5 16,5	15,4 18,4	13,9 16,7	10,2 13,2	6,2 9,7	2,2 5,2	0,3 2,6	0,0 0,9
М'якозерні	0,8 1,4	11,0 17,0	15,8 20,6	16,6 18,8	13,3 20,6	12,2 17,2	9,6 11,7	4,1 6,3	0,5 3,4	0,0 1,6	0,0	0,0

Таким чином, отримані дані підтвердили значні відмінності в гранулометричному складі борошна із зерна різної твердозерності. Крім того, дозволили встановити, що за об'ємом в борошні з твердозерних сортів пшениці

максимальний вихід частинок представлений фракцією з розміром частинок 0,1000 – 0,1300 мм, в борошні з м'якозерних сортів – фракцією з розміром частинок 0,0500 – 0,0900 мм. .

Наочно виявлені відмінності в гранулометричному складі борошна з пшениці різної твердозерності ілюструють інтегральні криві розподілів частинок борошна за розмірами в залежності від об'єму, представлені на рисунку 3.5.

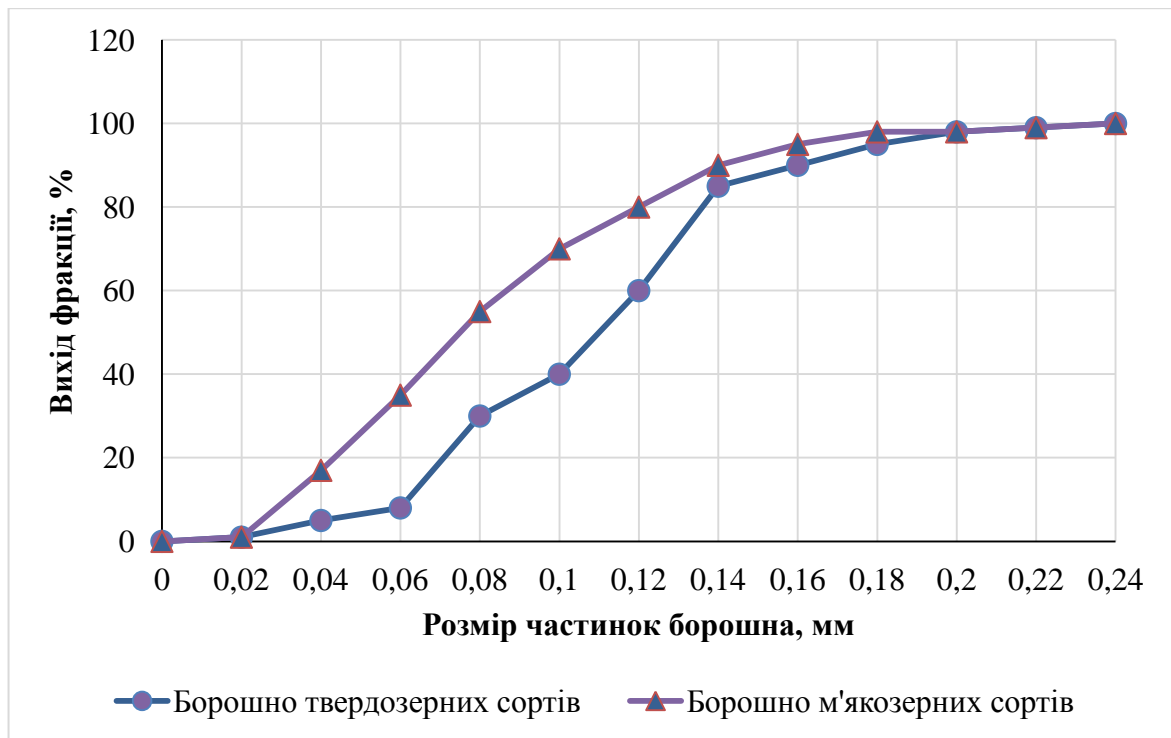


Рисунок 3.5 – Інтегральні криві гранулометричного складу розподілів частинок борошна за розмірами залежно від об'єму

З рисунку 3.5 видно, що у проб борошна з твердозерних сортів приблизно 50 % частинок мають розмір менше 0,1150 – 0,1250 мм, у проб борошна з м'якозерних сортів приблизно 50 % частинок мають розмір менше 0,0850 – 0,0950 мм. Необхідно відзначити, що саме в цьому діапазоні крупності, тобто в інтервалі від 0,0850 до 0,1250 мм, спостерігається максимальна різниця в сумарному виході цих фракцій частинок борошна із зерна різної твердозерності. Так, сумарний вихід частинок борошна, що мають розміри менше 0,1000 мм у вивчених проб

борошна із твердозерної пшениці, становить приблизно 40 %, у проб борошна з м'якозерної пшениці – 65 %.

3.3 Оцінка якості та дисперсності проходової фракції борошна сита № 0056 із зерна пшениці різної твердозерності

Згідно з отриманими даними про гранулометричний склад борошна, кількість частинок, що мають розміри менше 0,0550 мм, досить велика – 61 – 80 %, хоча за об'ємом на їхню частку припадає близько 12 – 34 %. Як зазначалося вище, на графіках розподілів частинок за розмірами залежно від їхньої кількості в цьому діапазоні крупності спостерігаються два піки. Тому для уточнення природи частинок, що входять до цього діапазону крупності, було доцільним провести дослідження якісних показників та дисперсності фракцій борошна, отриманих проходом сита № 0056.

У таблиці 3.5 наведено результати дослідження якісних характеристик проходових фракцій сита № 0056.

Таблиця 3.5 – Якість борошна проходових фракцій сита № 0056

Проба борошна	Найменування показника			
	Клейковина		Білок на а.с.р. %	ЧП, с
	кількість, %	якість, од., приладу ІДК		
Борошно із твердозерної пшениці	27	50	13,09	385
Борошно з м'якозерної пшениці	28	70	13,08	240

З даних таблиці 3.5 видно, що проходові фракції сита № 0056 борошна з пшениці твердозерної відрізнялися більш високим вмістом сирої клейковини і білка, порівняно з проходовими фракціями борошна з м'якозерної пшениці. За якістю клейковина належала до першої та другої міцної груп. У всіх вивчених проб було відзначено досить низьку амілолітичну активність.

При порівнянні даних таблиці 3.5 з даними таблиці 3.1 видно, що у проходових фракціях сита № 0056 спостерігалось зменшення вмісту клейковини сирі в середньому на 5 – 7 %. Поряд із зменшенням кількості клейковини відбувалося її зміцнення. Так, якщо у вихідному борошні величина деформації клейковини була в межах 50 – 85 од. ІДК, то в борошні проходових фракцій її величина була 40 – 70 од. ІДК.

Вміст білка в проходових фракціях сита № 0056 також був меншим, ніж у вихідному борошні. Різниця між вмістом білка в проходових фракціях та вихідному борошні для твердозерних сортів становила 0,1 – 1,0 %, для м'якозерних сортів – 0,7 – 2,5 %.

Амілолітична активність борошна проходових фракцій у середньому на 10 – 20 % вище, ніж у вихідному борошні, що проявляється у зменшенні значень показника «Числа падіння». Підвищення амілолітичної активності, очевидно, пов'язано з великою кількістю пошкоджених крохмальних гранул у дрібнішій порівняно з вихідним борошном фракції.

Таким чином, проведене вивчення якісних характеристик проходової фракції сита № 0056 показало, що дана фракція значно відрізняється від вихідного борошна, з якого вона була виділена.

Дисперсність борошна проходових фракції визначали на вимірювальному пристрої ГІУ-1. Результати визначення дисперсності представлені в таблиці 3.6.

З представлених даних, видно, що середньозважені розміри частинок борошна проходових фракції значно менше $X_{\text{сер.зв}}$ вихідного борошна. Так, $X_{\text{сер.зв}}$ проходу сита № 0056 для проб з твердозерної пшениці приблизно в 1,7 – 1,8 рази менше $X_{\text{сер.зв}}$ вихідного борошна. Між середньозваженими розмірами частинок вихідного борошна та середньозваженими розмірами частинок проходових фракцій сита №0056 спостерігається тісний взаємозв'язок.

Таблиця 3.6 – Дисперсність фракцій борошна, виділених проходом сита № 0056

Проходова фракція сита №0056 проби борошна	$X_{\text{сер.зв.}}$, мм	СКВ, мм	$V_{\text{сер.зв.}}$	СКВ, мм	$G_{\text{сер.зв}}$	СКВ, мм
Борошно із твердозерної пшениці	0,0621	0,0235	1,74	0,5570	2,25	0,9060
Борошно з м'якозерної пшениці	0,0529	0,0180	1,66	0,4793	2,11	0,5539

Величина $X_{\text{сер.зв}}$ проходових фракцій сита № 0056 для борошна з м'якозерних сортів суттєво менше $X_{\text{сер.зв.}}$ проходових фракцій борошна із твердозерних сортів. Причому відмінності за середньозваженим розміром мають статистично значущий характер, що підтверджують і значення середнього квадратичного відхилення серії (0,0003 – 0,0004).

При порівнянні даних таблиць 3.2 і 3.6 видно, що частинки борошна проходових фракцій характеризувалися меншою витягнутістю і мали більш гладку поверхню в порівнянні з частинками вихідного борошна. При цьому, частинки проходових фракцій борошна з твердозерного зерна мали більшу витягнутість, ніж частинки проходових фракцій борошна з м'якозерного зерна.

Таким чином, проведені дослідження показали, що проходова фракція сита № 0056 істотно відрізняється від вихідного борошна як своїми якісними характеристиками, так і дисперсністю.

Висновки до розділу

Виявлено суттєві відмінності в дисперсності та гранулометричному складі борошна з твердозерних та м'якозерних сортів пшениці, які насамперед виявляються у величинах середньозважених розмірів частинок. Мають місце так само і відмінності у формі частинок борошна, отриманого із зерна різної твердозерності: борошно із твердозерної пшениці має більш витягнуті частинки порівняно з борошном із м'якозерної пшениці.

Встановлено, що борошно з твердозерної пшениці містить частинок величиною менше 0,0040 мм за об'ємом приблизно в 2,5 рази менше, а частинок більше 0,1000 мм приблизно в 1,6 разів більше, ніж борошно з м'якозерної пшениці.

У борошні з твердозерних сортів 8 – 10 % часток мають форму, близьку до правильної, 30 – 35 % часток сильно витягнуті. У борошні з м'якозерних сортів вміст першої фракції становить 11 – 12 %, вміст другої фракції – 24 – 29 %.

Встановлено, що гранулометричний склад борошна впливає на його крупність, білизну, «число падіння».

Середньозважені розміри частинок борошна проходових фракцій сита № 0056 приблизно в 1,5 – 1,8 рази менше від середньозважених розмірів частинок вихідного борошна. Частинки проходових фракцій сита № 0056 характеризуються менш витягнутою формою та більш гладкою поверхнею порівняно з частинками вихідного борошна.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Виробничу перевірку результатів досліджень було проведено на приватному підприємстві «Самріз».

Для проведення виробничої перевірки використовувалися дві партії борошна по 50 кг, показники якості якої наведені нижче:

- натура – 785 г/л;
- склоподібність – 44 %;
- вологість – 13,2 %;
- масова частка клейковини – 24 %;
- якість клейковини – 70 од., приб. ІДК;
- вміст сміттевої домішки – 0,6 %;
- вміст зернової домішки – 2,4 %.

З наведених даних видно, що за середньозваженими показниками якості зерно помольної партії відповідало вимогам, які пред'являються ГОСТ 9353-90 до зерна пшениці 3 класу. Переробка такого зерна дозволяє отримати борошно пшеничне хлібопекарське, яке відповідає за всіма показниками якості ГОСТ 26574-85 «Борошно пшеничне хлібопекарське. Технічні умови».

У таблиці 4.1 наведено показники якості партій борошна.

За всіма показниками якості випробувані партії борошна відповідали вимогам ГОСТ 26574-85 «Борошно пшеничне хлібопекарське. Технічні умови.» та характеризувалися практично однаковими показниками якості.

Таблиця 4.1 – Якість пшеничного хлібопекарського борошна

Найменування показника	Партія №1	Партія №2
Колір	білий	білий
Запах	властивий, без сторонніх присмаків, не затхлий, не пліснявий	властивий, без сторонніх присмаків, не затхлий, не пліснявий
Смак	властивий, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	властивий, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вологість, %	13,8	13,9
Білизна, од. приладу РЗ-БПЛ-Ц	54	55
Крупність (залишок на ситі №43), %	5	5
Кількість клейковини, %	28	28
Якість клейковини, од. приладу ІДК	70	70

Нижче наведено середньозважені розміри частинок борошна обох партій, а також середньозважені значення показників витягнутості та гладкості:

Номер партії	$X_{\text{сер.зв}}$, мм	$V_{\text{сер.зв}}$	$G_{\text{сер.зв}}$
Партія №1	0,1040	1,74	2,35
Партія №2	0,0994	1,73	2,37

Як видно з наведених даних, випробувані партії борошна суттєво відрізнялися за дисперсністю, що оцінюється за величиною середньозваженого розміру частинок $X_{\text{сер.зв}}$.

Відмінності за величиною $X_{\text{сер.зв}}$ обумовлені різним гранулометричним складом. З рисунку 4.1 видно, що борошно партії №2 містило більшу кількість дрібних фракцій частинок порівняно з борошном партії №1.

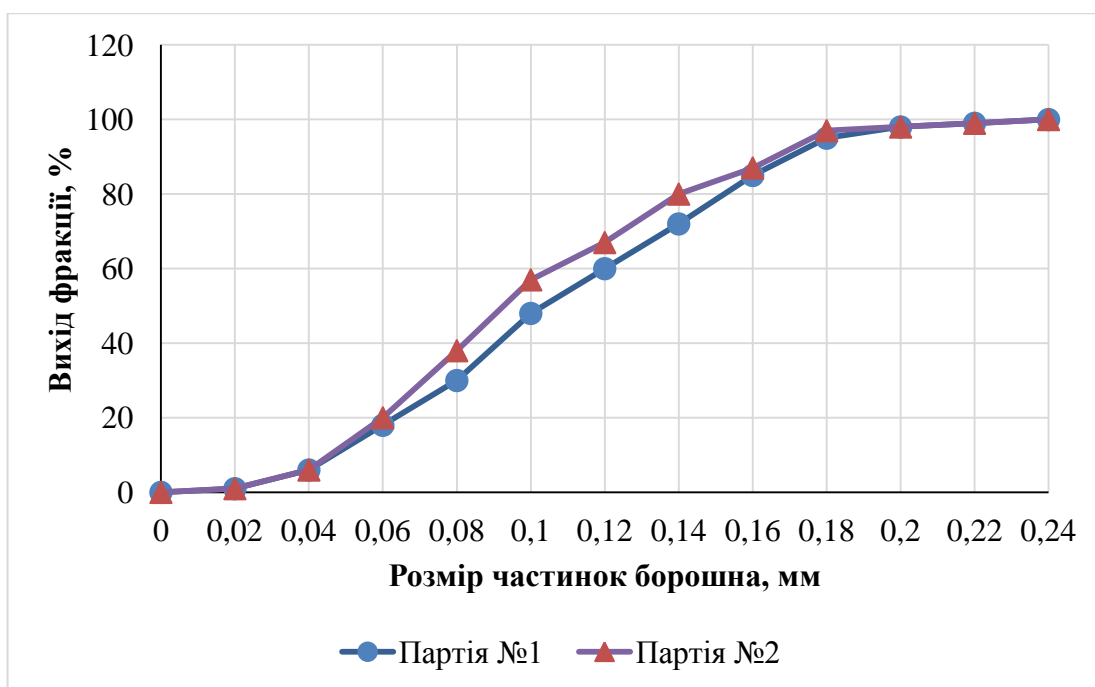


Рисунок 4.1 – Інтегральні криві гранулометричного складу партій борошна №1 та №2

Схемою проведення експериментальних досліджень було передбачено проведення пробної випічки хлібобулочних виробів із отриманого борошна.

Рецептура, параметри технологічного процесу приготування нарізного батона масою 0,4 кг з партій борошна №1 і №2 були однакові.

Якість батона нарізного оцінювалося через 16 – 18 годин після випікання за фізико-хімічними та органолептичними показниками.

Таблиця 4.1 – Показники якості батона нарізного

Найменування показника	Значення показника	
	партія борошна № 1	партія борошна №2
Вологість, %	40,8	41,0
Кислотність, градусів	2,0	2,0
Пористість, %	78	75
Питомий об'єм, см ² /г	3,88	3,59
Показання структурометра СТ-1		
H _{заг.} , мм	6,89	6,41
H _{пл.} , мм	4,40	4,05

Висновки до розділу

В результаті проведених виробничих випробувань за результатами аналізу якості борошна та випечених виробів було зроблено такий висновок:

1. Якість випечених з партій борошна №1 та №2 нарізних батонів відповідала вимогам ГОСТ 27844-88 «Вироби булочні. Технічні умови».

2. Порівняльний аналіз якості нарізних батонів, випечених з двох партій борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку, що відповідає за всіма показниками якості вимогам ГОСТ 26574-85, але відрізняється один від одного по дисперсності, показав, що:

- по органолептичній оцінці батон нарізний, випечений з борошна партії №1, характеризувався більш гладкою кіркою порівняно з батоном нарізним з партії борошна №2;

- батон нарізний, випечений із партії борошна №1, характеризувався кращою пористістю і великим питомим об'ємом, а також кращими реологічними властивостями проти батону нарізного із партії борошна №2.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на приватному підприємстві «Самріз»

«Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності» [19].

«Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті. На підприємстві такими факторами є: робота з високими напругами (до 380 В)» [20].

«Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків, а саме нерівномірне освітлення робочих місць та підвищена температура при роботі з технологічним обладнанням» [20].

Встановлено, що відповідальність за стан ОП на приватному підприємстві «Самріз» несе директор. В цеху з виробництва борошна відповідальним за стан ОП є начальник цеху (згідно наказу директора).

На приватному підприємстві «Самріз» передбачено проведення наступних видів інструктажів з ОП:

- вступного – проводиться безпосередньо з особами, яких в перше приймають на роботу. Факт проведення інструктажу реєструється в журналі реєстрації вступного інструктажу з охорони праці;

- первинного – проводиться на робочому місці для всіх без винятку осіб, що вперше влаштовуються на роботу. Проводиться безпосередньо керівником робіт персонально для кожного працівника;

- повторного – як правило потрібно проводити не пізніше шести місяців після первинного інструктажу. Повторний інструктаж обов’язково реєструється в журналі реєстрації інструктажів;

- позапланового – проводиться у випадку настання нещасного випадку на виробництві або змін у технологічному процесі виробництва продукції.

Під час дослідження показників виробничого травматизму було виявлено певні недоліки (порушення) з охорони праці на підприємстві, а саме:

- не зовсім належне виконання вимог інструкцій з питань охорони праці при виконання певних видів робіт;

- довготривале використання захисного взуття робітниками підприємства.

Для дослідження кількісних показників виробничого травматизму прийнято використовувати наступні показники:

- коефіцієнт частоти травматизму

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000; \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму

$$K_{\text{в}} = \frac{Д}{T}; \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{P} \cdot 1000; \quad (5.3)$$

де T – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

P – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

$Д$ – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Для більш повного аналізу стану виробничого травматизму та захворювань розглянемо дані таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму на ПП «Самріз» за 2019 – 2021 роки

Показники	Роки		
	2019	2020	2021
Кількість працюючих, чоловік	37	35	35
Кількість нещасних випадків, од.	-	-	1
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	-	-	16
- від профзахворювань	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	-	29,5
Коефіцієнт важкості травматизму	-	-	16
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	-	401

Найбільшого значення показників було зафіксовано у 2021 році, а саме було зафіксовано нещасний випадок з працівником цеху з виробництва борошна, при цьому кількість днів непрацездатності від отриманих травм склала 16 днів.

5.2 Рекомендації щодо покращення показників охорони праці в ПП «Самріз»

Врахувавши вище викладене з метою покращення стану охорони праці в приватному підприємстві «Самріз» хочемо запропонувати проведення наступних заходів:

- 1) проведення комплексних заходів, що стосуються автоматизації та механізації виробничих процесів;
- 2) запровадження заходів з дистанційного керування технологічними процесами, що характеризуються виконанням робіт з наявними небезпечними і шкідливими виробничими факторами;
- 3) встановлення україномовних попереджувальних табличок.

5.3 Технічні заходи по захисту працівників цеху з виробництва борошна ПП «Самріз»

Як раніше було зазначено, одним із небезпечних виробничих чинників при роботі в цеху з виробництва борошна ПП «Самріз» є відсутність системи блискавкозахисту виробничого приміщення цеху. Отже, доцільно буде провести розрахунок блискавкозахисту виробничої будівлі цеху з виробництва борошна в ПП «Самріз»

«Визначимо висоту окремо стоячого стержневого блискавкоприймача для захисту одноповерхової будівлі цеху з виробництва борошна. Висота будівлі $h_x = 8$ м, довжина $L = 13$ м, ширина $B = 15$ м. блискавковідвід встановлено на даху будівлі по центру» [23].

Визначаємо очікувану кількість уражень блискавкою будівлі за рік $N\%$

$$N\% = [(L + 6h_x) \cdot (B + 6h_x) - 7,7h_x^2] \cdot n \cdot 10^{-6} \quad (5.4)$$

Інтенсивність грозової діяльності за рік для міста Синельникове складає 60 – 80 годин. Відповідно n – середнє число ударів блискавки на 1 км^2 для даного регіону буде рівна 5,5.

Тоді,

$$N\% = [(13 + 6 \cdot 8) \cdot (15 + 6 \cdot 8) - 7,7 \cdot 8^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,03$$

Враховуючи, що $N\% < 1$, отже зона захисту для даної споруди буде Б.

Визначаємо відстань R_x від блискавкозахисту до найбільш відділеної точки цеху на рівні верхньої відмітки (рис. 5.1). скориставшись теоремою Піфагора та вихідними даними R_x буде рівне

$$R_x = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{13}{2}\right)^2 + \left(\frac{15}{2}\right)^2} = 10,21 \text{ м.} \quad (5.5)$$

За значеннями R_x та h_x знаходимо висоту блискавкозахисту h

$$h = \frac{R_x + 1,63 \cdot h_x}{1,5} = \frac{10,21 + 1,63 \cdot 7}{1,5} = 14,55 \text{ м.} \quad (5.6)$$

Приймаємо $h = 15$ м.

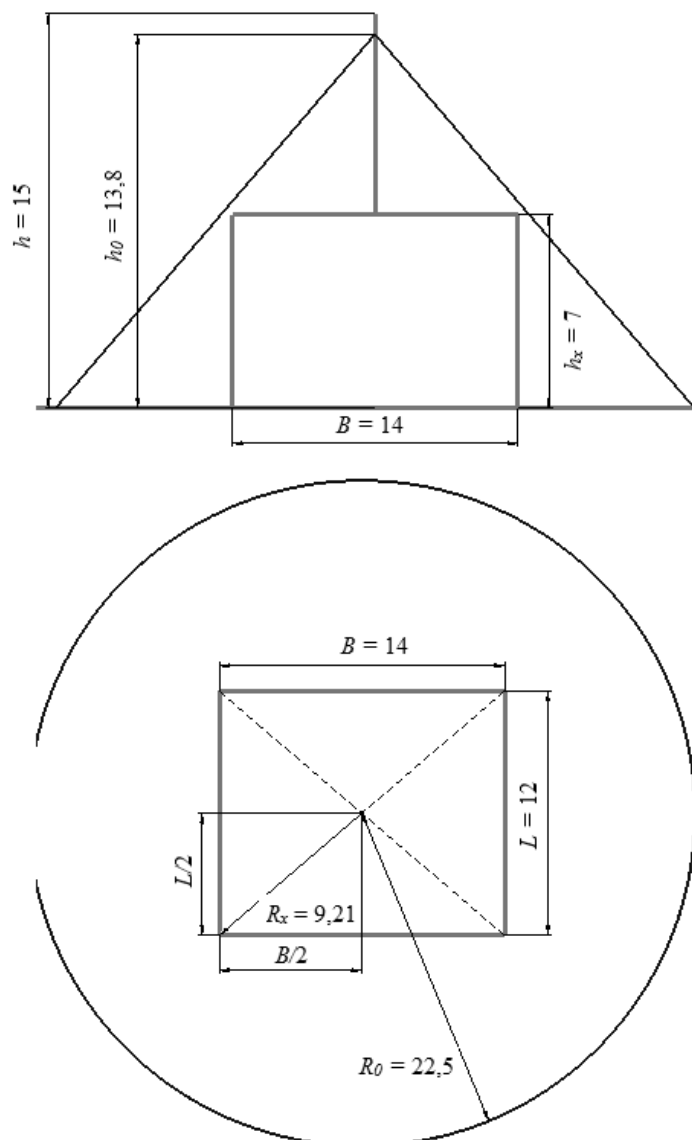


Рисунок 5.1 – Схема розташування та зони захисту поодиначного стержневого блискавкозахисту

Знаходимо висоту захисного конусу h_o

$$h_o = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 15 = 13,8 \text{ м.} \quad (5.7)$$

Визначаємо радіус зони захисту на рівні землі

$$R_o = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ м.} \quad (5.8)$$

Уточнюємо радіус захисту на рівні верхнього зрізу будівлі

$$R_x = 1,5 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,5 \cdot \left(15 - \frac{8}{0,92} \right) = 12,1 \text{ м.} \quad (5.9)$$

Отже, розрахунки виконані вірно.

5.4 Правила безпечного виконання робіт оператором пальцевого верстату в цеху з виробництва борошна ПП «Самріз»

Загальні положення

«До роботи машиністом (оператором) вальцевих верстатів допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання з обслуговування і безпечної експлуатації цих агрегатів та попереднє навчання й перевірку знань із питань охорони праці і мають про це відповідне посвідчення.

Узгоджуйте з безпосереднім керівником чітке визначення меж вашої робочої зони. Не допускайте знаходження сторонніх осіб у робочій зоні.

До роботи приступайте у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають, не прилягають і можуть бути захоплені деталями, що рухаються й обертаються.

Не приступайте до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Куріть тільки у спеціально відведених і обладнаних для цих цілей місцях.

Не працюйте несправним інструментом і пристосуваннями, не використовуйте їх не за призначенням, а також не користуйтеся сторонніми предметами.

Перед вживанням їжі вимийте руки з милом, витріть їх чистим рушником або висушіть повітрям.

Не відпочивайте на буртах зерна.

Вимоги безпеки перед початком робіт

Для машиністів (операторів) вальцевих верстатів:

Отримайте від керівника робіт завдання.

Одягніть спецодяг та засоби індивідуального захисту (не переодягайтесь поблизу обертових або рухомих деталей і механізмів машин і обладнання).

Проведіть технічне обслуговування згідно з інструкцією заводу-виготовлювача.

Перевірте наявність і справність захисних огорожень приводів робочих органів, наявність захисних (запобіжних) решіток на приймальних бункерах.

Забезпечте захист струмопідвідних проводів і кабелів до електрифікованих машин і установок від механічних пошкоджень або підвісьте їх на висоту, недоступну для пошкодження машинами та торкання людьми.

Перевірте надійність кріплення й наявність заземлення електрообладнання машин і пультів керування ними. Не приступайте до роботи на машинах з відчиненими дверцятами пультів керування, знятих кришках магнітних пускачів та іншої електроапаратури.

Перед включенням пальцевого верстату переконайтесь, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.

Випробуйте роботу машини на холостому ході, виявлені недоліки усуньте.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Для машиністів (операторів) вальцевих верстатів:

Перед включенням машин переконайтесь, що поблизу машин відсутні люди, і подайте звуковий сигнал.

Не працюйте зі знятими огороженнями пасових і ланцюгових передач та інших обертових частин вальцевих верстатів, муфт, блоків натяжних пристроїв, місць набігання полотен транспортерів на барабани, опорних роликів і роликів нижньої гілки стрічки в зонах робочих місць, а також рухомих частин машин і механізмів, що знаходяться в місцях, вільних для доступу.

Усувайте пошкодження, проводьте очищення машини від зерна й домішок, мащення й регулювання тільки при виключеному рубильнику, відключеному штепсельному з'єднанні і зупиненій машині.

Під час обслуговування й очищення вузлів машин і електрообладнання, що знаходяться високо, користуйтеся розсувною або переносною драбиною з опорними наконечниками, що виключають можливість сковзання її по підлозі (землі, площадці тощо).

Очищайте робочі органи спеціальним інвентарем.

Не чистіть руками осадові камери аспіраційних улаштувань через оглядові люки. Цю роботу виконуйте після повної зупинки машини.

Не допускайте накопичення пилу, зернових решток та іншого сміття біля машин, в робочій зоні.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Зупиніть машину при електроударі, з'явленні стороннього шуму, вібрації, запаху горілого, іскор і полум'я з випускного отвору.

При появі напруги на корпусі машини терміново відключіть загальний рубильник. Викличте чергового електрика. Усі пошкодження електроприводів, пульту управління, силової й освітлювальної мереж повинен усувати тільки електрик.

При враженні працівника електричним струмом як можна швидше звільніть потерпілого від його дії (тривалість дії струму визначає тяжкість травмування), для цього негайно відключіть рубильник чи інший пристрій.

При неможливості швидкого відключення електроустановки вживайте заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, користуючись мотузкою, палицею, дошкою чи іншими сухими діелектричними предметами, або відтягніть потерпілого за одягу (якщо вона суха і відстає від тіла), наприклад за поли піджака, за комір, при цьому уникайте дотику з оточуючими металевими предметами й частинами тіла потерпілого, не покритими одягом.

Якщо потерпілий торкається проводу, який лежить на землі, то перш ніж підійти до нього положіть собі під ноги суху дошку, згорток сухої одяги або суху, що не проводить електричний струм, підставку і відокремте провід від потерпілого за допомогою сухої палиці, дошки. При цьому рекомендується діяти по можливості однією рукою.

У разі, якщо потерпілий судорожно стискає в руці один струмоведучий елемент (наприклад провід), відокремте потерпілого від землі (просуньте під нього суху дошку, відтягніть ноги від землі мотузкою або за одягу).

Якщо нема можливості відокремити потерпілого від струмоведучих частин чи вимкнути електроустановку від джерела живлення, перерубайте провід сокирою із сухим дерев'яним держакком або перекусіть їх інструментом з ізолюваними ручками. Перерубуйте й перекушуйте кожний провід окремо. Можна скористатися і неізолюваним інструментом, тільки необхідно обгорнути його ручки сухою вовняною або прогумованою тканиною.

В разі виникнення пожежі на стаціонарних об'єктах викличте пожежну команду, повідомте керівництво і приступіть до ліквідації осередку загоряння згідно з вимогами інструкції про заходи з пожежної безпеки.

При виникненні пожежі на електроустановках у першу чергу необхідно повідомити про це пожежну охорону, відповідального за електрогосподарство, керівника робіт.

При виникненні пожежі в самій електроустановці чи поблизу неї, в першу чергу до прибуття пожежників вимкніть електроустановки з мережі. Якщо це неможливо, спробуйте перерізати проводи (послідовно по одному) інструментом з ізолюваними ручками.

При загорянні одязі постарайтесь зняти її або накрийте палаючу ділянку щільною матерією, при можливості занурте у воду.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Відключіть двигуни машин агрегату, комплексу в зворотній послідовності їхнього включення.

Очистіть машини, обладнання, майданчики, робочі приміщення від пилу, зернових відходів і солом'яних решток, сміття віднесіть у спеціально відведене місце.

Приберіть робоче місце. Очистіть інструмент, інвентар, пристрої і покладіть у відведене місце. Приведіть у порядок спецодяг і засоби індивідуального захисту і здайте їх на зберігання.

Помийте руки й обличчя теплою водою з милом.

При здачі зміни повідомте змінника про технічний стан обладнання і розкажіть про особливості роботи.

Повідомте керівника про всі помічені недоліки у процесі роботи і вжиті заходи до їх усунення» [22].

5.5 Дії працівників цеху з виробництва борошна ПП «Самріз» у разі пожежі

«У разі виникнення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу (тел. 101). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового об'єкту;
- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну,

газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що першою прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана аварійно-рятувальна служба (продублювати повідомлення), довести подію до відома керівника установи;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи на об'єкті (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;
- здійснити у разі необхідності відключення електроенергії, агрегатів, апаратів, водяних комунікацій (за винятком систем протипожежного захисту);
- організувати зустріч підрозділів аварійно-рятувальної служби, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху до осередку пожежі та до водних джерел;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі» [22].

Висновки до розділу

В розглянутому розділі дипломної роботи було досліджено стан охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на приватному підприємстві «Самріз». З метою покращення умов праці та підвищення безпечності виробництва був проведений розрахунок системи блискавкозахисту виробничого приміщення. Також був розроблений план дій виробництва у разі виникнення пожежі.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Хліб і хлібобулочні вироби відіграють найважливішу роль у харчуванні людини, оскільки забезпечують істотну частину фізіологічної потреби людського організму поживних речовин і енергії, і є досить доступними продуктами харчування широкого кола споживачів. У зв'язку з цим, раціональне використання зерна на борошномельних підприємствах завжди було і залишається актуальним завданням борошномельної промисловості.

Ефективне використання зернових ресурсів у борошномельній промисловості передбачає зниження досить високого рівня сировинних витрат та вироблення борошна високої якості. На даний момент накопичені дуже великі знання про такі показники якості борошна, як білизна, зольність, кількість і якість клейковини, які дозволяють виробляти сорти борошна із заданою якістю за перерахованими показниками.

«Організація досліджень включає: складання переліку виконаних робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення дослідного експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування впливу гранулометричного складу продуктів розмелу на якість пшеничного борошна, наведений у табл. 6.1.» [47]

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1–2	Вибір напрямку наукових досліджень	2
2–3	Літературний пошук матеріалу за напрямком досліджень	21
3–4	Розробка плану проведення досліджень	4
4–5	Розробка методик проведення досліджень	3
5–6	Підготовка дослідних зразків проб борошна	2
6–7	Підготовка дослідного устаткування	15
7–8	Визначення оцінки якості борошна із пшениці різної твердості	2
7–9	Дослідження дисперсності і гранулометричного складу борошна із пшениці різної твердості	3
7–10	Оцінка хлібопекарних властивостей пшеничного хлібопекарного борошна	4
7–11	Оцінка якості пшеничного борошна різної твердості	5
8–12	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
9–12		1
10–12		1
11–12		2
12–13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	7
13–14	Написання публікації	7

«Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).» [47]

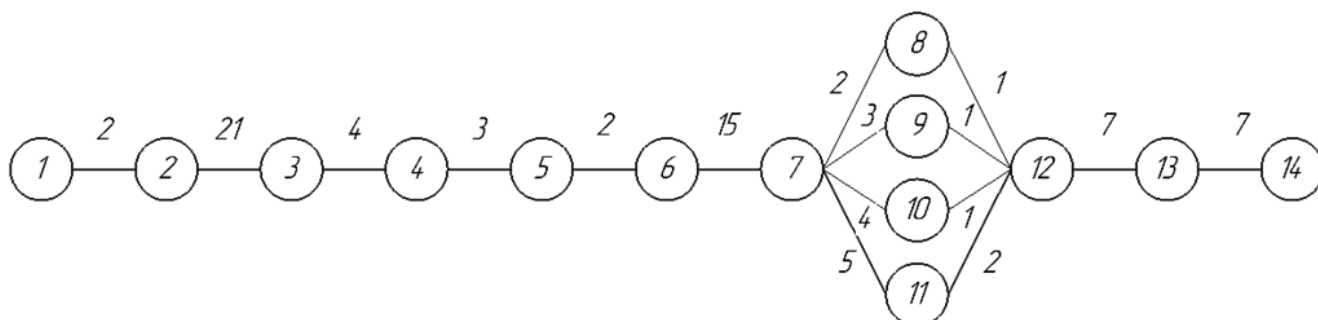


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

«Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14}^1 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 2 + 1 + 7 + 7 = 64;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14}^2 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 3 + 1 + 7 + 7 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14}^3 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 4 + 1 + 7 + 7 = 66;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14}^4 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 5 + 2 + 7 + 7 = 69$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є четвертий шлях з тривалістю в 69 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події (T_i^n) – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події (T_i^p) – найбільший шлях від початкової до i -тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 69$ днів» [47]

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	23	23	0
4	27	27	0
5	30	30	0
6	32	32	0
7	47	47	0
8	49	52	3
9	50	52	2
10	51	52	1
11	52	52	0
12	54	54	0
13	61	61	0
14	68	68	0

«Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де R_{ij}^n – повний резерв часу роботи, днів;

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де R_{ij}^e – вільний резерв часу роботи, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де L_{maxij} – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$ – довжина критичного шляху ($L_{кр} = 68$ днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.» [47]

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1	0	0	0,00
1-2	0	0	0,04
2-3	0	0	0,36
3-4	0	0	0,42
4-5	0	0	0,45
5-6	0	0	0,60
6-7	0	0	0,71
7-8	0	3	0,72
7-9	0	2	0,73
7-10	0	1	0,75
7-11	0	0	0,73
8-12	0	0	0,75
9-12	0	0	0,76
10-12	0	0	0,79
11-12	0	0	0,89
12-13	0	0	1,00
13-14	0	0	0,00

«Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 68 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності» [47].

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.5)$$

де m_1 – кількість витраченого і-го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.» [47]

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Борошно пшеничне, кг	10	25,30	250,30
Всього			250,30

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8400	49,50	16	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – час роботи на установці, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на роботу просіювальної машини:

$$E_1 = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 56 \cdot 1,68 = 152,41 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_2 = 0,78 \cdot 0,9 \cdot 280 \cdot 1,68 = 330,22 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 152,41 + 330,22 = 482,63 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Просіювальна установка	3526,50	15	7	10,14
Персональний комп'ютер	10800,00	24	35	248,55
Всього				258,69

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно–управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	250,30
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	482,63
Амортизація	258,69
Накладні витрати	592,80
Всього	2488,44

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де C – вартість дослідження, грн;

S – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$C = 2488,44 + \frac{30 \cdot 2488,44}{100} = 3234,97 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3234,97 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 68 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3234,97 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що для виробництва хліба кращої якості має перевагу борошно з оптимальною дисперсністю, проте, фактично до цього часу її величина не встановлена, що пов'язано, як з різноманітністю методів, що використовуються для оцінки дисперсності борошна, так і з самим підходом до оцінки оптимальних значень, а фракціонування пшеничного борошна по крупності на ситах, а також пневмокласифікація борошна дозволяють отримати ряд фракцій, що істотно відрізняються один від одного за якістю та хімічним складом.

Виявлено суттєві відмінності в дисперсності та гранулометричному складі борошна з твердозерних та м'якозерних сортів пшениці, які насамперед виявляються у величинах середньозважених розмірів частинок. Мають місце так само і відмінності у формі частинок борошна, отриманого із зерна різної твердозерності: борошно із твердозерної пшениці має більш витягнуті частинки порівняно з борошном із м'якозерної пшениці.

Встановлено, що борошно з твердозерної пшениці містить частинок величиною менше 0,0040 мм за об'ємом приблизно в 2,5 рази менше, а частинок більше 0,1000 мм приблизно в 1,6 разів більше, ніж борошно з м'якозерної пшениці.

У борошні з твердозерних сортів 8 – 10 % часток мають форму, близьку до правильної, 30 – 35 % часток сильно витягнуті. У борошні з м'якозерних сортів вміст першої фракції становить 11 – 12 %, вміст другої фракції – 24 – 29 %.

Встановлено, що гранулометричний склад борошна впливає на його крупність, білизну, «число падіння».

Середньозважені розміри частинок борошна проходових фракцій сита № 0056 приблизно в 1,5 – 1,8 рази менше від середньозважених розмірів частинок вихідного борошна. Частинки проходових фракцій сита № 0056 характеризуються менш витягнутою формою та більш гладкою поверхнею порівняно з частинками вихідного борошна.

В результаті проведених виробничих випробувань встановлено, що порівняльний аналіз якості нарізних батонів, випечених з двох партій борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку, що відповідає за всіма показниками якості вимогам ГОСТ 26574-85, але відрізняється один від одного по дисперсності, показав, що:

- по органолептичній оцінці батон нарізний, випечений з борошна партії №1, характеризувався більш гладкою кіркою порівняно з батоном нарізним з партії борошна №2;

- батон нарізний, випечений із партії борошна №1, характеризувався кращою пористістю і великим питомим об'ємом, а також кращими реологічними властивостями проти батону нарізного із партії борошна №2.

Досліджено стан охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на приватному підприємстві «Самріз». З метою покращення умов праці та підвищення безпечності виробництва був проведений розрахунок системи блискавкозахисту виробничого приміщення. Також був розроблений план дій виробництва у разі виникнення пожежі.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3234,97 грн.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Айзикович Л.Е. Исследование добротности фракций пшеничной муки // мукомольно – элеваторная промышленность. – 1997. – №10 – с 2 – 13.
2. Айзикович Л.Е. Физико-химические основы технологии производства муки. – М.: Колос, 1975. – 239 с.
3. Айзикович Л.Е., Максимчук О.И. Способы производства высокобелковой пшеничной муки // Элеваторная, мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленность. – 1998. – 60 с.
4. Айзикович Л.Е., Хорцев Б.Н. Технология производства пшеничной и ржаной муки. – М.: Заготиздат, 1994. – 519 с.
5. Бабуричева И.А. Зависимость хлебопекарных свойств и крупности частиц муки от режимов измельчения // Хранение и переработка зерна. – 1997. – вып.2. – с.17 – 25.
6. Байбулатова С.Г., Гаврилова Т.Б. О дисперсности муки, получаемой на отдельных драных системах // Сообщения и рефераты ВНИИЗ. – 1991. – вып.4. – с. 16 – 21.
7. Байбулатова С.Г., Швецова И.А. Отбор высокобелковой муки при помоле пшеницы // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1997. – №3. – с 9 – 11.
8. Бардышев Г. Применение гранулометрического анализа в мукомольной промышленности //Мукомольно-элеваторная промышленность. – с. 44 – 45
9. Белоусова Е. Сортные ресурсы пшеницы и их роль в процессах переработки / Хлебопродукты. – 1998. – №2. – с.11 – 14.
10. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки. – М.: Колос, 1994. – 221с.
11. Беркутова Н.С., Швецова И.А., Колкунова Г.К. Особенности микроструктуры и технологических свойств муки из зерна со стекловидной и мучнистой консистенцией эндосперма // Мукомольно-крупяная промышленность.

– М. – 1994. – №4. – с. 31 – 37.

12. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1999. – 463 с.

13. Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. – М.: «Интерграф сервис», 1999. – 470 с,

14. Гиршсон В.Я. Влияние дисперсности муки на ее хлебопекарные качества // Мукомольно-крупяная промышленность. – 1978. – вып.2, – с. 9 – 14.

15. Гузев И.С. Исследование некоторых структурно-механических свойств зерна пшеницы и ржи в связи с селекцией на качество: Автореф. дис. ... к.т.н. – М., 1994.

16. Демидов А.Р. К вопросу оценки гранулометрического состава порошкообразных и мелкозернистых продуктов в мукомольной и комбикормовой промышленности // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1997. – № 8. с. 14 – 16.

17. ДСТУ 4963–2010 «Пшениця. Технічні умови» Київ: Держстандарт України, 2010. – 13 с.

18. ДСТУ 4233:2003 Зернові культури. Визначання об'ємної щільності, так званої маси на гектолітр (Контрольний метод) (180 7971: 1986, МОБ), К: Держспоживстандарт України 2006. – 10 с.

19. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять .

20. ДНАОП 0.00-4.03-01. Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництв.

21. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.

22. ДНАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці.

23. Егоров Г.А. Мука. Исторический анализ развития технологии сортового помола зерна. – М.: Хлебпродинформ, 2003. – 192 с.

24. Егоров Г.А., Мельников Е.М., Максимчук Б.М. Технология муки, крупы и комбикормов. – М.: Колос, 1994. – 375 с.

25. Егоров Г.А., Петренко Т.П. Технология муки и крупы. – М.: Издательский комплекс МГУ, 2009. – 334 с.
26. Калюжная А.М. Влияние дисперсности муки на ее хлебопекарные качества: Автореф. дис. к.т.н. – Одесса, 1991.
27. Каминский Э.Я. Изменение биохимических и технологических свойств муки в процессе измельчения: Сб. Биохимия зерна и хлебопечения. – М.: Наука, 1994. – №7. – с. 117 – 137.
28. Киселева А.В. Влияние крупности сортовой пшеничной муки на ее хлебопекарные качества // Сообщения и рефераты ВНИИЗ. – 1993. – № 6. – с. 9 – 15.
29. Козьмина Н.П. Дисперсность как показатель качества пшеничной муки // Мукомольно-крупяная промышленность, – 1999. – 51 с.
30. Кузьмина О.В., Лобочкая Л.Л., Яцура В.И. Оптимизация формирования сортов муки // Пищевая технология. – 1985. – № 5. – с. 110 – 112.
31. Куприц Я.Н. Физико–химические основы размола зерна. – М.: Заготиздат, 1996. – 211 с.
32. Максимчук О.И. Возможности повышения использования зерна путем рационального формирования однородных по составу сортов муки // Мукомольно-крупяная промышленность. – 1998. – вып.1. – с. 3 – 6.
33. Мамбиш И.Е., Птушкин А.Т., Гержой Н.Б., Новицкий О.А., Шейнберг Г. Взаимосвязь белизны смеси муки и ее компонентов // Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность. – 1973. – вып.8. – с. 21 – 24.
34. Мамбиш И.Е., Птушкин А.Т., Соседов Н.И. Принцип формирования однородных по составу сортов муки // Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность. – 1993. – вып.11. – с. 34 – 36.
35. Мерко И.Т. Совершенствование технологических процессов сортового помола пшеницы. – М.: Колос, 1989. – 190 с.
36. Мерко И.Т., Моргун В.А. Дисперсный состав зернопродуктов в зависимости от условий их измельчения // Пищевая технология. – 1999. – №2. –

с. 31 – 33.

37. Мерко И.Т., Моргун В.А. Изменение химического состава муки на различных этапах ее производства // Пищевая технология. – 1990. – №4. – с. 42 – 45.

38. Моисеева А.И. Важнейшие критерии оценки технологических свойств пшеницы // Элеваторная промышленность. – 1979. – 41 с.

39. Моргун В.А. Влияние удельных нагрузок и режимов измельчения на качество муки по системам // Пищевая технология. – 1996. – № 4. – с. 96 – 98.

40. Панкратов Г.Н., Иванов В.А. Гранулометрический состав // Хлебопродукты. – 1999. – № 4. – с. 16.

41. Петренко Т., Барина Л., Егоров Г. Хлебопекарные свойства пшеничной муки высшего сорта различной крупности // Хлебопродукты. – 1998. – №5. – с. 24.

42. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1992, – 232 с.

43. Швецова И.А., Колкунова Г.К. Влияние технологии помола на хлебопекарные свойства муки // Мукомольно-крупяная промышленность. – 2002. – 14 с.

44. Швецова И.А., Колкунова Г.К. Дисперсность, степень повреждения крахмала и водопоглощение муки // Труды ВНИИЗ. – 1976. – вып.83. – с. 71 – 81.

45. Швецова И.А., Колкунова Г.К., Талалаев А.С., Попов Н.А., и др. Производство новых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности в мукомольной промышленности // Мукомольно-крупяная промышленность. – 1998. – 73 с.

46. Швецова И., Максимчук Б., Пирожкова З., и др. Мука целевого назначения // Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность. – 1993. – №8. – с. 29 – 30.

47. Швецова И.А., Максимчук Б.М., Гундоров И.М. и др. Технология производства муки повышенной дисперсности из цельносмолотого зерна

пшеницы // Одеса. – 1984. – № 106. – с. 86 – 91.

48. Шибяев П.Н., Беркутова Н.С. Оценка качества зерна пшеницы по удельной поверхности муки // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1969. – №1. – с. 19 – 20.

49. Шигин Е., Демидов Е. Автоматическое определение дисперсности продуктов размола зерна // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1998. – №11. – с. 24 – 25.

50. Цыплаков А. Число падения и качество хлеба // Хлебопродукты. – 1999, – №1. – с.12 – 13.

51. Цыплаков А.С., Маевская С.Л., Овчинникова В.В. Влияние способов измельчения на хлебопекарные свойства пшеничной муки // Мукомольно-крупяная промышленность. – 1995. – 17 с.

52. Чакар А.П. Новые методы формирования сортов муки на мукомольных заводах // Исследование и расчет элеваторных сооружений. – 2005. – вып.2. – с. 134 – 146.

53. AACC Method 55 – 30, Particle Size Index for Wheat hardness, rev. October. – 2014.

54. Barlow K.K, Buttrose M.S., Simmonds D.H., Vesle M. The nature of starch-protein interface in wheat endosperm // Cereal Chemistry. - 2017 – v.50. – № 5. – p.443 – 454.

55. Harrigan K.A. Automated particle size analysis using image processing// Cereal Foods World. – 1996. – v.41. – p. 593.

56. Harrigan K.A. Particle size. Analysis using. Automated image analysis.// American Association of Cereal Chemises. – 1997. – v.42. – p. 30 – 34.

57. Pohl. M. Selecting a particle size analyzer: factors to consider. // Powder Bulk Eng. – №2. – 1990.

58. Williams P.C., Fegol K.S. Coloremtric determination of damage starch in flour// Cereal Chemistry. – 1999. – v.46. – №1.

59. Zayas I.Y., Converrse H. and Steele J.L. Discrimination of whole from broken com kernels with image analysis. // Transactions ASAE. – 1999 – v. 33

Додатки