

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Удосконалення методів оцінки функціонально-технологічних
показників зерна та борошна
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки Ковальчук А.О.
(прізвище, ініціали)

6 курсу ТЗХ-61а групи

Керівник д.т.н., проф. Жигунов Д.О.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: д.е.н. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2023 р., протокол № ____.

Завідувач кафедри

ТЗПХіКВ
(назва кафедри)

_____ (підпис)

Дмитро ЖИГУНОВ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>Технології зерна і зернового бізнесу</u>
Кафедра виробів	<u>Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Магістр</u>
Спеціальність	<u>181 «Харчові Технології»</u>
Освітня програма	<u>Технології зберігання і переробки зерна</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ТПЗ
Дмитро ЖИГУНОВ
«23» лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ковальчук Анни Олексіївни

1. Тема роботи «Удосконалення методів оцінки функціонально-технологічних показників зерна та борошна».

Затверджена наказом академії від «23» лютого наказ № 080-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи «13» грудня 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

Матеріали досліджень визначення якості борошна за виробниками: методи визначення якості зерна; необхідне та використовуване обладнання; розрахункові та порівняльні графіки; показники якості зерна; отримані значення при дослідженнях в лабораторії.

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Стан проблеми та перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування. Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства. Технологічна частина. Наукова частина. Техніко-економічні показники проекту

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень)

Схема зерночисного відділення, схема розмельного відділення, досліджувані показники якості в зразках борошна вищого сорту, досліджувані показники якості в зразках борошна першого сорту, кореляційні залежності по парам показників для вищого і першого сорту.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

РОЗДІЛ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
2, 6	Басюркіна Н.Й.		

7. Дата видачі завдання « ____ » _____

Керівник _____
(підпис)

Жигунов Д.О.
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Ковальчук А.О.
(ПІБ)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	25.09-28.09	
2.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	29.09-04.10	
3.	ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	05.10-08.10	
4.	НАУКОВА ЧАСТИНА	09.10-05.11	
5.	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	06.11-30.11	
6.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	01.12-05.12	
7.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	06.12-07.12	

Здобувач-дипломник _____
(підпис)

Ковальчук А.О.
(ПІБ)

Керівник _____
(підпис)

Жигунов Д.О.
(ПІБ)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Ковальчук А.О. _____
ПІБ Підпис

АНОТАЦІЯ

Представлена кваліфікаційна робота на тему: «Удосконалення методів оцінки функціонально-технологічних показників зерна та борошна» виконана у рамках кафедрального комплексного дипломного проекту «Удосконалення методів оцінки якості зерна та борошна на зернопереробних підприємствах».

На сьогоднішній день зернопереробна промисловість потребує впровадження інновацій та новітніх методів оцінки якості зерна для виходу підприємств на новий рівень та сати більш конкурентноспроможними на міжнародному ринку. В нашому випадку, актуальність теми полягає в використанні унікального методу SRC для прогнозування функціональності борошна в борошномельному виробництві та на хлібопекарських підприємствах. У даній дипломній роботі проведено порівняльний аналіз та співвідношення методу SRC з існуючими методами оцінки якості з можливістю подальшого удосконалення цих процесів на сучасних зернопереробних підприємствах.

В роботі зроблено дослідження борошна вищого та першого сорту по базовим показникам (загальна водопоглинальна здатність, визначення зольності, клейковини та крохмалю в борошні)та методу SRC.

Проведено кореляційний аналіз та оцінку отриманих даних для подальшого використання методу SRC, як практичного, швидкого, доступного та сучасного методу у виробництві.

У ході проведення дослідження використовувалися основні наукові методи, такі як аналіз наукової літератури, синтез, узагальнення та систематизація матеріалів, методи математичної обробки отриманих результатів, порівняння та аналіз, нормативний підхід, а також емпірико-теоретичний загальнонауковий метод, який включав опис, графічні та табличні способи.

Для розрахунку та підбору технологічного обладнання використані наступні дані: добова продуктивність заводу дорівнює продуктивності розмельного відділення – 150 т/добу, але розрахунок обладнання для зерноочисного відділення

розраховано на 240 т/добу, щоб була можливість швидкого очищення і, можливістю роботи очищення вночі – коли тарифи дешевші.

Окрім цього описано та проведено розрахунки техніко-економічного обґрунтування та визначені основні техніко-економічні показники проекту. Після впровадження інноваційного методу оцінки якості зерна за результатами науково-технічної роботи, борошномельний завод, очікується додатковий прибуток у розмірі 2037 тис. грн.. Строк окупності інвестицій на проведення НДР – 1,3 роки.

Загальний об'єм кваліфікаційної роботи 117 сторінок, 18 рисунків, 19 таблиць, 59 бібліографічних найменувань, 6 листів графічного матеріалу.

В процесі досліджень, за отриманими результатами, було опубліковано 3 тезиси в наукових виданнях [57,59].

Ключові слова: борошно, функціональні властивості, технології, Alveolab CHOPIN, кореляція, обладнання, виробництво, метод SRC, дослідження, призначення.

ANNOTATION

The presented qualification work on the topic: "Improving the methods of assessing the functional and technological indicators of grain and flour" was carried out within the framework of the department's comprehensive diploma project "Improving the methods of assessing the quality of grain and flour at grain processing enterprises".

Today, the grain processing industry needs the introduction of innovations and the latest methods of grain quality assessment in order for enterprises to reach a new level and become more competitive on the international market. In our case, the relevance of the topic lies in the use of the unique SRC method for predicting the functionality of flour in flour milling and bakery enterprises. In this thesis, a comparative analysis and correlation of the SRC method with existing methods of quality assessment with the possibility of further improvement of these processes at modern grain processing enterprises is carried out.

In the work, a study of the flour of the highest and first comb was carried out according to basic indicators (total water absorption capacity, determination of ash content, gluten and starch in flour) and the SRC method.

A correlation analysis and evaluation of the obtained data was carried out for the further use of the SRC method as a practical, fast, affordable and modern method in production.

In the course of the research, basic scientific methods were used, such as the analysis of scientific literature, synthesis, generalization and systematization of materials, methods of mathematical processing of the obtained results, comparison and analysis, a normative approach, as well as an empirical and theoretical general scientific method, which included description, graphic and tabular methods

The following data were used for the calculation and selection of technological equipment: the daily productivity of the plant is equal to the productivity of the grinding department - 150 t/day, but the calculation of the equipment for the grain cleaning department is calculated for 240 t/day, so that there is an opportunity for quick cleaning and, for the possibility of cleaning work at night - when tariffs cheaper

In addition, technical and economic feasibility studies were described and calculations were carried out, and the main technical and economic indicators of the project were determined. After the implementation of the innovative method of grain quality assessment based on the results of scientific and technical work, the flour mill is expected to make an additional profit in the amount of UAH 2,037,000. The payback period for the investment in the SRW is 1.3 years.

The total volume of the qualification work is 116 pages, 16 figures, 19 tables, 59 bibliographic entries, 6 sheets of graphic material.

In the process of research, according to the results obtained, 3 theses were published in scientific publications [57,59].

Key words: flour, functional properties, technology, Alveolab CHOPIN, correlation, equipment, production, SRC method, research, purpose.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ANNOTATION	6
ЗМІСТ	8
ВСТУП.....	10
1. СТАН ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	11
2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	14
2.1 Робоча гіпотеза	17
2.1.1 Економічна мета науково-дослідної роботи.	17
2.1.2 Зміст науково-дослідної роботи.	18
2.2 Порядок впровадження у виробництві результатів дослідження.....	22
2.2.1 Очікувані економічні результати.	22
2.3 Маркетингові дослідження.....	23
3. НАУКОВА ЧАСТИНА.....	27
3.1 Стан використання та впровадження інновацій на зернопереробні підприємства в Україні	27
3.2 Класифікація технологічних властивостей зерна та борошна	30
3.2.1 Традиційні методи визначення якості	31
3.2.2 Сучасні методи оцінки функціональних властивостей зерна та борошна	36
3.2.3 Лабораторне обладнання, що застосовується для помелу зерна.....	38
3.2.4 Оцінка та порівняння якості борошна при лабораторному та виробничому помелі .	39
3.3 Водопоглинальна здатність як основний показник якості вхідної сировини для хлібопекарського та кондитерського виробництва	42
3.3.1 Фактори, що зумовлюють ВПЗ.....	43
3.3.2 Методи та прилади для оцінки ВПЗ.....	45
3.4 Характеристика методу SRC як альтернативного методу оцінки функціональності борошна	48
3.5 Застосування методу SRC для оцінки цільового використання борошна	49
3.6 Показники SRC для борошна цільового призначення.....	50
3.7 Огляд методу оцінки SRC та методика проведення тесту	52
4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	55
4.1 Наукове обґрунтування.....	55
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	65
4.3 Аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу зерноочисного відділення	66

4.4 Підбір та розрахунок технологічного обладнання підготовчого відділення.....	70
4.5 Аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу схеми технологічного процесу розмельного відділення.....	74
4.6 Розрахунок кількісно-якісного балансу	76
4.7 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання розмельного відділення	77
4.8 Внутрішньоцехова комунікація	82
4.9 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	86
4.10 Охорона праці	92
4.10.1 Розміщення обладнання	92
4.10.2 Виробничий шум та вібрація	94
4.10.3 Технічні пристрої.....	94
4.10.4 Електробезпека.....	95
4.10.5 Додаткові вимоги	97
5. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	99
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	103
6.1 Визначення інноваційного бюджету і інвестицій у виробництво	103
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	109
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	112

ВСТУП

Зерно відіграє величезну роль стабільному забезпеченні населення країни хлібопродуктами, а народного господарства - сировиною, оскільки воно покриває значну частину потреби населення у продовольстві.

Зерно завжди виділяється з інших видів сировинних ресурсів, оскільки воно використовується для вироблення найбільш масових продуктів повсякденного харчування населення, таких як хлібобулочні та макаронні вироби, крупа та низка інших. Воно має найважливіше стратегічне значення і є основою продовольчої безпеки країни.

Виробництво та переробка зерна утворюють у народногосподарській системі країни ряд великих секторів: зернове виробництво, елеваторна промисловість, борошномельне, круп'яне та комбікормове виробництва.

Борошно - найважливіший продукт переробки зерна - є основною сировиною для хліба, хлібобулочних, макаронних та борошняних кондитерських виробів. Хлібопродукти завдяки своїй високій поживній та енергетичній цінності, а також відносно низькій вартості нині становлять основу щоденного раціону більшості людей.[1] Тому ефективне функціонування борошномельного виробництва має для країни важливе економічне та соціальне значення.

Однією з основних завдань вітчизняної борошномельно-круп'яної промисловості є насичення ринку новими високоякісними та безпечними зерно-вими продуктами, здатними збалансувати і впорядкувати структуру харчування. Перед сучасною зернопереробною промисловістю стоїть низка актуальних проблем, вирішення яких необхідно для підвищення конкурентоспроможності вітчизняних продуктів переробки зерна на європейському ринку, підвищення коефіцієнта використання зерна, зниження енергоємності технологічного процесу переробки зерна і розширення асортименту готової продукції з підвищеною харчовою і біологічною цінністю[2].

1. СТАН ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Зернова галузь України є перспективним сегментом розвитку аграрного ринку, яка має потенціал як на вітчизняному, так і світовому ринках. Визнана як стратегічною, галузь забезпечує продовольчу безпеку, добробут населення і конкурентоздатність країни. В умовах посилення глобалізації саме продукція зернової галузі є пріоритетним напрямком зовнішньої торгівлі, сприяючи зростанню валютних надходжень в бюджет країни та розвитку сільських територій.

Зернову галузь можна розглядати як ринок чистої конкуренції, оскільки продукція галузі є стандартизована, у ній присутня велика кількість продавців та покупців; конкуренція на ринку є досить інтенсивною, оскільки пропозиція перевищує попит і продавці змагаються за вибір покупця їхньої продукції; галузь має сприятливі умови для виходу на зовнішній ринок.

Відмінною рисою прогнозу розвитку світового аграрного ринку до 2024 р. До початку повномасштабного вторгнення була присутність України на ключових позиціях практично у всіх сегментах зернових культур поряд з вже традиційними гравцями. У майбутньому очікувалось збільшення загальної площі сільськогосподарських земель, особливо в країнах зі значним їх запасом [1].

Таким чином, забезпечення продовольчої безпеки держави напряму залежить від рівня розвитку харчової промисловості України. І слідування європейським стандартам функціонування галузей харчової промисловості є пріоритетним завданням, яке поставлено перед Україною в умовах глобалізації. Здатність забезпечити потреби вітчизняного ринку та підвищити рівень конкурентоспроможності українських підприємств залежить від чіткого розуміння викликів, які стоять перед стратегічно важливою галуззю вітчизняної промисловості. Для цього важливо оптимізувати виробничі процеси, передбачити

					<i>КРМ.ТЗПХІКВ.1.080-03.III.9.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Ковальчук А.О.					11	116
Керівник		Жигунов Д.О.						
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						
						ОНТУ, ТЗХ-61а		

механізми реалізації продукції, підвищити якість та безпечність продуктів харчування. Це питання лежить у площині вітчизняних інструментів контролю, що повинні ретельно слідкувати за дотриманням вимог щодо безпеки продукції, її відповідністю стандартам якості [2].

Нажаль, сучасна технологія сортових помелів виділяється складною ієрархічною структурою, складається з різних етапів підготовки зерна, його розмелу і формування готової продукції. Так само існує проблема ефективного визначення якості зерна на початкових етапах його підготовки. Більша частина крупних борошномельних заводів України була побудована або реконструйована у 80-х– 90-х роках ХХ століття за ліцензійною технологією на основі комплектного обладнання [3]. І при виробництві борошна понад 70 % від усієї електроенергії, що витрачається, припадає на процес подрібнення зерна. Традиційний сортовий помел зернових культур заснований на поступовому подрібнюванні зерна і механічному розподілі трьох його основних частин – ендосперму, зародка і оболонки, які суттєво різняться своїми фізико-механічними властивостями і хімічним складом. Це досягається за рахунок використання великої кількості подрібнюючих систем, що призводить до великих затрат електроенергії на виробництво сортового борошна.

Супротив цьому, на сьогоднішній день доведено, що для поліпшення споживчих властивостей та підвищення конкурентоспроможності цільнозернового хліба, необхідно встановити конкретні вимоги до якості цільнозернового борошна та дослідити їх вплив на хлібопекарські властивості, встановити оптимальний гранулометричний склад борошна з метою підвищення його хлібопекарських властивостей та вдосконалити режими випічки з урахуванням показників якості цільнозернового борошна. Виробництво цільнозмеленого борошна дозволяє зберегти всю природну поживну цінність зерна та забезпечити споживача біологічно активними речовинами. Цільнозернове пшеничне борошно може бути використане при виробництві хліба, хлібобулочних та макаронних виробів підвищеної харчової цінності [4].

Саме тому на сьогоднішній день стоїть проблема оперативного та результативного методу оцінки якості зерна та борошна, оскільки методи, що використовуються для характеристики саме функціонально - технологічних показників або потребують дорогого обладнання, або не змістовні, або довготривалі. До цього ж, до оцінки показників якості за цільнозерновим борошном не приділяється належної уваги: стандарти України на цільнозернове пшеничне борошно на сьогоднішній день відсутні. ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» розповсюджуються тільки на борошно сортове та оббивне.

Але одним з альтернативних способів є – оцінка якості борошна за сучасним методом, що дозволяє визначити функціональність борошна відповідно до міжнародного стандарту ААСС 56-11.

Так як борошномельна цінність зерна безпосередньо пов'язана із загальним виходом борошна, а також борошна певного гатунку, який часто визначається за зольністю борошна, цей показник має важливе значення, оскільки навіть невелике зниження виходу борошна має значні економічні наслідки. Так само важливо точно визначити властивості зерна під час розмелювання. Фактично, залежно від характеристик зерна, більша частина борошна виробляється під час етапу подрібнення або розмелювання. Тобто, лабораторні млини є ключовим елементом у контролі якості зерна, оскільки процес розмелювання значною мірою визначає технологічні властивості виробленого борошна [5].

Тобто, наразі методи, що допомагають розширити інформацію про якість зерна, його подальше використання за набором функціональних показників та надання прогнозів і рекомендацій саме для цільового призначення, являються перспективними і заслуговують окремої уваги. І, безпосередньо, така діяльність полягає у використанні інноваційних стратегій з подальшим впровадженням їх на зернопереробні підприємства, що у свою чергу підвищує як рівень підприємства, так і національну економіку в майбутньому.

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Україна має потужний потенціал для вирощування, експорту та переробки зернових культур. Хоча на Україну припадає лише 3-4% світового виробництва пшениці та ячменю, країна відіграє ключову роль у світовому експорті. При цьому існує ще досить серйозний потенціал для подальшого нарощування виробництва та експорту.

Щодо, безпосередньо, борошномельної промисловості в Україні, то загальна потужність виробництва борошна в Україні становить близько 7,5 млн. тонн на рік. На сьогоднішній день галузь використовує близько 45-50% цих потужностей. Українські борошномельні підприємства всіх розмірів, включаючи млини, споживають приблизно 4 млн. тонн пшениці за сезон.

На виробництво борошна в Україні в основному впливають наступні фактори внутрішнього споживання, які визначаються:

- чисельністю населення (станом на 01.01.2015 р. чисельність населення України скоротилася до 42,2 млн. осіб, що на 6% менше, ніж на аналогічну дату 2014 року (45,5 млн. осіб);
- купівельною спроможністю населення;
- динамікою цін на хлібобулочні вироби, що впливає на раціоналізацію частки хліба в загальній структурі харчування;
- зростанням собівартості виробництва борошна в Україні, що спровокувало зниження рентабельності підприємств;
- попитом на борошно на зовнішньому ринку.

У сезоні 2017/18 українські експортери борошна встановили новий рекорд і відвантажили за кордон 430 тис. тонн, але в 2018/19 експорт скоротився. За липень-квітень було відвантажено лише 240 тис. тонн пшеничного борошна проти

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.080-03.III.9.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковальчук А.О.			Розділ 2	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					13	116
						ОНТУ, ТЗХ-61а		
Консульт.		Басюркіна Н.Й.						
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

380 тис. тонн за аналогічний період минулого року. Однією з основних причин зниження експорту є скорочення виробництва борошна (-13% у 2018 році).

Найбільш привабливим для споживачів українського пшеничного борошна є фактор співвідношення ціни та якості. Найбільшими покупцями пшеничного борошна з України стали країни Азії, Африки та Близького Сходу [6].

В Україні, насамперед, сформована культура харчування, в якій продукція борошномельної промисловості займає одне з чільних місць. Проте, впродовж останніх років, обсяги споживання харчових продуктів (в тому числі хлібних) зменшуються, що формує нові умови функціонування підприємств даної галузі.

Тобто, важливим фактором при виробництві та у подальшому – реалізації високоякісної продукції є максимальне використання наявних ресурсів та потужностей, при тому впроваджуючи інноваційні методи виробництва готового продукту, відповідаючого усім стандартам якості.

Так, міжнародна інтеграція інноваційної діяльності підприємств розвинена недостатньо. Основна кількість партнерів інноваційних підприємств в борошномельній промисловості розташовані в Україні. Щодо міжнародної співпраці, то серед іноземних підприємств на цьому ринку, з якими співпрацюють вітчизняні суб'єкти господарювання, переважають партнери з країн ЄС. Тенденція до міжнародної співпраці в галузі інноваційного розвитку позитивна, оскільки забезпечує обмін досвідом та потенційно сприяє підвищенню інноваційного потенціалу елементів національної економіки. Для забезпечення ефективності інноваційної діяльності необхідно оцінити результати діяльності підприємства, видів виробництва, інноваційних перспектив, потенціалу [7].

Беручи до уваги оцінку якості та показників зерна при його надходженні на підприємство, найважливішим фактором, що обумовлює хлібопекарські властивості борошна і випеченого з нього хліба, є якість зерна, яке визначається хімічним складом і технологічними властивостями і залежить, по-перше, від сортових особливостей, по-друге, від ґрунтово-кліматичних умов. І, якщо кожен сорт має свій генетичний потенціал і при дотриманні агротехнічних умов

виращування забезпечує стабільну якість зерна, то зміна кліматичних умов в різні роки призводить до отримання зерна нестабільної якості.

На сьогоднішній день, система контролю якості борошна в Україні здійснюється у відповідності із чинною нормативно-технічною документацією. Дослідження якості борошна зазвичай розпочинають зі встановлення органолептичних показників, вологості, крупності, кількості та якості клейковини, числа падіння та закінчують проведенням пробної лабораторної випічки, що займає багато часу та не є досить показовим для виробництва борошна за конкретними показниками [8].

Однією з основних завдань вітчизняної борошномельно-круп'яної промисловості є насичення ринку новими високоякісними та безпечними зерновими продуктами, здатними збалансувати і впорядкувати структуру харчування. Перед сучасною зернопереробною промисловістю стоїть низка актуальних проблем, вирішення яких необхідно для підвищення конкурентоспроможності вітчизняних продуктів переробки зерна на європейському ринку, підвищення коефіцієнта використання зерна, зниження енергоємності технологічного процесу переробки зерна і розширення асортименту готової продукції з підвищеною харчовою і біологічною цінністю за рахунок впровадження новітніх, інноваційних, змістовних методів оцінки зерна [9].

У даній роботі здійснюється техніко-економічне обґрунтування ефективності використання методу SRC при аналізі показників якості пшеничного борошна. Актуальність теми складається у тому, що враховуючи всі недоліки підприємств, які використовують застарілі технології та випускають продукцію у досить вузькому асортименті, ми плануємо впровадити на підприємство «Київмлин» нову для національного ринку наукову технологію. Це дозволить ефективно використовувати потужність та продуктивність заводу, збільшити асортимент борошна, а саме: виготовляти як хлібопекарське, так і борошно спеціального призначення для окремих видів борошняних виробів, на основі оцінки якостей та технологічних особливостей зерна та борошна.

Техніко-економічне обґрунтування включає роботи:

- формулювання робочої гіпотези дослідження;
- маркетингові дослідження;
- визначення інвестиційних витрат;
- попереднє визначення доцільності та ефективності дослідження.

2.1 Робоча гіпотеза

2.1.1 Економічна мета науково-дослідної роботи.

Економічною метою впровадження наукового інноваційного методу визначення якості та функціональності борошна є підвищення економічних показників за рахунок виробництва додаткового об'єму борошна (збільшення загальної продуктивності підприємства); можливості вироблення борошна під кожного замовника за заданими показниками якості; охоплення додаткових потенційних клієнтів (виготовлення не тільки хлібопекарського борошна, а й кондитерського призначення, макаронного і т.д.). Звісно, отримання додаткового прибутку на основі розширення ринку збуту і обсягу реалізації продукції та послуг.

При використанні методу SRC у виробництві, дане підприємство стане більш конкурентоспроможним як на вітчизняному ринку, так і за кордоном, виробляючи продукцію з гарантом якості. Тобто, борошномельний завод буде використовувати при оцінці якості поступаючого зерна міжнародний інноваційний метод і тим самим підвищить репутацію та стандарт всього підприємства, а як наслідок продукція буде гарантовано продаватися. Це покращить логістику та підвищить маркетинговий ефект. Адже за отриманими показниками якості тесту можливо одразу орієнтуватися на конкретний збут продукції – заздалегідь укласти договори з конкретними компаніями, за рахунок отримання інформації щодо кінцевого використання борошна. Це дозволить підприємству працювати без простоїв, у найбільшій ефективності і зменшити кількість поверненої продукції, адже буде спрямована та виготовлена за

конкретними запитами, і паралельно виготовляючи продукцію для загального використання.

Також метод SRC дозволяє підвищити ефективність використання сировини (зерна) за рахунок більш точного формування помельних партій; стабілізувати та покращити якість готової продукції; зменшити кількість рекламаций з боку споживачів до якості борошна; і, як зазначалось, знизити кількість повернень борошновозів та їх простоїв.

Тобто, основний техніко-технологічний захід, що підвищить прибуток підприємства та підніміть його на новий рівень серед інших заводів, являється впровадження методу SRC на початковому етапі оцінки якості зерна в виробничій лабораторії підприємства.

2.1.2 Зміст науково-дослідної роботи.

Стадії інноваційного процесу, які будуть задіяні у даній науково-дослідній роботі :

- формулювання концепції досліджень;
- проведення прикладних науково-дослідних робіт;
- експериментальні дослідження у виробництві.

Предмет досліджень

Технологія виробництва хлібопекарського борошна та борошна спеціального призначення за рахунок визначення активності основних функціональних полімерних компонентів борошна. Використання та удосконалення методу SRC (визначення оптимального варіанту пробо підготовки зерна та подальше визначення основних показників) дозволяє обґрунтувати цільове використання пшениці в борошномельному виробництві та на хлібопекарських підприємствах.

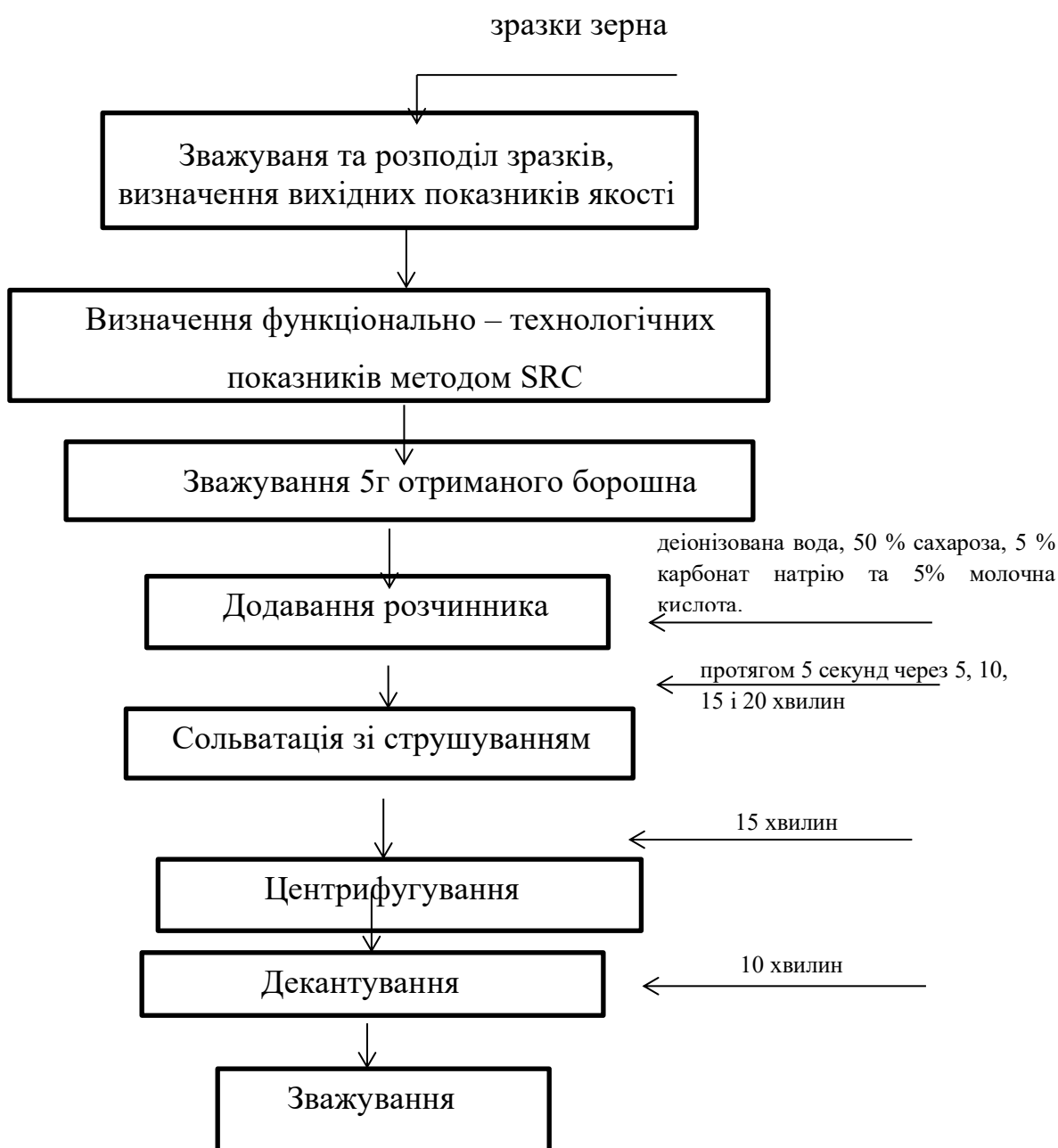
Опис методики досліджень

В результаті використання SRC, покращується якість вихідної продукції – борошна за рахунок чого, покращується в подальшому і якість хлібопекарських,

кондитерських, макаронних виробів, адже для кожного з цих видів виробів необхідні певні задані функціонально – технологічні показники.

Випробування по аналізу ефективності різних видів пробо підготовки зерна до дослідження, проведення оцінки якості методом SRC та розробці технології виготовлення борошна розширеного асортименту передбачається робити на кафедрі ТПЗ у спеціалізованих зернових лабораторіях та випробувальній лабораторії «Агмінтест».

Рис. 2.1. Схема підготовки та проведення дослідження методом SRC



↓

Миття пробірок

↓

Оцінка та аналіз отриманих результатів,
порівняння та вибір оптимального варіанту

Дослідження проводилось наступним чином: приготували чотири розчинники: деіонізовану воду, 50 % сахарози, 5 % карбонату натрію та 5% молочної кислоти. Зважували 5г борошна в поліпропіленовій центрифужній пробірці з конічним дном на 50 мл для змішування з кожним розчинником. Додавали 25г розчинника та інтенсивно збовтували протягом 5 секунд. Далі струшували протягом 5 секунд через 5, 10, 15 і 20 хвилин. Поміщали пробірки в центрифугу на 15 хвилин без гальмування. Потім пролежували протягом 10 хвилин, зважували пробірку з залишком та повторювали кроки з 2 по 8 для кожного розчинника. Схема виконання наведена на рис 2.1.

Перелік та методи контролю показників при проведенні досліджень наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Перелік та методи контролю показників при проведенні досліджень

Найменування показника, одиниці вимірювання	Методи контролю, досліджень показників	Кількість дослідів, показників
Контроль 1 – Перевірка якості сировини зерна		
Сила борошна, од. ал.	ДСТУ 4111.4-2002. Необхідне: Альеограф Chopin Technologies	8x2
Вміст білку, %	ISO 12099:2017. Необхідне: інфрачервоний експрес-аналізатор «Inframatic 8620».	8x2
Вміст клейковини, %	Стандартний метод, ГОСТ 13586.1-68. Необхідне: лабораторний млин ЛМТ-2, тістомісилка ТЛ-2, сито, ваги аналітичні.	8x2
Якість клейковини, ум. од.	Стандартний метод, ГОСТ 13586.1-68. Необхідне: Індикатор	8x2

	деформації клейковини ІДК-1.	
Контроль 2 – Перевірка якості сировини – борошна		
Тест SRC	Метод SRC за AACCI Approved Method 56-11.02 Необхідне: ваги аналітичні, центрифуга	8x3x3x2

Таблиця 2.2 – Визначення часу досліджень

№ п/п	Найменування операцій та точок контролю	Тривалість часу одного режиму або вимірювання показника, хв	Кількість досліджень, режимів або показників, од.	Загальна тривалість досліджень показника, хв
1	Контроль 1 (зерно)			
	Сила борошна, од. ал.	30	8x2	480
	Вміст білку, %	5	8x2	80
	Якість клейковини, ум. од.	20	8x2	320
	Вміст клейковини, %	50	8x2	800
2	Отримання цільнозмеленого борошна в лабораторних умовах на млині:			
	Perten 3100	5	24	120
	Brabender QJ	5	24	120
	CD-1	15	24	360
3	Контроль 2 (цільнозернове борошно)			
	Тест SRC	20	8x3x3x4	5760
Всього				8040

Загальна тривалість досліджень показника – 8 040 хв.

У годинах $T_{\text{год}} = \frac{8040}{60} = 134$ год.

У днях, в розрахунку що за день студент займається наукою – 5 години:

Загальна тривалість досліджень у днях $T_{\text{дн}} = \frac{134}{5} = 26,8$ днів.

Загальна тривалість досліджень у тижнях: $T_{\text{тиж}} = \frac{26,8}{5} = 5,4$ тижнів.

Загальна тривалість досліджень у місяцях $T_{\text{міс}} = \frac{5,4}{4} = 1,4 \approx 1,5$ місяці.

При проведенні досліджень по 4 години на день та з інтервалом 5 рази на тиждень, для виконання досліджень знадобиться 1,5 місяці.

2.2 Порядок впровадження у виробництві результатів дослідження.

Передбачається впровадження даного методу на борошномельне підприємство «КиївМлин», продуктивністю 150 т/доб, та у виробничих лабораторіях проводити оцінку якості борошна за методом SRC.

Технологічні операції, які передбачено ввести:

- Лабораторне подрібнення зерна.
- Покупка та зберігання діагностичних розчинів.
- Дозування розчинників.
- Центрифугування.

Для реалізації цих операцій встановлюється наступні обладнання, та використовуються прилади і матеріали у лабораторії:

- Центрифужні пробірки на 50мл - 100шт.;
- Дистилятор води 1 од.;
- Скляна лопатка лабораторна - 2 шт.;
- Розчин молочної кислоти, розчин карбонату натрію, цукор;
- Скляний бутль на 5л – 4 шт;
- Мірний циліндр – 1 шт;
- Лабораторний диспансер – 4 шт;
- Центрифуга 1 од.

Встановлене обладнання потребує обслуговування, а для проведення даного дослідження – додатковий лаборант, планується на 2 працівники.

2.2.1 Очікувані економічні результати.

Впровадження результатів, отриманих при проведенні досліджень, при виробництві борошна дозволить отримати підприємству додатковий прибуток за рахунок збільшення об'єму реалізації, що досягається зниженням цін і розширенню асортименту.

На базовому підприємстві очікується зміна наступних показників: збільшення обсягів виробництва та реалізації продукції завдяки впровадженню нового продукту і охоплення додаткових споживачів.

Тобто, очікується поліпшення показників виробництва у зв'язку з впровадженням у виробництво методу оцінки якості зерна з встановленими рекомендаціями, що будуть визначені завдяки результатам НДР.

Планується збільшення обсягів виробництва та реалізації продукції в Київському регіоні на 10 %, завдяки підвищенню якості традиційної продукції, завдяки впровадження нового продукту функціонального призначення і охоплення додаткових споживачів; здешевлення вартості продукції на 2% завдяки оптимізації виробництва.

2.3 Маркетингові дослідження

В Україні борошно є сировиною для найбільш важливих продуктів харчування, тому виробництво цього товару в країні вважається стратегічним. Розмір ринку борошна в Україні визначається в основному потребами внутрішнього споживання.

Також на території нашої країни ще досить невідомим та нерозповсюдженим залишається метод SRC для оцінки функціональності борошна. Більш розповсюдженні являються методи з використанням фанинографа, альвеографа, міксографа та ін.. Але вони являються досить дорогими і не дають настільки повної інформації. Тому рішення використовувати даний метод, є дуже не погане і навіть прибуткове.

Можна зазначити, що виробництво борошна є соціально значимим і продукція підприємств знаходиться під державним контролем та регулюванням ціни.

Згідно робочої гіпотези очікується отримання додаткового прибутку ($\Delta\Pi$) за рахунок реалізації не тільки хлібопекарського борошна, а й окремо борошна цільового призначення, але при цьому збільшаться витрати ($V_{\text{дод}}$).

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi\Pi - V_{\text{дод}}, \quad (2.1)$$

де $\Delta\Pi$ - прибуток за рахунок збільшення реалізації продукції, тис грн;

$\Delta\Pi\Pi$ – збільшення обсягу реалізації нової продукції, тис грн.

$V_{\text{дод}}$ – додаткові витрати на реалізацію нової продукції тис грн.

Визначення обсягів реалізації нової продукції – ΔРП.

Так як розглядається комплексний проект, завод умовно буде розділений на дві секції, де в нашому випадку планується впровадження новітньої технології оцінки якості за функціонально-технологічними показниками, а в другій секції – впровадження універсального методу визначення крупності борошна. Таким чином, обсяг виготовлення на борошномельному заводі борошна по секції Б - 270 т/добу. Оптова ціна продукції на підприємстві складає для першого сорту 11 тис. грн./т, для висівок 2,5 тис. грн/т з ПДВ 20 %, тому нижче наведена таблиця реалізації продукції.

Таблиця 2.3. Обсяг реалізації продукції на заводі.

Показники	Значення показників	Оптові ціни підприємства, тис. грн..	Обсяги реалізації продукції, тис. грн..
Виробництво продукції:			
борошно 1с, %	72,0	12 000	711 504
т	59 292		
висівки, %	25,1	2 800	57 876
т	20 670		
Всього, тис. грн.			769 380

В результаті впровадження з'являється можливість здійснювати виробництво борошна з розширеними показниками якості, що визначаються за допомогою запропонованого методу. Тобто збільшується спектр даних по показникам даного борошна, що дає цю перспективу використання борошна за спеціальним призначенням, цільовим, оскільки на сьогоднішній день ці показники, і, відповідно, продукція з прописаними функціонально-технологічними значеннями, користується підвищеним попитом. Адже це спрощує подальше використання готового продукту.

Так як на виготовлення борошна спеціального призначення йде 30 % від загального обсягу борошна (1с, не враховуючи висівки), тоді:

$$V_{\text{спец.п.}} = 59\,292 \times 0,3 = 17\,788 \text{ т.}$$

Тобто, при роботі лінії 100 днів, потужність лінії складе:

$$ВП_{\text{л. спец. п.}} = (17\,788)/100 = 178 \text{ т.}$$

Обсяги реалізації визначаємо за формулою:

$$\Delta RP = \Delta C \times V, \quad (2.2)$$

де ΔC - збільшення ціни нової продукції тис грн.

V - обсяг борошна спеціального призначення, т

$$\Delta C = V_{\text{дод. пит.}} \times (1+p), \quad (2.3)$$

$V_{\text{дод. пит.}}$ - додаткові питомі витрати на 1 т продукції;

p – рентабельність продукту (приймаємо 30%).

Визначення додаткових витрат на виробництво продукції - $V_{\text{дод}}$

$$V_{\text{дод}} = \Delta V_{\text{зп}} + \Delta V_{\text{соц}} + V_{\text{ін}}, \quad (2.4)$$

$\Delta V_{\text{зп}}$ - додаткові витрати на заробітну платню ,тис грн;

$\Delta V_{\text{соц.}}$ – додаткові соціальні витрати(єдиний соціальний внесок) ,тис грн;

$\Delta V_{\text{ін.}}$ – додаткові інші витрати ,тис грн.

Визначення додаткових витрат на заробітну плату - $\Delta V_{\text{зп}}$

Для додаткового лаборанта встановлюється середня заробітня плата у розмірі 6000 грн. Робочий період підприємства складає 305 діб \approx 12місяців.

$$\Delta V_{\text{зп}} = Ч \times Z_{\text{сер.міс}} \times 12, \quad (2.5)$$

де $Ч$ - кількість працівників,чол.

$Z_{\text{сер.міс}}$ -середня місячна заробітна плата,грн.;

$$\Delta V_{\text{зп}} = 3 \times 6000 \times 12 = 216 \text{ тис.грн.}$$

Соціальні виплати - $\Delta V_{\text{соц}}$

Соціальні витрати складають 22% від заробітної плати і дорівнюють:

$$\Delta V_{\text{соц}} = 216 \times 0,22 = 47 \text{ тис.грн.}$$

Інші витрати - $\Delta V_{\text{ін}}$

Інші витрати складають 5% від загальних витрат і складають:

$$\Delta V_{\text{ін}} = (216 + 47) \times 0,05 = 13 \text{ тис. грн.}$$

Визначення додаткових витрат на виробництво продукції (2.4) :

$$V_{\text{дод}} = \Delta C = 216 + 47 + 13 = 276 \text{ тис. грн.}$$

Визначення збільшення ціни (2.3) :

$$V_{\text{дод.пит.}} = (V_{\text{дод.}}) / V = 276 / (17\,788) = 0,1 \text{ тис. грн/т}$$

$$\Delta C = 0,1 \times 1,3 = 0,13 \text{ тис. грн.}$$

Приймаємо приріст ціни на борошно спеціального призначення (ΔC) на рівні 0,13 тис. грн. (якщо ціна борошно 1с = 11 000 грн/т, то ціна для борошна спеціального призначення = 11130 грн/т)

Обсяги виробництва борошна спеціального призначення (2.2) :

$$\Delta PП = 0,13 \times 17788 = 2313 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток за рахунок додаткової реалізації продукції складає:

$$\Delta П = \Delta PП - \Delta C \quad (2.6)$$

$$\Delta П = 2313 - 276 = 2037 \text{ тис. грн.}$$

Тобто, при застосуванні методу SRC для збільшення попиту на готову продукцію та обсягів реалізації, а саме за рахунок виготовлення борошна спеціального призначення, на підприємстві збільшиться прибуток на 2037 тис.[10].

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1 Стан використання та впровадження інновацій на зернопереробні підприємства в Україні

Сьогодення України характеризується складним станом макроекономіки, політичною кризою та соціальним напруженням. На жаль, ці фактори мають стримуючий ефект щодо інноваційної активності підприємств (рис. 3.1).

Окрім кількості залучених інвестицій, де негативна тенденція стостерігається лише протягом останніх років, Україна зазнає катастрофічної втрати наукового потенціалу ще з часу проголошення незалежності у 1991 р. (рис. 3.2). Це – фундаментальна проблема для розвитку економіки країни в цілому та інноваційної діяльності зокрема.

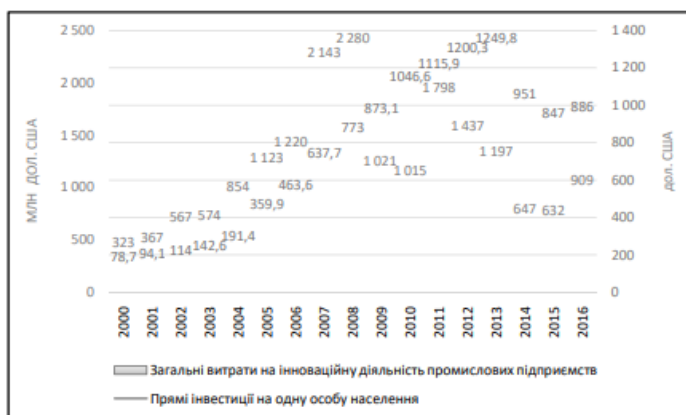


Рис. 3.1. Інвестиції в інноваційну діяльність в Україні за 2000–2016 рр.

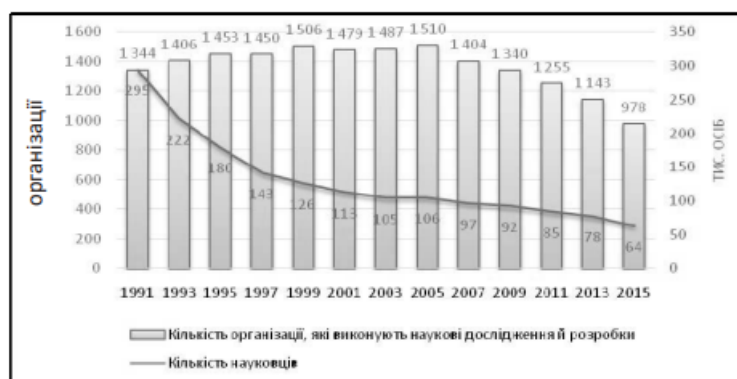


Рис. 3.2. Тенденція спаду наукового сектора в Україні з 1991 р.

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.080-03.III.9.2</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Ковальчук А.О.			Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.				26	116
Консульт.					ОНТУ, ТЗХ-61а		
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.					
Розділ 3							

Для підвищення інноваційного рівня промисловості насамперед потрібне зміцнення позицій національної економіки. Цього можливо досягнути за рахунок створення сучасного конкурентоспроможного сектора високотехнологічних виробництв та економіки знань разом із модернізацією енергосировинного комплексу. У той самий час реалізація такої політики визначає перетворення саме інноваційних факторів у джерело економічного прориву, зростання, нарощування людського капіталу як основи вирішення соціальних проблем та поліпшення рівня і якості життя населення.

Для запуску процесу впровадження інновацій необхідно змінити філософію економічного розвитку держави – із сировинного придатка для більш розвинутих економік на країну, де на зміну таким ресурсам, як земля, робоча сила, капітал як найцінніший економічний ресурс приходять інтелектуальна власність [11].

У 2019 р. 782 підприємства здійснювали інноваційну діяльність у промисловості. При цьому частка кількості промислових підприємств, що впроваджували інновації (продукцію та/або технологічні процеси), у загальній кількості промислових підприємств становила 13,8 %.

Із загальної кількості інноваційно активних підприємств здійснювали: внутрішні та зовнішні НДР – 24,4%; придбання машин, обладнання та програмного забезпечення – 64,7%; придбання зовнішніх знань – 4,5%; інші роботи – 20,6% підприємств. За видами економічної діяльності найбільші частки інноваційно активних підприємств припадають на виробництво харчових продуктів – 16,8 %, виробництво машин і устаткування, н.в.і.у. (не введені в інші угруповання) – 10,2%.

Частка витрат на виконання наукових і науково-технічних робіт у ВВП у 2019 році становила 0,43 %

Частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промисловості у 2019 році становила 1,3 % [12].

Серед найважливіших напрямів інноваційного розвитку промислових підприємств слід визначити подальше удосконалення продукції в аспекті інтеграції до її характеристик сучасних цифрових технологій, пов'язаних з

експлуатацією виробів. Розширення асортименту виробів з різним співвідношенням ціна-якість також сприятиме охопленню більш широких верств споживачів. Важливим є зміна пріоритетів розвитку промислового виробництва на користь тих галузей, які здатні створювати високотехнологічну продукцію та відходять від сировинної моделі розвитку національної економіки, що для нашого випадку являється найкращим варіантом. Удосконалення метоів оцінки якості зерна та борошна веде за собою позитивні зміни в процесі впровадження – від початкового етапу до кінцевого процесу виробництва готової продукції. Таким чином, інноваційна політика підприємства повинна враховувати особливості тієї галузі, до якої воно належить, намагатися забезпечити ефективне використання наявних ресурсів, будувати партнерські відносини з усіма потенційними стейкхолдерами інноваційного процесу. При цьому, при прийнятті управлінських рішень важливим є визначення ефектів від впровадження інновацій за напрямками їх формування (економічні, технологічні, соціальні, екологічні). Серед перспективних напрямів підвищення інноваційного потенціалу промислового підприємства слід також відзначити необхідність розвитку командних методів роботи серед персоналу, підвищувати кваліфікацію тих працівників, діяльність яких пов'язана з інноваційними розробками.

Промислові підприємства повинні бути готові до зміни напрямів своєї діяльності, диверсифікації створюваної продукції та пошуку нових ринків збуту. Кожен з цих напрямів розвитку підприємства у ринковому середовищі передбачає інноваційне забезпечення запланованих змін [13].

До основних чинників, що негативно впливають на інноваційний розвиток зернопереробних підприємств, слід віднести: низький рівень бюджетного фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, що передують інноваціям; відсутність механізмів надання пільг промисловим підприємствам, що впроваджують інновації; відсутність галузевої програми державної інноваційної політики, недосконалість діючих економічних механізмів, і спеціалізованих кредитних установ, спрямованих на забезпечення переходу на інноваційну модель розвитку; недостатній рівень комерціалізації результатів

наукових досліджень; відсутність галузевого інноваційного фонду для фінансування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт; податок на чистий прибуток зернопереробних підприємств, інше.

Вдосконалення, інноваційної діяльності підприємств зернопереробної промисловості можливе при умові належної державної підтримки та створенні сприятливих умов для впровадження ГС, яка б базувалася в основному на продуктових і процесових технологічних інноваціях, оскільки вони створюють базу для оновлення всіх виробничо-господарських процесів, а це в свою чергу сприятиме конкурентоспроможності підприємств, стабільного їх розвитку, а від так сталого розвитку суспільства [14]. Тому дана робота надзвичайно важлива, адже через ініціативи і наукові дослідження, альтернатива, запропонована в даній роботі, є цілком реалізаційно спроможною, та в майбутньому може бути втілена з ефективним використанням сировини, обладнання і, безпосередньо, часу на проведення дослідів.

3.2 Класифікація технологічних властивостей зерна та борошна

Розвиток борошномельної галузі має велике значення для внутрішньої економіки, оскільки це сприяє виробництву ключового продукту для глибокої переробки зерна. Також цей напрямок є перспективним у міжнародній торгівлі. Підприємства, які виробляють борошно, відповідають за принципи роботи та якість продукції, конкурентоспроможність на міжнародному ринку і, водночас, найважливіше, впливають на харчову безпеку України.

На сьогодні, в Україні немає загальних стандартів для всіх типів зерна. Тому по кожному існує свій список вимог. Так, існують технологічні показники якості для зерна пшениці. Показники оцінки технологічних властивостей зерна пшениці умовно поділяються на такі, що характеризують загальний стан зерна, борошномельні і хлібопекарні властивості. Тому, показники якості зерна мають наступний вигляд:

- технологічні: колір, вологість, смак, зараженість, запах, чистота і т. д. Перевірка зрілості, свіжості і зараженості є обов'язковою не тільки для пшениці, але і для всіх існуючих типів зерна;

- борошномельні властивості – питома вага, скловидність, типовий склад, маса 1000 зерен, вирівняність, натура, зольність;

- хлібопекарські властивості – склад борошна, зміст і якість клейковини, фізичні показники тіста, автолітична активність (здатність борошна утворювати певну кількість водорозчинних речовин при прогріванні водно-борошняної суспензії) , газоутворювальна здатність. Це додаткові показники якості, які перевіряються за необхідності.

За допомогою вищевказаних показників якості пшениці визначають її клас і придатність до подальшої переробки [15].

Щодо борошна, його якість оцінюють за такими основними показниками: колір, запах, смак, крупність помелу, вологість, зольність (білість), масова частка домішок, зараженість шкідниками хлібних злаків, масова частка клейковини та її якість, число падіння. Колір, крупність помелу, зольність (білість), масова частка клейковини нормуються по кожному сорту борошна.

3.2.1 Традиційні методи визначення якості

Якість зерна визначається на підставі результатів лабораторного аналізу середньої проби, яка формується для кожної окремої партії. Середня проба повинна відповідати середній якості всієї партії за всіма фізичними і хімічними показниками.

Фізичні характеристики зернової маси визначаються органолептичною оцінкою зерна за його кольором, запахом і смаком, ступенем пошкодження, натурою, засміченістю, захворюваннями, присутністю бур'янів і інших домішок, вмістом дрібних зерен, зараженням і пошкодженням від комах і інших шкідників зерна.

Фізико-хімічні методи оцінки якості зерна включають в себе визначення вологості, визначення клейковини і її якості, визначення кислотності, виявлення неповноцінного зерна [16].

Лабораторний аналіз зерна – основні показники якості

Вологість. Для визначення фактичної вологості використовують електросушильні шафи або електровологоміри. При висушуванні зерна висновок про рівень вологості роблять на основі різниці в масі зерна до і після процедури.

Вирівняність. Показник, який характеризує однорідність зерна в партії за розміром. Оцінюється за допомогою системи сит з різним розміром осередків. В результаті просіювання визначають процентний вміст в пробі зерна того чи іншого розміру і роблять висновок.

Засміченість. Крім зерна основної культури в зерновій масі можуть міститися домішки. Чим більше їх зміст, тим нижче якість партії. Для аналізу виявляють процентне відношення кількості домішок до загальної зернової маси. Для аналізу відбирають середні проби - 25-50 г залежно від виду основної культури. У складі цих проб фіксують кількість домішок наступних видів: мінеральна (пісок, галька, пил); органічна (частки колосків, листя та ін.); бур'яниста (насіння, що не відносяться до основної культури); шкідлива (плоди, насіння, які містять отруйні речовини).

Для оцінки засміченості використовується система сит з різним розміром осередків. У нижній частині встановлюється піддон. Після просіювання проби, на кожному з сит залишаються домішки певного типу. Зважуючи їх, можна розрахувати процентне відношення маси сміття до маси зерна основної культури.

Натурною масою називається маса одного літра зерна, виражена в грамах. Цей показник нормується для зерна тільки чотирьох культур – пшениця, жито, тритикале, ячмінь, овес. Її визначають за допомогою приладу — пурки в середньому зразку, звільненому від великих домішок, після просіювання через сито 6 мм.

Зараженість, пошкодженість зерна. Якщо в зерновій масі присутні шкідники, її називають зараженою. Форма зараженості зерна може бути явною і

прихованою. Явну форму визначають, просіваючи середню пробу на декількох ситах. Отримані таким чином партії переглядають з використанням збільшувального скла, оцінюючи наявність і кількість шкідників. За результатами оцінки рівень зараженості визначають як кількість виявлених живих шкідників на 1 кг дослідженої продукції. Для визначення прихованої форми зараженості 50 довільно відібраних зерен розколюють на дошці і оглядають, перевіряючи на наявність довгоносіка або інших шкідників. Далі за кількістю виявлених заражених зерен оцінюють зараженість всієї партії.

Склоподібність визначається на розрізі зерна на вигляд або на спеціальному приладі – фотоелектричному діафоноскопі.

Маса наважки для визначення 1000 зерен залежить від крупності зерна окремих культур: 50 г - пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале, рис, сорго, вика.

Виділену наважку звільняють від смітцевої та зернової домішок, потім висипають на розбірну дошку, ретельно перемішують та розрівнюють рівним шаром у вигляді квадрата, який поділяють по діагоналях на чотири трикутники. З кожного трикутника підряд відраховують по 250 зерен. Зерна, відібрані з двох протилежних трикутників, об'єднують і отримують дві наважки по 500 зерен, кожен з яких зважують з точністю до 0,01 г. Різниця між масою двох наважок не повинна перевищувати 5 % їх середньої маси. Маси двох наважок додають і одержують масу 1000 зерен [17].

Лабораторний аналіз борошна – базові показники

Показник крупності помелу. Він напряму пов'язаний з хлібопекарськими властивостями борошна, а саме – швидкістю його набухання, водопоглинальною здатністю і т.д.. Вона є характерною для кожного сорту борошна. Визначається крупність шляхом просіювання борошна на ситах певного розміру, а нормується величиною сходу з верхнього сита (в %, не більше) і проходу через нижнє сито (%, не менше). Вищі сорти борошна мають дрібніші частинки, а низькі, відповідно, більші. При роз'ясненні зв'язку крупності помелу з подальшими процесами, то крупні частинки повільно набухають, тим самим стримується інтенсивність ферментативних процесів у тісті. Борошно ж з дуже дрібними

частинками, утворює тісто з низькими фізичними властивостями, що негативно впливає на якість виробів.

Газоутворююча здатність борошна. Даний показник характеризується кількістю двооксиду вуглецю, що виділяється за 5 годин бродіння тіста, виготовленого із 100 г борошна, 60 мл води і 10 г пресованих дріжджів. Вона залежить від вмісту власних цукрів борошна і його цукроутворюючої здатності. Для борошна нормальної якості газоутворююча здатність складає 1 300 — 1600 CO₂.

Зольність визначають спалюванням борошна у муфельній печі, що нагріта до яскраво-червоного кольору (~ 600°C), 1,5-2,0 г борошна в двох попередньо прокалених і зважених тиглях. Спалювання ведуть до повного зникнення чорних частинок. Потім тиглі охолоджують у ексикаторі, зважують і знову прокалюють протягом 20хв, охолоджують і зважують. Якщо, два послідовних зважування дають різницю не більше 0,0002 г, озолення вважають закінченим. Усі зважування проводять на аналітичних вагах із точністю до 0,0002 г.

Вологість борошна. Визначається методом прискореного висушування при 130°C та базується на випаровуванні вільної води із зразка при температурі вище 100°C. Це стандартний метод визначення вологості зерна та борошна, який дозволяє отримати достатньо точні результати протягом 70-80 хв. Прискорення процесу сушіння досягається завдяки підвищенню температури до 130°C та інтенсивній циркуляції сушильного агента, що забезпечується вентилятором. Сушіння проводять в шафі СЕШ-3М.

Кислотність борошна. Для визначення цього показника відважують 5 г борошна і насипають у конічну колбу, в яку задалегідь наливають за допомогою мірного циліндра 50 мл дистильованої води, збовтують, доливають 5 крапель 1% спиртового розчину фенолфталеїну та титрують 0,1 н. розчином їдкого натрію, до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом однієї хвилини. Кислотність виражається у градусах кислотності (°), які визначаються кількістю мілілітрів 1 н. розчину їдкого натрію, витраченого на нейтралізацію кислот, що містяться у 100 г

борошна. Для розрахунку кислотності перемножують отриманий результат на 20 (перерахунок на 100 г борошна) і ділять на 10 (перерахунок на 0,1 Н розчину лугу на 1 Н).

Білість борошна. Цей показник також показує сорт борошна, для цього використовують спеціальні прилади – вимірювачі білості борошна.

Визначення кількості клейковини. Для цього борошно добре перемішують і виділяють 2 наважки по 25 г. Далі наважку переносять в порцелярову чашку і додають 14 мл водопровідної води і замішують тісто, використовуючи скляну паличку. Після того, як тісто прийме нормальну консистенцію, рахують його частини, що прилипли до палички, ступки, пальців і з'єднують їх з кусочком тіста. Останній добре промивають, скручують у вигляді кульки і залишають в чашці на 29 хв для рівномірного просочування частинок борошна водою і набрякання білків. Чашку накривають зверху кришкою.

Через 20 хв починається процес відмивання клейковини. Коли в воді накопичується крохмаль і частинки оболонки, воду необхідно замінити і процідити її через мілке сито. Після того, коли утворюється зв'язана густоподібна маса, починають відмивання клейковини вже під струменем води. Відмивання ведуть до тих пір, поки оболонка не буде повністю відмита і вода, стікаюча при відмиванні клейковини, не буде прозорою.

Відмиту клейковину віджимають між долонями, витираючи їх час від часу сухим рушником. При цьому, клейковину декілька раз вивертають і знову віджимають між долонями, поки вона не почне злегка прилипати до рук. Віджату клейковину зважують, і якщо різниця між зважуваннями не перевищує 0,1 г то відмивку вважають завершеною. Кількість сирої клейковини виражається в процентах до наважки подрібненого зерна. Для цього одержана маса множить на 4. Для оцінки якості клейковини, яка повністю відмита і зважена беруть наважку 4 г. Клейковину 3 – 4 рази мнуть пальцями формують в шарики і кладуть на 15 хв в чашку з водою при температурі $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Після цього визначають пружні властивості приладом ІДК –1 (вимірювач деформації клейковини) [18,19].

3.2.2 Сучасні методи оцінки функціональних властивостей зерна та борошна

В останні роки катастрофічно знижується вітчизняний потенціал виробництва сільськогосподарської продукції, продуктивність праці, ефективність виробництва, скорочується величина інвестицій в галузь. Тому в сучасних умовах необхідно формувати ефективний господарський механізм розвитку аграрного сектора, який би забезпечив відтворення суспільного продукту в розмірах, здатних задовольнити кількісні й якісні суспільні потреби в сільськогосподарській продукції [20]. Тим самим, релевантно для цього використовувати сучасні методи оцінки зерна, які показують за визначеними показниками повну картину для подальшої реалізації готової продукції.

Якщо розглядати процеси, які проходять під час замішування тіста, встановлено, що мета замісу не обмежується тільки одержанням однорідної за всією масою суміші інгредієнтів, з яких воно готується, але не менш важливо привести тісто до стану, при якому його властивості забезпечують оптимальне протікання наступних стадій технологічного процесу, що дозволить одержати хліб високої якості. Для розробки науково обґрунтованої технології ведення процесу замішування та одержання тіста з відповідними властивостями необхідно знати структурно-реологічні характеристики замішуваного тіста. Вивчення реологічних властивостей тіста становить великий теоретичний інтерес і відповідне практичне значення, що дозволяє дати фізично обґрунтовану характеристику основних структурно-механічних властивостей.

Тому для контролю реологічних властивостей тіста останнім часом у дослідженнях хлібопекарських властивостей тіста широкого застосування набув ряд методів: визначення кількості вуглекислого газу, який виділяється тістом; зміна граничної напруги зрушення тіста в процесі бродіння; визначення інтенсивності бродіння тіста за допомогою пристроїв (альвеограф, амілограф, фаринограф, екстенсинограф, міксограф, матурограф і т.д.).

Альвеограф – прилад для комплексної оцінки показників якості зерна та борошна. Дозволяє визначати: силу борошна, хлібопекарські властивості

борошна, ВПС (водопоглинальну здатність борошна), еластичність та пружність тіста [21].

Окрім цього, на сьогоднішній день існує сучасний автоматизований метод визначення пошкодженого крохмалю на приладі SDmatic фірми Chopin Technologies, що відповідає світовим стандартам ISO 17715:2013, AFNOR V03-731, AACCS 76-33 і ICC 172 [22]. Принцип дії приладу базується на амперметричному методі аналізу пошкодженого крохмалю. Він ґрунтується на вимірюванні поглинання молекул йодиду калію в суспензії молекулами пошкодженого крохмалю. Чим сильніше пошкоджений крохмаль, тим більше молекул виробленого йодиду буде поглинено. Апарат створює і вимірює силу електричного струму в суспензії в ході хімічної реакції. Значне падіння сили струму вказує на великий вміст пошкодженого крохмалю [23,34].

Відомий на сьогодні також прилад Міксолаб, французької фірми Chopin Technologies, що з'явився на світовому ринку в 2004 р. [25], дозволяє оцінювати консистенцію і реологічні властивості тіста в певному температурному режимі, створюючи умови і імітуючи процеси, що відбуваються з тістом при його випіканні. Такий підхід дозволяє розкрити технологічні властивості борошна в повній мірі [26].

Поряд з таким дорогим обладнанням, яке не кожне підприємство може собі дозволити, є альтернативні сучасні методи оцінки функціональних властивостей зерна та борошна, такі як тест Zeleny та SRC.

Метод SRC полягає у вимірі здатності різних складових полімерів борошна вступати в контакт з деякими розчинниками: деіонізованою водою, 5% розчином молочної кислоти (для вимірювання глютенінів), 5% розчином карбонату натрію (для вимірювання пошкодження крохмалю) та 50% розчином сахарози (для вимірювання пентозанів). Ці розчини використовуються для прогнозування впливу кожного з цих полімерів на якість борошна. Повсюдний інтерес до цього методу обумовлений тим фактом, що три основні функціональні компоненти борошна впливають на зміну властивостей тіста в процесі замісу та випікання [27].

ISO 5529:2007 описує метод, відомий як тест на седиментацію Зелені, для оцінки одного з факторів, що визначають якість пшениці, як засіб прогнозування міцності борошна, яке можна виготовити з неї.

Седиментаційна величина за тестом Зелені описує ступінь осідання борошна, зваженого в розчині молочної кислоти. протягом стандартного інтервалу часу, і береться як показник якості випічки. Набухання клейковинної фракції борошна в молочнокислому розчині впливає на швидкість осідання борошняної суспензії. Чим більший вміст клейковини, і кращий глютен, тим повільніше відбувається осадження і отримуємо вищі значення тесту Зелені [28].

3.2.3 Лабораторне обладнання, що застосовується для помелу зерна

Помел зерна при визначенні його якості – важлива операція, необхідна при визначенні більшості показників. Лабораторні методи розмелювання зерна здійснюються зазвичай за допомогою млинів та дробарок. Існує думка, що умови і подрібнення надають превалюючий вплив на дисперсність і ступінь механічного пошкодження крохмальних гранул порівняно зі структурними особливостями пшениці, що розмелюється, режимами підготовки її до помелу [29].

Найбільш поширеними і затребуваним варіантом є універсальний лабораторний млин, який характеризується високою швидкістю помелу різних порід. Проте залежно від конкретної поставленої мети використання приладу і типу оброблюваного матеріалу розрізняють пристрої з різними робітниками механізмами:

- дискові, для швидкого подрібнення зерна;
- ножові, подрібнюючі речовини полімерного характеру і рослинного походження;
- різальні, для роботи з м'якими або середньої твердості еластичними матеріалами;
- ударні;
- вальцьові.

Лабораторні млини Perten молоткового типу дозволяють підготувати зразок зерна з метою визначення активності амілази, числа падіння, кількості і якості клейковини, вміст білків, золи та багатьох інших показників. Він призначений для помелу зерна пшениці, іржі і інших сільськогосподарських культур для визначення якості клейковини, «числа падіння» і інших показників якості зерна. Застосовується в ПТЛ хлібоприймальних, борошномельних і зернопереробних підприємствах, лабораторіях ГХІ, в системі сільського господарства, селекційних і науково-дослідних організаціях, незалежних лабораторіях і інших організаціях, що займаються оцінкою якості сільськогосподарських культур і продуктів їх переробки.

Brabender Quadrumat Junior – це лабораторний млин, що працює за валковим принципом, для подрібнення зернових культур з метою їх подальшого аналізу та визначення виходу продукту. Цей млин підходить для виготовлення проб з пшениці, жита, рису та твердої пшениці [30].

Лабораторний млин CD-1 складається з двох половин: драної та розмельної частин. При розмелі зерно однократно проходить крізь три рифлених вальця, потім просіюється на бураті, який має два сита — для отримання драних висівок, крупки та драного борошна. Розмельна частина оснащена парою вальців для подрібнення крупки, а також буратом для відокремлення борошна від розмельних висівок. Згідно з інструкцією до млину для отримання стандартного виходу борошна від 60 до 70% можна здійснити двократний пропуск крупки.

Він спеціально розроблений для експериментального помелу м'яких і твердих сортів пшениці, наближеного за умовами до промислового помелу. CD1 відтворює основні етапи роботи промислового млина [31].

3.2.4 Оцінка та порівняння якості борошна при лабораторному та виробничому помелі

З огляду літератури, існують значні відмінності між висівками, отриманими на різних млинах. Дрібні висівки, отримані на промисловому млині, мали менший розмір частинок, тоді як висівки, отримані на млині Quadrumat, мали більший розмір частинок.

Більший розмір частинок висівок впливає на якість борошна більше, ніж менший розмір частинок, що може вплинути на клейковину, текстуру та загальну якість хліба. Дрібні висівки зменшують питомий об'єм хліба і роблять м'якуш темніше в порівнянні з висівками середнього і більшого розміру, проте дрібні висівки дають більш гладку скорину, ніж інші. У той же час, в основному, не було суттєвих відмінностей між борошном з різним рівнем коефіцієнту вилучення (КВ) за міцністю тіста, що може бути пов'язано з незначними відмінностями між великими частинками отриманого борошна. Порівняння розподілу частинок за розмірами висівок, вироблених на промисловому млині та двох лабораторних млинах, показало, що між ними існують чіткі відмінності(рис 3.3) [32].

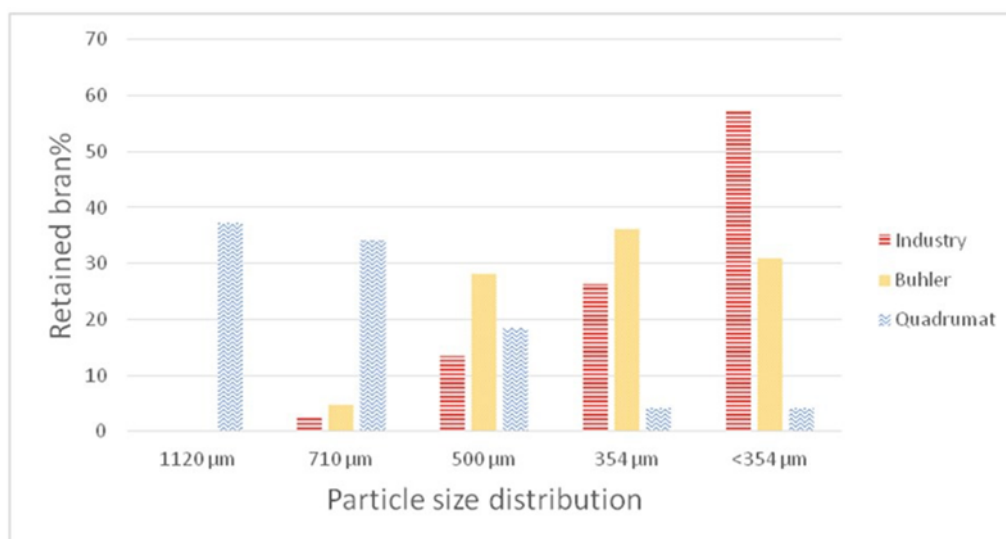


Рис 3.3. Гранулометричний склад дрібних висівок, вироблених на промисловому млині, млині Бюлера і млині Quadrumat. Зазначені частинки знаходилися над ситами, за винятком <355, яка знаходилася під ситом.

Також результати показали, що розмір частинок впливає на функціональність клейковини. Тест SRC показав, що поглинання води зросло з 77,43% до 85,76% зі зменшенням розміру частинок. Значення ослаблення білка корелювали зі значеннями водопоглинання в тесті SRC і тесті на мокру клейковину, відповідно.

Показники вологості клейковини борошна із середнім і великим розміром частинок були значно нижче в порівнянні з рафінованим. Це пояснюється тим, що при більшому розмірі частинок утруднена агрегація білків клейковини, що може

бути пов'язано з більшою площею поверхні висівок в зразках з великим розміром частинок [33].

У певних дослідженнях, в яких порівнювались якість борошна за різним типом помелу, маємо: якість борошна при FPQ - Quadrumat mill була найсильнішою з вироблених, в той час як при FPB - Buhler mill, була найслабшою. Тому слід розглянути можливість налагодження млинів Buhler та Quadrumat для виробництва продукції, щоб її якість була близькою до FPI - industry mill. В цілому, FPQ мав ближчі властивості до FPI. На рис. 3.4. та 3.5 подані характеристики отриманого борошна при різних помелах.

Milling type	Moisture (%)	Ash (%) at dw*	Wet gluten% at 14%ww**	Gluten index (%)	Above 50gg sieve% (g/g)	Pass 10xx sieve% (g/g)
Industry 1	12.9	1.09 ± 1.74a	29.2 ± 0.2b	66.0 ± 1.4b	2.0	43
Buhler	12.9	0.87 ± 0.00b	30.0 ± 0.0a	72.9 ± 0.6a	0.2	94
Quadrumat	15.6	1.03 ± 0.00ab	28.0 ± 0.0c	64.0 ± 1.4b	8.0	48
Industry 2	12.4	1.18 ± 0.00a	27.8 ± 0.7a	39.2 ± 0.9a	0.3	57
Buhler	11.6	0.86 ± 0.00c	30.5 ± 0.7a	29.3 ± 3.8b	0.4	93
Quadrumat	14.9	0.96 ± 0.00b	29.0 ± 0.5a	47.9 ± 0.6a	8.0	46
Industry 3	14.0	1.10 ± 0.00a	24.0 ± 1.4b	44.9 ± 0.3a	2.0	44
Buhler	12.0	0.86 ± 0.01b	31.3 ± 0.3a	38.0 ± 0.7b	0.7	86
Quadrumat	14.8	0.95 ± 0.04b	29.3 ± 0.4a	38.0 ± 0.7a	8.0	46

Значення виражені як середнє значення ± значуща відмінність при $p < 0,05$.

*dw (Суха вага)

**ww (Волога вага)

Рисунок 3.4. Хімічні та фізичні властивості борошна, виробленого трьома різними промисловими млинами, млинами Бюлера та Квадрумат із трьох різних зразків пшениці.

Milling type	Water absorption (%)	Stability (min)	Development time (min)	DoS* (BU) 10 12min	Q number
Industry 1	59.2	4.0	4.3	55, 87	63
Buhler	64.6	3.2	4.2	93, 126	56
Quadrumat	58.1	4.8	4.7	66, 96	65
Industry 2	59.2	4.8	4.8	47, 91	77
Buhler	65.3	4.0	5.0	78, 117	67
Quadrumat	63.2	5.9	6.0	36, 82	93
Industry 3	58.0	5.9	5.7	44, 94	86
Buhler	65.3	3.5	4.4	65, 105	63
Quadrumat	61.3	6.1	5.7	55, 91	78

Рисунок 3.5. Фаринографічні характеристики борошна, виробленого на трьох різних промислових млинах. Buhler і Quadrumat для трьох різних зразків пшениці.

Тобто, FРQ повинен бути скоригований для вираження змішування пшениці відповідним чином або з урахуванням відмінностей при визначенні відсоткового вмісту пшеничної суміші [34].

Загалом за якістю зерна, борошна та кінцевого продукту між двома випробуваними сортами в одному з досліджень, спостерігалися суттєві відмінності, але для більшості виміряних параметрів зерна, борошна та кінцевого продукту, млин, що використовується для виробництва борошна, також значно впливав на характеристики борошна.

Можна відзначити, що на низку ознак особливо сильно вплинула зміна розміру частинок цілнозернового борошна, яка помітно відрізнялася на різних млинах. До них відносяться пікова та кінцева в'язкість, час та стабільність розвитку фаринографа та обсяг буханця. Найкращими себе показали млини – вальцеві млини Brabender, Osttiroler та молоткові млини P3100.

Також важливим є факт, що борошно з меншим середнім розміром частинок матиме найкращі хлібопекарські характеристики [35].

3.3 Водопоглинальна здатність як основний показник якості вхідної сировини для хлібопекарського та кондитерського виробництва

Як відомо, водно-теплову обробку (ВТО) у борошномельному виробництві застосовують для спрямованої зміни технологічних властивостей зерна з метою створення оптимальних умов його переробки в сортове борошно. В результаті ВТО зростає еластичність оболонки зерна та знижується міцність ендосперму, що забезпечує ефективність подальшого вибіркового подрібнення. Таким чином, досягається мета сортових помелів: подрібнений ендосперм витягується в муку, а оболонки прямують у висівки. Крім того, при ВТО змінюються біохімічні властивості зерна та виробленого з нього борошна: знижується зольність борошна, підвищується вихід та покращується якість клейковини, зростає активність ферментів. Виходячи із значущості впливу на результати виробництва, ВТО є основою підготовки зерна до проведення сортових помелів.

Хлібопекарна здатність борошна визначається, головним чином, хімічним складом борошна та наявністю у ньому ферментів. Беручи до уваги, що хімічний

склад борошна та утворення ферментів в останній залежать як від зерна та сорту (виходу) борошна, так і від умов подальшого зберігання борошна, хлібопекарська здатність може бути найрізноманітнішою. Особливо це має місце при роботі з пшеничним борошном.

Хлібопекарські якості борошна визначаються також ваговим виходом хліба, що має значення у процесі хлібопечіння. Зазвичай, ваговий вихід хліба залежить від вагового виходу тіста, яке виготовлене з даного сорту борошна. Водопоглинаюча здатність борошна залежить від вмісту вологи та здатності білків і крохмалю утримувати воду. Ефективність та вихід тіста та готових виробів залежать від водопоглинальної здатності борошна.

Консистенція тіста не є сталим параметром для всіх видів хлібо-булочних виробів. Наприклад, при випіканні формового хліба тісто завжди стає менш щільним, ніж для подового хліба. Це враховується при оцінці водопоглинальної здатності борошна. Водопоглинальну здатність борошна визначається співвідношенням борошна і води в тісті, що залежить від якості борошна. Борошно сухе, з гарною клейковиною, витримане, поглинає більше води, ніж вологе, з недостатньою відлежкою та слабкою клейковиною. Зі збільшенням відсотка виходу борошна водопоглинальна здатність збільшується, оскільки висівки добре поглинають воду. Чим вище водопоглинальна здатність борошна, тим більший вихід тіста, а отже, і більший вихід хліба дасть таке борошно.

Водопоглинальна здатність борошна залежно від якості та сортності коливається від 40 до 75% [36,37].

3.3.1 Фактори, що зумовлюють ВПЗ

Властивості поглинання води борошном залежать від різних факторів. Кількість води, яку може абсорбувати борошно, пов'язана з його хімічним складом, наявністю полімерів, які можуть набухати, таких як білки, крохмаль, пентозани та клітковина, а також їхнім станом та розміром поверхні для адсорбції вологи. Отже, водопоглинальна здатність борошна визначається сортом борошна, ступенем його дозрівання, вологістю та розміром частинок. Борошно, яке має

більшу площу загальної поверхні частинок, наприклад, тонко подрібнене, має вищу водопоглинальну здатність, ніж крупне борошно, отримане з того ж зерна з однаковим виходом.

Варіації в водопоглинальній здатності борошна можуть виникати через різницю у вмісті білка та ступені пошкодження крохмалю в різних пробах борошна. В той час як велика кількість пошкодженого крохмалю може бути небажаною, помірні кількості благотворно впливають на тісто, що піддається бродінню дріжджами [38].

Збільшення кількості механічно пошкоджених при помелі зерен підвищує ВПЗ борошна. Зруйновані крохмальні гранули крохмалю, відповідно законами геометрії, мають велику площу поверхні, що призводить до підвищення водопоглинальної здатності (ВПС%) та більшої активності амілолітичного комплексу [39].

Пошкоджений крохмаль збільшує водопоглинаючу здатність і впливає на реологічні властивості тіста і збільшує запаси поживних речовин для дріжджів, і робить його сприйнятливішим до грибкової альфа-амілази. Вміст крохмалю в цільнозерновій пшениці приблизно варіюється від 67 до 68%, а цей показник для борошна, отриманого після процедури помелу, становить 78-82%. Напівкристалічна структура крохмальної гранули всередині ядра зерна може бути пошкоджена будь-якою механічною обробкою, особливо процесом помелу.

Пошкоджений крохмаль поглинає у 2-4 рази більше води, ніж звичайні крохмальні гранули. Клейке тісто, високий рівень поглинання води, більш тривалий період попередньої вистоювання і червоний колір хлібної кірки – це лише деякі з результатів пошкодженого крохмалю. Пошкоджені гранули крохмалю більш схильні до впливу ферментативного розщеплення порівняно з нативним крохмалем.

Низьку ВПЗ має борошно, змелене із зерна пророслого, ушкодженого клопом-черепашкою або висушеного при високих температурах. У такому борошні порушені природні структури полімерів, внаслідок чого знизилась їх здатність зв'язувати воду. Тобто ВПЗ також залежить від сили борошна.

Водопоглинальна здатність залежить, поміж іншим, від виду борошна. Чим нижча вологість борошна, тим більше воно поглинає води. Тому при визначенні кількості води на замішування тіста береться до уваги вологість борошна.

Надмірно сухе борошно має низьку водопоглинальну здатність. Тому при розрахунку рецептур, якщо фактична вологість борошна менша за 12%, її прирівнюють до 12% [40].

Зазвичай, пшенична клейковина може утримувати 2,8г H₂O на грам сухої клейковини, але білки, що не містять клейковину, утримують незначну кількість води. Нативний пшеничний крохмаль може утримувати тільки 0,3-0,45г H₂O на грам сухого крохмалю, тоді як пошкоджений крохмаль (отриманий шляхом розмелу) може утримувати 1,5-2г H₂O на грам сухого крохмалю, а желатинізований або пастоподібний крохмаль (отриманий при випічці) може утримувати до \approx 10г H₂O на грам сухого крохмалю. Пшеничні пентозани, особливо так звані доступні для розчинника (наприклад, здатні до екстракції водою) арабіноксилани, зазвичай вважаються самим водоутримуючим компонентом борошна для м'якого пшеничного печива [41].

3.3.2 Методи та прилади для оцінки ВПЗ

Водопоглинальну здатність борошна можна визначати кількома методами. Найбільш зручним і більш правильним методом слід визнати поступове збільшення борошна до певної кількості води. Для цього у фарфорову чашечку наливається 25 см³ води, до якої поступово додається мука, і тісто замішується до нормальної консистенції. Отриманий шматочок тіста зважується на терезах, потім визначається кількість борошна в грамах, що пішла на заміс тіста, і результат виражається у відсотках.

Отримані результати, звичайно, є орієнтовними. При приготуванні тіста на виробництві доводиться вносити поправку з огляду на властивості подальшого набухання борошна під час бродіння, а також рецептуру (масло, патока, цукор, яйця тощо).

Точне та відтворюване визначення характеристик борошна є основною вимогою на борошномельному виробництві та при використанні готового борошна, що гарантує отримання кінцевих продуктів, що повністю задовольняють заданим вимогам. Тому на сьогоднішній день існує потреба в сучасних приладах, що дають змогу ефективно оцінювати якість борошна на підприємствах і лабораторіях.

Для полегшення розрахунків використовують комп'ютер. Фаринограф може бути модифікований шляхом додавання до нього електричного виводу переносу даних на комп'ютер. Під час відповідного програмного забезпечення комп'ютер аналізує фаринограму, а також записує фаринограму та результати.

Фаринограф складається із двох частин:

- а) власне фаринографа, що складається з тістомішалки з водяною сорочкою, бюретки та засобів для запису консистенції тіста у вигляді фаринограм;
- б) термостат для циркуляції води.

Опірність виражається в умовних одиницях (одиницях фаринографа, ЕФ). Водопоглинання борошна: об'єм води, необхідний для утворення тіста необхідної консистенції, що дорівнює 500 ЕФ, за умови дотримання умов замісу, встановлених цим стандартом.

Водопоглинання виражається у кубічних сантиметрах води на 100 гр борошна вологістю 14 % (за масою) [42].

Альвеоконсистограф – прилад для комплексного дослідження якості борошна. Він здійснює комплексну оцінку показників якості зерна та борошна. З його допомогою можна визначати такі показники: силу борошна, хлібопекарські властивості борошна, ВПС (водопоглинальну здатність борошна), еластичність та пружність тіста.

Міксограф є обладнанням для аналізу тіста, що використовується для оцінки хлібопекарських якостей борошна з м'якої, твердої пшениці. Він надає інформацію про характеристики змішування та водопоглинання борошна.

Міксограф був розроблений у США двома вченими, Суонсоном та Уоркінгом, у 1930-х роках. Механіка залишилася незмінною, але в наступні

десятиліття в її конструкцію були внесені покращення для підвищення її надійності.

Міксограф - це записуючий міксер для тіста, що швидко формує тестовий зразок. Його функція полягає в вимірюванні та реєстрації стійкості тіста під час замішування. Збудований у формі невеликого тістомісу, міксограф визначає і реєструє крутний момент, необхідний для обертання над нерухомою чашею з тістом, у вигляді графічної кривої, відомої як міксограма.

Під час процесу гідратації і злиття білків, що утворюють глютен, вони утворюють глютенові нитки, які об'єднуються, утворюючи еластичну матрицю. Під час вимірювань зусилля збільшується до досягнення максимуму, а потім поступово зменшується під час подальшого перемішування тіста.

Машина може бути підключена до комп'ютера із встановленим програмним забезпеченням для отримання детальних та точних даних про змішування [43].

Щоб отримати ряд важливих технологічних показників в процесі лише одного аналізу і на одному приладі французькою компанією "Шопен Текнолоджіс" (Chopin Technologies) розроблено і впроваджено в світову практику оцінки якості борошна новий прилад під назвою міксолаб (mixolab).

Міжнародною системою стандартизації ІСС прилад міксолаб офіційно визнано таким, що може використовуватися як для оцінки якості борошна, так і зерна. Міксолаб сумісний з ПК і в процесі роботи на моніторі ПК в режимі реального часу відображається графік з кривою замісу тіста, кривими температури тіста та тістомісилки, показниками зусилля на лопаті тістомісилки, градуйованими значеннями температури [44].

Враховуючи те, що дане обладнання дороге і зовсім не вигідне для багатьох підприємств, альтернативним є метод SRC. Так, щоб подолати витрати на подрібнення та випікання сотень зразків, хіміки зернових придумали додаткові два швидкі прогностні тести для оцінки якості кінцевого використання, а саме, тест на здатність утримувати розчинник (SRC) та тест на індекс набухання глютеніну (SIG). Тест SRC — це аналіз сольватації для борошна на основі посиленої поведінки набухання окремих полімерних сіток у окремих діагностичних

розчинниках. Вони використовуються для прогнозування функціонального аналізу кожного окремого компонента борошна. Вода використовується для оцінки загального набухання всіх компонентів, що утворюють зв'язок: 5% молочної кислоти SRC пов'язано з утворенням глютенінових зв'язків та міцністю клейковини; 5% карбонат натрію сприяє набухання пошкодженого крохмалю; і SRC сахарози оцінює поведінку набухання доступних для води арабіноксиланів [45].

3.4 Характеристика методу SRC як альтернативного методу оцінки функціональності борошна

Для аналізу взаємозв'язку між якістю борошна і якістю хлібобулочних виробів широко і традиційно використовуються методи реології тіста (наприклад, фарінографія, міксографія, екстенсографія і альвеографія) і тести на випічку (хліб, печиво і торти). Емпіричні реологічні вимірювання зазвичай використовуються для оцінки якості клейковини і загальної хлібопекарської функціональності даного борошна. Серед методів реології тіста фарінографія і міксографія зазвичай використовуються для отримання інформації про водопоглинальну здатність борошна і про час замісу тіста, пов'язаному з розвитком клейковини.

Незважаючи на те, що емпіричні реологічні та хлібопекарські тести так широко використовуються, всі вони, так чи інакше, вимірюють тільки сукупний, сумарний внесок основних функціональних компонентів борошна, які включають пошкоджений крохмаль, білки клейковини і арабіноксилани (також відомі як пентозани), а не індивідуальний функціональний внесок кожного з цих компонентів окремо.

Через простоту методу SRC, коливання значень борошна між лабораторіями і між операторами в одній лабораторії, як правило, набагато менше, ніж при інших випробуваннях якості борошна, таких як реологічні та хлібопекарські випробування.

Ще одне цінне, суміжне застосування випробувань SRC в борошномельному виробництві включає аналіз і вибір млинового потоку для підвищення функціональності борошна при оптимізованих витратах [41].

Результати SRC потенційно можуть бути використані для прогнозування об'єму хліба на основі функціональних полімерних компонентів у борошні. Основні функціональні полімерні компоненти включають глютеніни, пошкоджений крохмаль і водорозчинний арабіноксилан (AACCI, 2009). Ці компоненти вимірюються за сумісністю з розчинником, яка є вагою розчинника, що утримується зразком борошна після центрифугування (AACCI, 2009). Метод SRC потенційно може замінити декілька трудомістких аналітичних тестів, які передбачають ефективність випічки та якість борошна [46].

3.5 Застосування методу SRC для оцінки цільового використання борошна

Як було вказано, SRC представляє собою тест на сольватацію борошна, який базується на розчиненні полімерних мереж компонентів в індивідуальних розчинниках. SRC визначає сумісність розчинників для трьох функціональних полімерних компонентів борошна. Це, в свою чергу, дозволяє передбачити функціональний внесок кожного компонента борошна в загальну функціональність борошна та якість готової продукції. Дослідження показало, що характер значень SRC для чотирьох розчинників (вода, молочна кислота, карбонат натрію та сахароза) є важливим для різних успішних застосувань. Крім того, встановлено, що новий прогностичний параметр SRC, індекс ефективності клейковини (GPI), що визначається як $GPI = \text{молочна кислота} / (\text{карбонат натрію} + \text{сахароза})$ на основі значень SRC, є ще більш точним предиктором ефективності глютеніну борошна в оточенні інших полімерних мереж. Технологія SRC може стати більш популярною для прогнозування функціональності борошна, і її застосування в млинарстві та хлібопеченні, завдяки успішним демонстраціям її сили та можливостей. Так, пластифікація полімерів борошна має вирішальне значення для замісу тіста і випічки бісквітних виробів. Краща функціональність борошна для хлібобулочних виробів варіюється в залежності від бажаних властивостей продукту. Наприклад, необхідна функціональність борошна для хліба сильно відрізняється від функціональності борошна для печива, крекерів або тортів. Борошно для виробництва хліба зазвичай вимагає високого

водопоглинання, хорошої міцності клейковини і відносно високого вмісту пошкоджених крохмалів і арабіноксіланов, в той час як борошно для виробництва печива зазвичай вимагає низького водопоглинання, мінімальної міцності клейковини і низького вмісту пошкоджених крохмалів і арабіноксіланів.

Варто відзначити, що рН розчину молочної кислоти становить близько 2,0, тому це кисле середовище імітує звичайний стан ($\text{pH} < 4,0$), створюване бактеріями LA, і його вплив на функціональність глютенінів в процесі ферментації для виробництва солоних крекерів типу бісквітного тіста. Розчин Na_2CO_3 SRC має $\text{pH} \approx 12,0$. При таких умовах пошкоджений крохмаль легко розчиняється в розчині Na_2CO_3 і демонструє перебільшене набування. Це набування дозволяє діагностично відрізнити пошкоджений або прежелатинізований крохмаль від непошкодженого, сирого, нативного крохмалю. Розчин сахарози має нейтральний рН і перебільшує набування арабіноксіланової мережі, оскільки він має хорошу розчинну здатність до ксиланової основи арабіноксіланів пшеничного борошна.

Як правило, характеристики борошна з м'якої пшениці включають тільки вологу, білок і золу, які є скоріше композиційними, ніж функціональними характеристиками. Тому увага зосереджена на тому, що такі композиційні характеристики відносно неінформативні і не корисні, в той час як функціональні характеристики є життєво важливими для успішного виробництва печива та інших хлібобулочних продуктів [41].

Борошно з меншим вмістом білка, швидше за все, матиме більш слабкий клейковинний комплекс і менший обсяг буханки в порівнянні з борошном з більшим вмістом білка. Високий вміст білка бажано для випічки хліба на сковороді, так як хлібопекарські властивості борошна залежать від якості клейковини. Термін молочної кислоти корелює з якістю клейковинних білків і пов'язана з обсягом випікається буханця хліба [47].

3.6 Показники SRC для борошна цільового призначення

Функціональність борошна для кожного типу продукту вимагає різного ступеня функціонального внеску від кожного основного компонента борошна. Функціональні компоненти борошна-клейковина, пошкоджений крохмаль і арабіноксілан-вносять свій внесок в загальне водопоглинання борошна, що має значення для приготування тіста і для випічки.

У порівнянні з золотим стандартним значенням SRC води $\leq 51\%$ (тобто, виходячи з ваги 5,0 г борошна з відомим вмістом вологи, набрякла гранула борошна, змочена водою, буде важити 7,55 г), всі три інших значення SRC для золотого стандарту борошна для м'якого пшеничного печива набагато більше 51% (тобто, LA SRC $\geq 87\%$, Na₂CO₃ SRC $\leq 64\%$ і Suc SRC $\leq 89\%$).

На противагу цьому, переважна структура значень SRC для більш сильної крекерної муки для бісквітно-тістових систем продуктів (наприклад, солоних крекерів) виглядає наступним чином: вода SRC, $\leq 57\%$; LA SRC, $\geq 100\%$; Na₂CO₃ SRC, $\leq 72\%$; і Suc SRC, $\leq 96\%$ [42].

У таблиці нижче наведені рекомендовані діапазони для деяких продуктів з м'якої пшениці.

Таблиця 3.1. – Значення SRC для крекерів, вафлів та печива.

Розчин	Борошно для крекерів (%)	Борошно для печива (%)	Вафельне борошно (%)
100% води	50-70	50-70	50-70
50% сахарози	80-110	80-110	80-100
5% карбонату натрію	60-85	60-85	60-85
5% молочної кислоти	100-120	85-100	60-100

Для хлібопекарного борошна профіль SRC зовсім інший [48].

Таблиця 3.2. – Значення SRC для хлібопекарного борошна.

Розчин	Хлібопекарне борошно
100% води	65-70
50% сахарози	105-115
5% карбонату натрію	80-90
5% молочної кислоти	>140

3.7 Огляд методу оцінки SRC та методика проведення тесту

Технологія SRC заснована на енергетиці (пов'язаної з термодинамічною сумісністю полімеру і розчинника), а не на кінетиці (пов'язаної з обмеженнями рухливості для пластифікаторів). Реологічні випробування тіста, на відміну від цього, засновані на кінетиці розвитку тіста за участю полімерів борошна, пластифікованих водою або цукрово-водними розчинами, використовують обмежену кількість розчинника і дають інформацію про швидкість розвитку мережі. Результати SRC дають інформацію про ступінь розвитку мережі та сумісності з розчинниками.

Для методу SRC потрібно чотири розчинники: вода, сахароза, карбонат натрію та молочна кислота, які використовуються на основі функціональних полімерних компонентів борошна. Кожен розчинник розбавляється деіонізованою водою, оскільки кожен виміряний полімер борошна містить різну водоутримуючу здатність. Водорозчинні арабіноксилани мають найбільшу водоутримуючу здатність порівняно з глютенем та пошкодженим крохмалем. Кожен розчинник має мінімум 50% води, тому, у міру збільшення кількості полімеру борошна, набухання збільшується.

Водопоглинання є важливим параметром якості, оскільки вище водопоглинання сприяє кращому утворенню клейковини в хлібі. Утворення дисульфідних зв'язків, водневих зв'язків і гідрофобних взаємодій стабілізують структуру клейковини під час процесу замішування тіста. Однак три інші розчинники SRC більш сумісні з одним із компонентів полімерного борошна. Інші три розчинники збільшують набухання сумісних полімерів борошна більше, ніж водний розчинник. Розчинник молочної кислоти (5%) екстрагує глютен, зокрема білки глютеніну. Кислий рН дозволяє глютеніну функціонувати під час формування тіста, що впливає на міцність тіста та об'єм хліба. Формування клейковини та міцність клейковини борошна засновані на співвідношенні гліадинів і глютенінів, які пов'язані з розчинником молочної кислоти.

Значення рН розчинника карбонату натрію важливий для взаємодії з пошкодженим крохмалем, рН розчинника карбонату натрію перевищує значення рН гідроксильних груп крохмалю, що спричиняє набухання пошкодженого або попередньо желатинізованого крохмалю. Непошкоджені або нативні гранули крохмалю не набухають у розчиннику карбонату натрію, оскільки амілопектин не виділяється і збільшується в'язкість. Наявність пошкодженого крохмалю важлива для бродіння тіста, оскільки дріжджі можуть використовувати пошкоджені крохмаль для виробництва вуглекислого газу. Якщо під час бродіння тіста присутня велика кількість харчових дріжджів (пошкоджені крохмаль), то швидкість бродіння зміниться і, можливо, призведе до небажаних якісних характеристик хліба.

Арабіноксилани, також відомі як пентозани, це некрохмальні полісахариди, що містяться у великій кількості в клітинній стінці злаків 50% розчинник сахарози має нейтральний рН, що забезпечує набухання арабіноксилану і специфічно взаємодіє з ксилановою основою арабіноксиланів пшеничного борошна.

Всі три розчинники хімічно взаємодіють з полімерами борошна, викликаючи екстракцію кожного з них. Це дозволяє визначити функціональні можливості кожного полімеру для якості кінцевого продукту. Утримуюча здатність розчинника забезпечує профіль функціональності борошна на основі цих розчинників, який можна використовувати для прогнозування ефективності борошна під час випікання.

Щоб відокремити внесок клейковини в міцність борошна від функціонального внеску пошкодженого крохмалю і арабіноксиланів, Слейд придумав новий прогнозований параметр src-індекс ефективності клейковини (GPI), який визначається як $GPI = \text{молочної кислоти} / (\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{сахарози})$ значення SRC, щоб описати загальну здатність глютеніну до роботи в оточенні інших модулюючих мереж.

Для проведення тесту, борошно (5,0 г) зважують в центрифужній пробірці з конічним дном об'ємом 50 мл і додають до неї 25,0 г обраного розчинника. Цю

суміш борошна і розчинника постукують по стенду і потім добре перемішують струшуванням руки, щоб борошно була диспергована без грудочок. Через 20 хв для гідратації/розчинення суспензію борошна центрифугують при 1 000 оборотах протягом 15 хв. Потім вимірюють вагу набряклої гранули і розраховують значення SRC, виходячи з вологості борошна і висловлюючи його в % [42,49].

4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Метою даної роботи являється вивчення доцільності використовувати методу SRC для оцінки якості борошна, в порівнянні вже з відомими та іноді застарілими методами, проаналізувавши результати та отримані кореляції.

Були поставлені наступні задачі:

1. Проаналізувати дані щодо якості отриманого борошна при лабораторних та виробничих помелах.
2. Визначити та порівняти основні відмінності та залежності в показниках при лабораторних та виробничих помелах.
3. Провести аналіз використовуваних зразків, отриманих з зерна з різних регіонів.
4. Провести кореляційний аналіз показників якості зерна по відомим методам та методу SRC.
5. Розробити рекомендації щодо застосування та впровадження оптимального методу визначення технологічних властивостей зерна та борошна.

Оцінка якості борошна за показниками SRC допоможе в ефективному і новітньому визначенні якості готової продукції.

Тобто, можливо оцінити функціональність борошна швидким та доступним методом. Використання даного методу прискорить процедуру, але при цьому необхідно враховувати особливості хімічного складу, вмісту оболонки та їх вплив на значення SRC по кожному розчиннику, в залежності від сорту борошна.

Нижче будуть наведені результати та обґрунтування проведеного дослідження.

В процесі проведення досліджень було використано борошно вищого та першого сорту, для яких визначались показники SRC по кожному розчиннику, зольність (AC,%), кількість клейовини (GC,%), SD борошна (крохмаль) та загальне водопоглинання відповідно (WAC,%). Та, окрім цього, визначався показник GPI та % білка борошна (PC,%).

					<i>KPM.ТЗПХіКВ.1.080-03.III.9.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковальчук А.О.			Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					54	116
Консульт.					ОНТУ, ТЗХ-61а			
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

За допомогою SRC досліджували чотири ключові параметри: функціональність пошкодженого крохмалю (SRC карбонату натрію), функціональність глютеніну (SRC молочної кислоти), функціональність пентозану (SRC сахарози), загальна водо поглинаюча здатність (SRC-води), та загальну продуктивність глютеніну в середовищі інших модулюючих мереж GPI, розраховані за формулами:

$$\% \text{ SRC} = \left[\frac{\text{маса осаду}}{\text{маса борошна}} \right] \times \left[\frac{86}{100 - \% \text{ вологи}} \right] \times 100 \quad (4.1)$$

$$\text{GPI} = \frac{\text{SRC молочної кислоти}}{\text{SRC карбонату натрія} + \text{SRC сахарози}} \quad (4.2)$$

Для оцінки кореляції, брали до уваги наступні значення отриманих результатів:

- 0 - 0,3 – кореляції немає;
- 0,3 - 0,5 – слабка кореляція;
- 0,5 - 0,7 – кореляція середня;
- 0,7 - 0,85 – хороша кореляція;
- 0,85 - 1,0 – висока.

А також оцінка по модулю: якщо плюс, то пряма залежність показників, якщо мінус – зворотня.

Нижче, в таблиці 4.1 приведені отримані результати по кожному з показників для борошна вищого сорту.

Таблиця 4.1. Досліджувані показники якості в зразках борошна вищого сорту.

B/c	Sample number	SRC WA,%	WAC, %	SRC SUC,%	AC,%	SRC CAR,%	SD, UCD	SRC LAC,%	GC,%	W,10-4J	GPI	PC,%
1	22033	63	55,4	98	0,50	75	21,1	107	25,0	185	0,62	10,9
3	22037	64	54,8	103	0,48	80	22,5	125	24,0	200	0,68	10,6
5	22042	59	55,1	95	0,51	72	18,0	109	25,0	182	0,65	10,8
7	22046	62	56,4	93	0,48	77	18,9	120	26,6	194	0,71	10,7
9	22050	60	55,5	102	0,49	79	20,7	119	26,4	206	0,65	11,0
11	22055	63	56,3	100	0,56	80	23,6	110	25,8	188	0,61	11,0
13	22060	64	57,1	101	0,53	78	20,1	119	26,0	211	0,66	11,3

15	22064	63	54,1	105	0,54	78	22,6	119	26,0	188	0,65	10,9
17	22069	64	55,7	100	0,58	79	22,2	115	25,6	234	0,64	11,1
19	22081	61	56,0	104	0,49	75	21,6	130	25,0	284	0,73	10,7
21	22093	67	55,6	113	0,57	85	25,4	130	26,6	209	0,66	11,4
23	22104	65	58,1	115	0,56	88	25,6	124	27,0	288	0,61	11,5
25	22107	61	56,2	103	0,50	80	21,8	124	26,0	236	0,68	11,0
27	22121	63	57,5	101	0,55	79	22,6	126	27,0	300	0,70	11,5
29	22125	63	56,2	100	0,50	79	21,6	114	25,0	216	0,64	10,8
31	22131	66	55,4	109	0,55	87	23,4	130	24,6	254	0,66	11,0
33	22140	57	56,4	96	0,49	81	21,7	115	24,4	210	0,65	11,2
35	22144	60	56,2	96	0,49	78	21,8	117	24,0	194	0,67	10,5
37	22164	69	56,4	108	0,51	93	23,9	132	25,5	260	0,66	11,3
39	22228	69	57,3	108	0,52	93	20,1	132	27,0	233	0,66	11,0
	Min	57	54,1	93	0,48	72	18,0	107	24,0	182	0,61	10,5
	Max	69	58,1	115	0,58	93	25,6	132	27,0	300	0,73	11,5
	Average	63	56,0	103	0,52	81	22,0	121	25,6	224	0,66	11,0

Для аналізу цих даних використовували кореляційні графіки по парам показників, які пов'язані за функціонально – технологічними властивостями. Нижче наведені оригані результати та їх обґрунтування для вищого сорту (рис. 4.1 – 4.6).

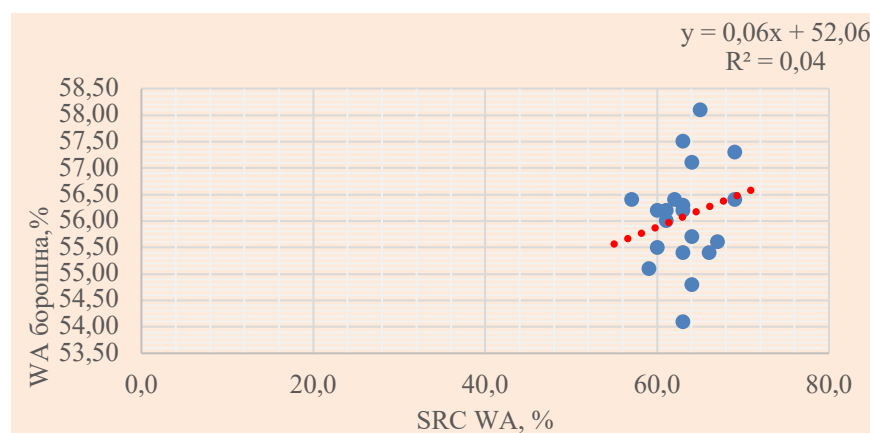


Рис. 4.1. Кореляційна залежність між показниками SRC-води та загальним водопоглинанням для в/с.

Для борошна вищого сорту кореляція по показнику водопоглинання не маємо кореляції ($r = 0,2$), що свідчить про те, що між цими показниками може не бути залежності для їх подальшої взаємозаміни. Однак за усередненими значеннями, WAC, % має рвзницю з SRC WA,% в 10%. Тобто використання методу SRC може бути доповнюваним та розглядатись для розширення відомостей по загальним показникам продукції.

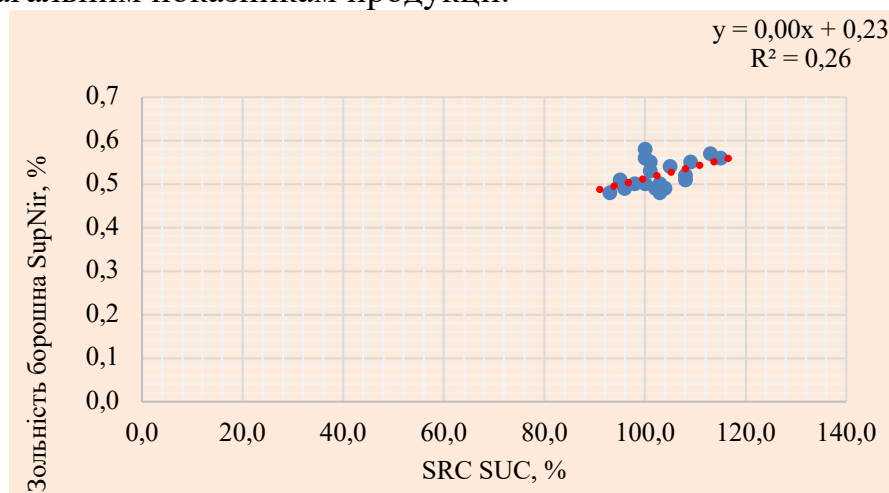


Рис. 4.2. Кореляційна залежність між показниками SRC сахарози та зольності борошна для в/с.

Кореляція по функціональності пентозанів і відповідно, зольності борошна показала слабкий результат у досліджуваному борошні вищого сорту ($r = 0,5$). Міра вимірювання цих показників відрізняється, тому це теж треба брати до уваги при подальших дослідженнях. Але для подальшої перспективи розглядати використання методу SRC на виробництвах, при додаткових серіях досліджень, цілком можливо.

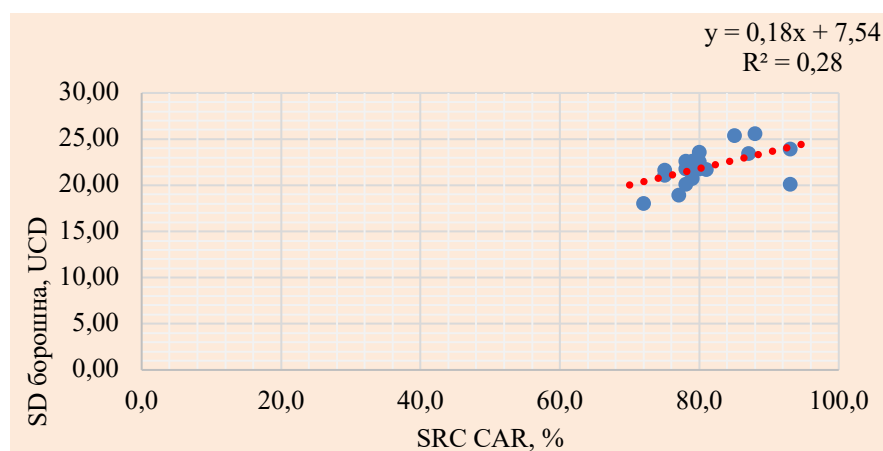


Рис. 4.3. Кореляційна залежність між показниками SRC карбонату натрію та SD борошна (крохмаль) для в/с.

В даному випадку порівняння отриманих показників, кореляція слабка ($r = 0,53$) і має значні відмінності в кінцевих результатах по кожному з показників. Функціональність пошкодженого крохмалю, а саме його загальна кількість в борошні вищого сорту (адже пошкоджений крохмаль взаємодіє з розчином карбонату натрію) має велике значення для подальшого використання борошна по цільовому призначенню. Тому розширений тест по визначенню SD борошна і SRC на даному етапі можуть бути лише як доповнюючі один одного.

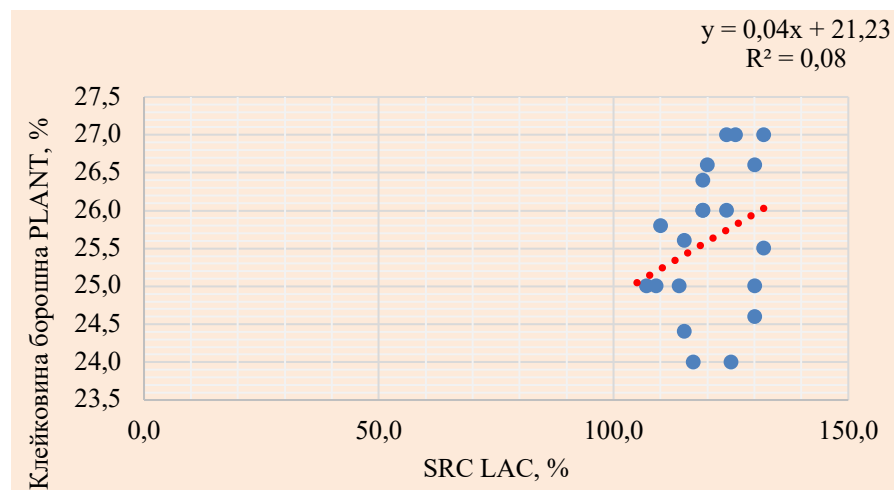


Рис. 4.4. Кореляційна залежність між показниками SRC молочної кислоти та кількості клейовини для в/с.

Функціональність білку та показник кількості клейовини у даному випадку не корелюють і має досить слабке значення ($r = 0,28$). Для вищого сорту борошна така залежність потребує іншого підходу і розгляд інших критерій і можливостей для більш позитивної кореляції.

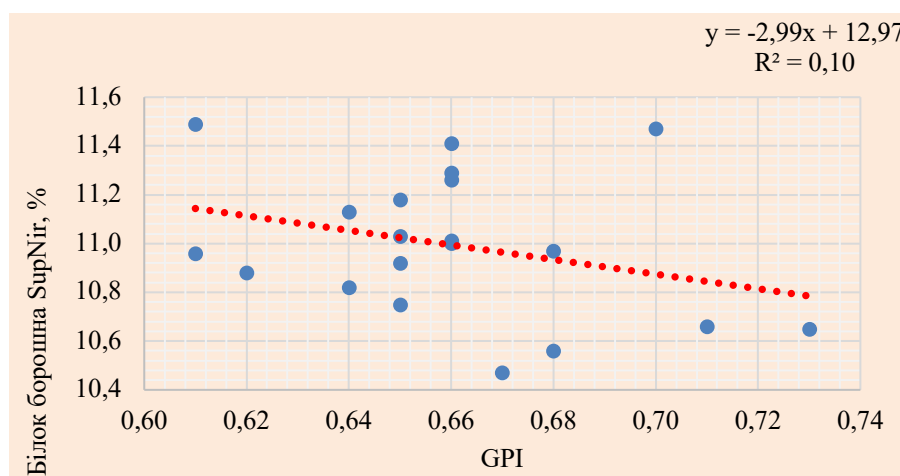


Рис. 4.5. Кореляційна залежність між показниками GPI та % білка борошна для в/с.

В цьому випадку також спостерігаємо не найкращі результати, а саме низьку кореляцію ($r = 0,32$) у значенні активності глютеніну в борошні вищого сорту. Помітна тенденція загалом низької кореляції показників для борошна вищого сорту.

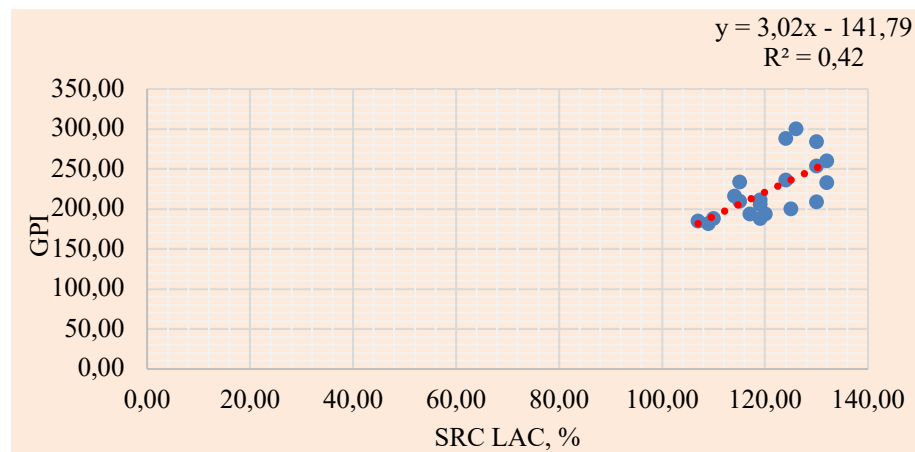


Рис. 4.6. Кореляційна залежність між показниками SRC молочної кислоти та силою борошна для в/с.

Отриманий результат показує більш позитивну картину, адже кореляція середня ($r = 0,65$). Це може вказувати на те, що вищі рівні молочної кислоти корелюють з покращеною силою глютенівної мережі в борошні, яка проявляється у вищих значеннях сили на альвеографі. Така кореляція може бути індикатором того, що функціональні властивості борошна, визначені методом SRC та визначення сили борошна на у на альвеографі, взаємозалежні. Це є важливим показником для оцінки тістопідйомності та структури борошна в процесі хлібопечення чи інших виробничих застосувань. Тобто при додаткових дослідженнях, можна розробити коефіцієнт поправки по показникам і використовувати метод SRC для оцінки функціональності білку, при тому не в комплексі з іншими активними елементами, а окремо.

Та ж сама процедура оцінки була для борошна 1 сорту, дані яких наведені нижче (табл.4.2).

Таблиця 4.2. Досліджувані показники якості в зразках борошна першого сорту.

l/c	Sample number	SRC WA,%	WAC, %	SRC SUC,%	AC,%	SRC CAR,%	SD, UCD	SRC LAC,%	GC,%	W,10-4J	GPI	PC,%
2	22034	63	56,5	99	0,65	79	16,5	96	26,0	136	0,54	11,5
4	22038	67	55,7	103	0,69	78	24,5	107	26,0	219	0,59	11,7
6	22043	61	56,3	97	0,66	72	16,1	101	26,0	160	0,60	12,3
8	22047	62	58,6	93	0,61	75	18,3	102	28,0	195	0,61	11,4
10	22053	61	55,5	101	0,51	80	21,5	115	27,2	190	0,63	11,1
12	22056	67	55,3	103	0,74	87	22,7	93	26,8	149	0,49	11,6
14	22061	63	56,1	101	0,64	80	20,0	106	27,0	174	0,58	11,8
16	22065	70	56,2	114	0,78	90	24,5	104	27,0	183	0,51	12,2
18	22070	65	55,6	101	0,66	84	21,4	103	25,4	185	0,56	11,3
20	22082	66	57,0	112	0,73	88	23,9	109	26,8	269	0,54	11,7
22	22094	70	57,5	120	0,80	100	25,5	112	27,6	189	0,51	12,7
24	22105	67	58,5	115	0,69	90	25,4	130	28,0	260	0,58	12,0
26	22108	60	56,3	100	0,59	74	20,0	114	27,0	247	0,66	12,3
28	22122	70	57,1	102	0,66	90	21,5	121	26,6	198	0,63	11,2
30	22126	67	55,9	105	0,76	84	22,8	94	26,0	178	0,50	12,0
32	22132	84	54,0	106	0,80	119	26,2	103	26,0	134	0,46	12,9
34	22141	54	56,3	93	0,72	88	21,7	93	25,2	170	0,51	12,4
36	22145	53	54,9	89	0,56	79	22,6	101	25,0	187	0,60	10,9
38	22165	72	57,1	113	0,67	97	25,2	117	26,5	238	0,55	11,7
40	22229	72	57,5	113	0,68	97	20,6	117	28,2	201	0,55	12,0
	Min	53	54,0	89	0,51	72	16,1	93	25,0	134	0,46	10,9
	Max	84	58,6	120	0,80	119	26,2	130	28,2	269	0,66	12,9
	Average	66	56,0	104	0,68	87	22,0	107	26,6	193	0,56	11,8

Так само, маємо кореляційні залежності для борошна 1 сорту (рис. 4.7 – 4.12).

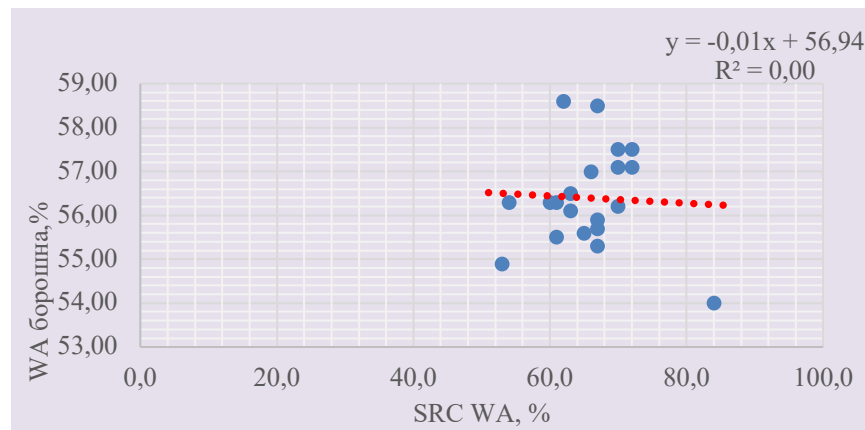


Рис. 4.7. Кореляційна залежність між показниками SRC-води та загальним водопоглинанням для 1с.

В даному випадку кореляції немає, тому що ці показники не можуть повністю бути співставлені по їх характеристиці. Ми бачимо, що різниця в середній показник SRC WA,% на 10 разів більше за загальне водопоглинання, але з загальної картини в кореляції видно великий розбіг. Це можна пояснити тим, що SRC, як метод оцінки, більш поглиблений, а загальне водопоглинання більш комплексний показник.

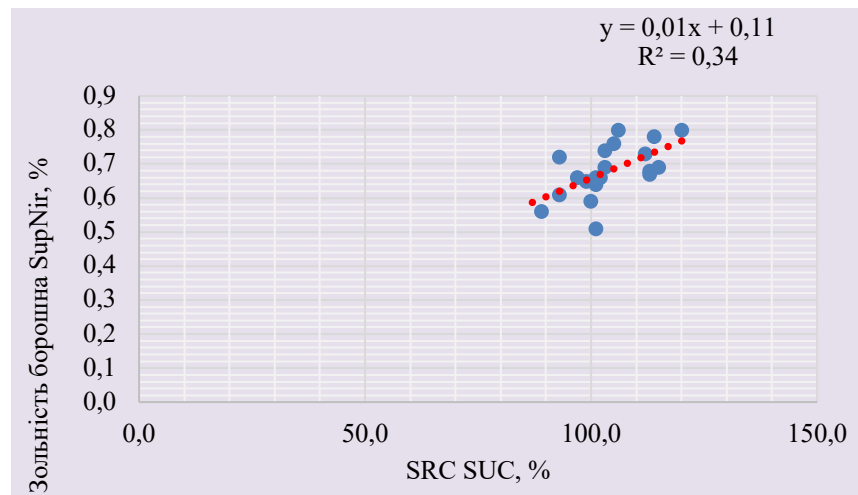


Рис. 4.8. Кореляційна залежність між показниками SRC сахарози та зольності борошна для 1с.

В ситуації з зольністю, де розглядається функціональність пентозанів, спостерігається середня кореляція отриманих показників ($r = 0,58$), що говорить про більш-менш позитивну перспективу. Тобто, знаючи похибки і приблизні залежності, можна використовувати тест SRC для визначення активності та

функціональності пентозанів замість довготривалих тестів на визначення зольності для борошна першого сорту.

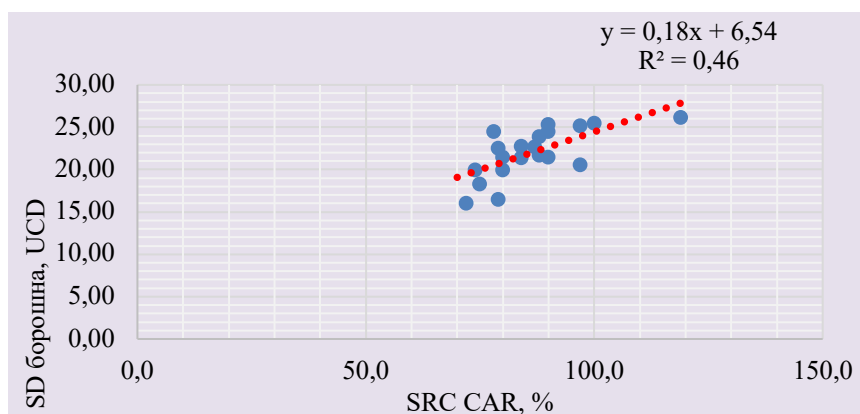


Рис. 4.9. Кореляційна залежність між показниками SRC карбонату натрію та SD борошна (крохмаль) для 1с.

При оцінці залежностей вищенаведених значень, отримали середню кореляцію, але яка наближена до високої ($r = 0,68$). SRC карбонату натрію показує функціональність пошкодженого крохмалю, який впливає на газоутворюючу здатність при замішуванні тіста (активність дріжджів) і тим самим, являється важливим показником для готової продукції. Тобто, ми можемо побачити, що в порівнянні з розширеним тестом оцінки кількості крохмалю в борошні, SRC також має гарну перспективу для використання на виробництвах.

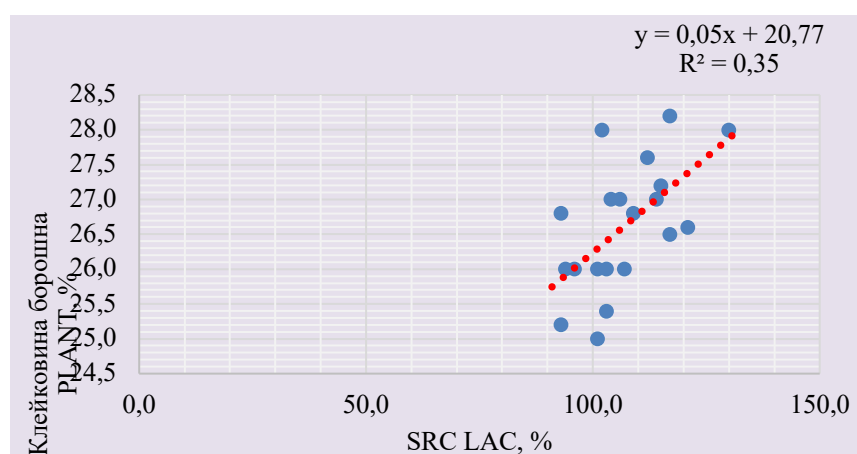


Рис. 4.10. Кореляційна залежність між показниками SRC молочної кислоти та кількості клейовини для 1с.

Кореляція показників по клейковині має середнє значення ($r = 0,59$), що є і не поганим, і не ідеальним результатом. Для більш глибокої оцінки та залежності необхідно провести додаткові тести по виявленню конкретних залежностей і

виведення кореляції на високий показник. Також можна зрозуміти по загальному значенню результатів, що відмінності існують у методах визначення кінцевого результату, тому цей аспект потребує додаткових досліджень.

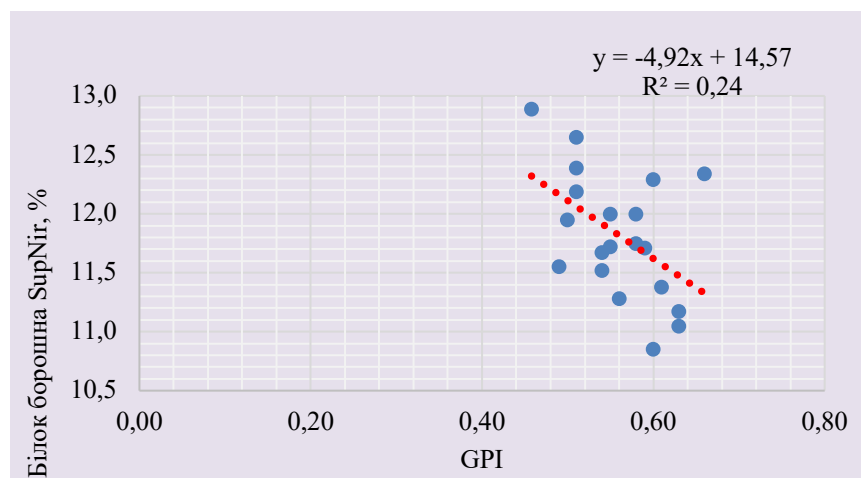


Рис. 4.11. Кореляційна залежність між показниками GPI та % білка борошна для 1с.

Якщо розглядати той факт, що GPI показує продуктивність глютеніну в середовищі інших модулюючих мереж, то отримана слабка кореляція ($r = 0,49$) може бути цілком зрозумілою, адже розширений показник визначення вмісту білку не такий наглядний саме по функціональності білків оцінюваного борошна.

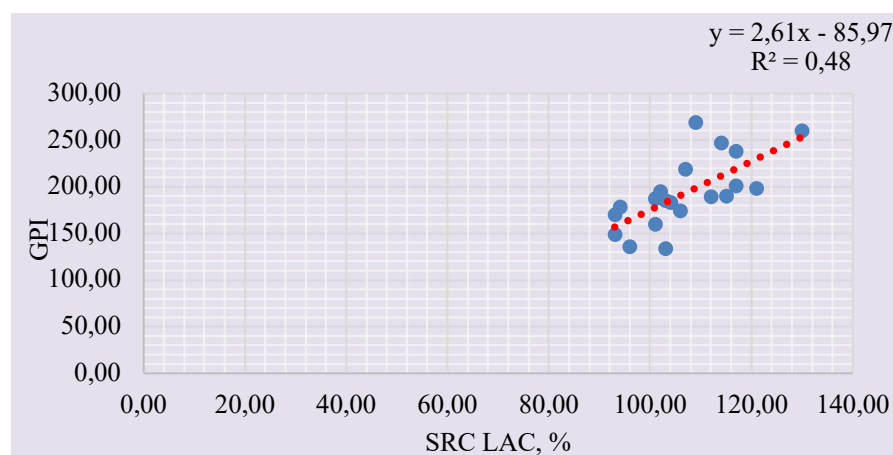


Рис. 4.12. Кореляційна залежність між показниками SRC молочної кислоти та силою борошна для 1с.

Кореляційна залежність даних показників наближена до високої ($r = 0,69$): що каже про позитивну перспективу визначення активності глютеніну для

першого сорту борошна на виробництвах дешевим, доступним, але показовим і ефективним методом.

А загальні висновки і рекомендації наведені в останньому розділі дипломного проекту.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Обмежувальні кондиції регламентують якість зерна за клейковиною. Вміст клейковини в зерні повинен бути таким, щоб забезпечити стандартну якість борошна за цим показником. Якість клейковини для усіх помелів - не нижче 2 групи.

Вологість вихідної партії зерна обмежувальними кондиціями допускається при сортових помелах з одержанням борошна вищого сорту до 13,0 %. Така вологість дозволяє зволожувати зерно при його підготовці до помелу і змінювати вологість окремих анатомічних частин, насамперед оболонки, що підвищує їх міцність і полегшує відділення від ендосперму.

Розмелоздатність. Визначається технологічними показниками, такими, як вихід і якість проміжних продуктів, якість борошна 70 % виходу при лабораторних помелах, вимелюваність зерна, питомі витрати енергії на помел і ін. Це прямі показники борошномельних властивостей зерна і тому вони найбільш повно характеризують поведінку різних партій зерна при їх переробці в борошно.

Вміст і якість клейковини враховують в технології борошномельного виробництва при направленні зерна на борошномельні заводи, що мають різні види помелів, а також при формуванні помельних партій зерна. Так, на сортові помели, де вимоги до якості борошна найвищі, направляють зерно із вмістом клейковини не менше 25 % з якістю клейковини не нижче II групи.

Фізичні властивості тіста. Показники фізичних властивостей пшеничного тіста визначають на альвеографі, валориграфі, фаринографі і інших приладах, дія яких заснована на реєстрації реологічних властивостей тіста, таких як пружність, в'язкість, еластичність, газоутримуюча здібність, водопоглинання та ін. В залежності від якості тіста за вказаними показниками зерно пшениці

класифікують на шість груп: відмінний поліпшувач, добрий поліпшувач, посередній поліпшувач, добрий наповнювач, посередній наповнювач, слабка пшениця. Наведену класифікацію можна використовувати як при змішуванні зерна різних партій, так і при змішуванні борошна різної якості [51].

4.3 Аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу зерноочисного відділення

Виходячи з умов до якості очищеного і підготовленого зерна необхідно передбачити в структурі зерноочисного відділення певні технологічні процеси і операції, які б забезпечили задану якість зерна після його очищення і підготовки. Для ефективного очищення і підготовки зерна необхідно також встановити устаткування, потужність якого повинна на 10 ... 20 % перевищувати потужність розмельного відділення, а також передбачити утворення запасів неочищеного зерна безпосередньо в зерноочисному відділенні, щоб забезпечити стабільну роботу борошномельного заводу.

При розробленні схеми очищення і підготовки зерна до помелу необхідно враховувати необхідно враховувати низку нормативних вимог і положень.

Зерно, що направляється з елеватора (складів) у зерноочисне відділення млина, має відповідати таким нормам якості:

а) вологість зерна при багатосортних помелах пшениці або жита з виробленням борошна вищого ґатунку або борошна сіяного – до 13%, при інших типах помелів – до 14 %, а при обойних помелах – на рівні, що забезпечує отримання борошна стандартної вологості;

б) вміст сміттєвої домішки - не більше 2 % (за наявності обладнання для очищення зерна на елеваторах – не більше 1%), у тому числі пошкоджених зерен – до 1 % (при макаронних помелах – не більше 0,5 %), шкідливої домішки – до 2%);

в) вміст фузаріозних зерен - не більше 1 %;

г) вміст зернової домішки – до 5 % у пшениці та 4% у зерні жита, у тому числі пророслих зерен - не більше 3 % (для макаронних помелів відповідно, не більше 4 і 2 %);

д) кількість і якість клейковини в помольній партії має забезпечити вироблення борошна, що відповідає нормам за цими показниками.

Очищення і підготовка зерна до помелу в зерноочисному відділенні повинна забезпечити:

а) виділення бур'янистої та зернової домішок;

б) обробку поверхні зерна сухим і вологим способами;

в) воднотеплову обробку зерна; що дає змогу спрямовано покращувати його технологічні властивості;

г) складання помольних сумішей із партій зерна з різними технологічними властивостями, відповідно до затвердженої рецептури.

Тобто, для зерна, яке прямує на сортовий помел очищення в підготовчому відділенні складне, оскільки до нього пред'являються жорсткі вимоги за якістю.

У даному проекті використовуємо обладнання фірми ALAPROS, в комплексі з високопродуктивним вітчизняним обладнанням. Дана компанія розробляє та надає високоякісні машини, що відрізняються великою ефективністю, інноваційністю та можуть забезпечити для підприємства більшу конкурентоспроможність і високу рентабельність за рахунок виробництва стандартизованої продукції.

Передача різних початкових партій зерна із зерноосховища в зерноочисне відділення борошномельного заводу проводиться, як правило, послідовно, по черзі відповідно до розробленої рецептури помольної партії. Початкові партії зерна різної якості складають окремо в оперативних бункерах для неочищеного зерна. Ємкість цих бункерів повинна бути такою, щоб забезпечити безперервну роботу борошномельного заводу не менше 50 годин. Це необхідно для утворення умов формування проміжних помольних партій, які складаються з декількох початкових. Звичайно це дві або три проміжні помольні партії, які відрізняються по склоподібності, – відповідно до пшениці. Необхідність складання таких проміжних помольних партій зерна обумовлена диференційованими режимами їх волого-теплової обробки.

Для технічного забезпечення складання проміжних помольних партій зерна передбачені необхідні умови: випуск зерна з кожного бункера забезпечує випускне устаткування, величину потоку по заданій рецептурі регулює електронний дозатор, з якого потік зерна поступає в конвеєр.

Сформовані проміжні партії зерна паралельними потоками подаються до магнітних сепараторів для відділення металомагнітних домішок.

Зважування зерна проводять на автоматичних вагах, свідчення яких використовують для оперативного розрахунку зерна, яке прямує на очищення і підготовку до помелу.

Первинну сепарацію зерна проводять на повітряно-ситових сепараторах з метою виділення із зернової маси домішок, які відрізняються від зерна по ширині і товщині, а також по аеродинамічних властивостях. У зв'язку з цим із зернової маси відокремлюють крупні домішки сходом з сортувального сита і легкі домішки – з аспіраційного каналу. Нормативна ефективність сепараторів повинна бути в межах 60...80 %.

Виділення мінеральних домішок здійснюється на машинах каменевідбірниках. Ефективність виділення мінеральних домішок досягає 98-99% при нормальній роботі машин. При цьому необхідно постійно стежити за тим, щоб кількість зерна у виділених відходах не перевищувала 2 % .

Очищення зерна від домішок, що відрізняються за довжиною, проводять в тріерах, які призначені: перші – для виділення із сумішей коротких домішок (переважно куколю), а другі – довгих домішок (переважно вівсюга). Ефективність видалення домішок у тріерах- кукілевідбірниках не повинна бути меншою за 80 %, а у тріерах-вівсюговідбірниках - не меншою за 70 %.

Виділення металомагнітних домішок є найважливішою технологічною операцією, яка пов'язана не тільки з відділенням із зернової маси металу, який намагнічується, але і для запобігання умовам іскроутворення, при ударах металевих частинок в машинах ударної дії. Тому перед подачею зерна до оббивної машини слід обов'язково проводити очищення зерна від металевих домішок. У зерноочисному відділенні найчастіше для цього використовуються

магнітні сепаратори з дисковими магнітами. Максимальна ефективність виділення металоманітних домішок у сепараторів цього типу досягає 80 %, проте цей відсоток не постійний і залежить від підйомної сили магнітів і своєчасного їх очищення від металевих частинок, що притягають.

Первинне очищення поверхні зерна від пилу мінерального і органічного походження, мікроорганізмів, а також часткового виділення зародків, оболонки і борідки здійснюється в оббивних машинах, які працюють разом з аспіраційними колонками, для видалення легкої домішки.

Ефективність очищення поверхні зерна вважається нормальною, якщо зниження зольності зерна не менше ніж на 0,02-0,03 %, а збільшення кількості битих зерен не перевищує 1,0 %.

Підігрів охолодженого зерна проводиться в підігрівачах в зимовий період для утворення належних температурних умов для воднотеплової обробки зерна. Температуру зерна в підігрівачах доводять до +15°C.

Для підвищення ефективності водно теплової обробки та вдосконалення процесу підготовки зерна до помелу, підігрівач зерна встановлено безпосередньо перед етапом зволоження зерна в машинах інтенсивного зволоження.

Волого-теплова обробка зерна здійснюється методом холодного кондиціонування. Основні технологічні операції цього методу – це зволоження зерна в зволожуючих апаратах і відволожування його в бункерах.

Очищене від домішок зерно пшениці подається на етап зволоження, який здійснюється в зволожуючій машині, а далі прямує в бункери для відволожування.

У структурній схемі передбачена двократна основна воднотеплова обробка зерна. При необхідності після первинного зволоження і відволожування зерна можливо його направити на вторинне зволоження і відволожування. Для цього встановлена додаткова зволожуюча машина.

Після відволожування зерна в бункерах паралельні потоки змішуються в єдину помельну партію за допомогою електронних дозаторів і гвинтових конвеєрів і подальше очищення і підготовка зерна здійснюється одним потоком.

Починається етап вторинного очищення і підготовки зерна: спочатку очищають поверхню зерна в оббивній машині, потім у ентолейторі, перед якими встановлені магнітні сепаратори і далі зерно відправляють в аспіратори для остаточного очищення зерна від легких і дрібних домішок.

Остаточну воднотеплову обробку проводять у зволожуючих машинах і в бункері короткочасного відволожування зерна з метою підвищення вологості оболонки і її твердості. Перед передачею очищеного і підготовленого зерна в розмельне відділення його зважують на автоматичних вагах [51].

4.4 Підбір та розрахунок технологічного обладнання підготовчого відділення

Для розрахунку та підбору технологічного обладнання будуть використані наступні дані:

– добова продуктивність заводу, в даному випадку – дорівнює продуктивності розмельного відділення – 150 т/добу, але розрахунок обладнання для зерноочисного відділення розраховуємо на 240 т/добу, щоб була можливість швидкого очищення і, можливістю роботи очищення вночі – коли тарифи дешевші. У свою чергу, бункери розраховуємо на 150 т/добу (дані цифри маємо за рахунок того, що курсовий проект комплексний і завод буде складатися з двох повноцінних частин);

– безпосередньо, технологічна схема підготовки зерна, представлена на Листі 1.

– марки та продуктивність використаного обладнання.

Визначаючи місткість і кількість бункерів, для розрахунків використовуємо виробничу потужність мукомельного заводу ($Q=150$ т/доб). При розрахунку і підборі технологічного обладнання підготовчого відділення виробничу потужність підвищують на 10...20 % з метою забезпечення стабільності роботи розмельного відділення.

$$Q_{з.оч.} = k \times Q, \quad (4.3)$$

де k – коефіцієнт підвищення виробничої потужності, який приймають у межах діапазону $1,1 \dots 1,2$;

Q – виробнича потужність мукомельного заводу, т/доб;

$Q_{з.оч.}$ – виробнича потужність підготовчого відділення, прийнята для розрахунку технологічного обладнання, т/доб.

$$Q_{з.оч.} = 1,2 \times 240 = 288, \text{ т/доб}$$

Місткість бункерів для неочищеного зерна на мукомельних заводах повинна забезпечити безперервну роботу на підприємствах з високопродуктивним обладнанням згідно типовому проекту протягом $\tau=50$ год.

Місткість бункерів для холодного кондиціювання зерна на мукомельних заводах з високопродуктивним комплектним обладнанням при трикратному відволоженні: першого потоку низькоскловидного зерна приймаємо 10 год, для другого потоку високоскловидного – 12 год; друге відволоження одного потоку обох видів зерна протягом 4 год, а при відволоженні безпосередньо перед I драною системою – 30 хв

Кількість бункерів n визначають за формулою:

$$N = \frac{Q \times \tau}{24 \times \gamma \times \eta \times a \times b \times h} \quad (4.4)$$

де Q – задана виробнича потужність мукомельного заводу, т/доб; τ – час перебування зерна в бункерах, год;

γ – об'ємна маса зерна: для пшениці $0,75$ т/м³; η – коефіцієнт використання будівельного об'єму бункерів ($0,95$);

a, b – розміри бункера на плані поверху (довжина і ширина, дорівнюють 3×3 м² для неочищеного зерна; $1,5 \times 1,5$ м² – при відволоженні);

h – висота бункера, яку приймають у залежності від поверховості підприємства. $H=14,4$ м – висота, що дорівнює трьом поверхам

$$n_{\text{неоч.}} = \frac{150 \times 50}{24 \times 0,75 \times 0,95 \times 3 \times 3 \times 14,4} = 3,4 \approx 3 \text{ б.}$$

Кількість бункерів для першого відволоження для високо- і низькоскловидного зерна розрахують окремо. При цьому задану виробничу потужність множать на коефіцієнт $0,5$:

$$n_{\text{низькоскл.}} = \frac{1500 \times 0,5 \times 10}{24 \times 0,75 \times 0,95 \times 1,5 \times 1,5 \times 14,4} = 1,4 \approx 1 \text{ б.}$$

$$n_{\text{високоскл.}} = \frac{150 \times 0,5 \times 12}{24 \times 0,75 \times 0,95 \times 1,5 \times 1,5 \times 14,4} = 1,6 \approx 2 \text{ б.}$$

$$n_{\text{2відволож.}} = \frac{150 \times 4}{24 \times 0,75 \times 0,95 \times 1,5 \times 1,5 \times 14,4} = 1 \text{ б.}$$

$$n_{\text{перед др.с.}} = \frac{150 \times 0,5}{24 \times 0,75 \times 0,95 \times 1,5 \times 1,5 \times 4,8} = 0,2 \approx 1 \text{ б.}$$

Місткість одного бункера E_b (т) визначають діленням загального запасу в бункерах на їх кількість:

$$E_b = \frac{Q \times \tau}{24 \times n}, \text{ т} \quad (4.5)$$

$$E_{b.\text{неоч.}} = \frac{150 \times 50}{24 \times 3} = 104 \text{ т.}$$

$$E_{b.\text{низькоскл.}} = \frac{150 \times 0,5 \times 10}{24} = 31 \text{ т.}$$

$$E_{b.\text{високоскл.}} = \frac{150 \times 0,5 \times 12}{24 \times 2} = 19 \text{ т.}$$

$$E_{\text{2відволож.}} = \frac{150 \times 4}{24} = 25 \text{ т.}$$

$$E_{\text{перед др.с.}} = \frac{150 \times 0,5}{24} = 3 \text{ т.}$$

Дозуючі машини. Необхідну кількість дозуючих машин (використовуємо мікродозатор VTM-15) визначаємо не за їх продуктивністю, а за кількістю бункерів – з розрахунку, що під кожним бункером установлюють один дозатор. Тобто, всього маємо 7 дозаторів.

Продуктивність підготовчого відділення $q_{\text{з.оч.}}$ за одну годину визначають за формулою:

$$q_{\text{з.оч.}} = \frac{Q_{\text{з.оч.}}}{24}, \quad (4.6)$$

де 24 – коефіцієнт перерахунку добової продуктивності у продуктивність за годину.

$$Q_{\text{з.оч.}} = \frac{288}{24} = 12 \text{ т/Год}$$

Кількість машин, передбачених схемою очищення і підготовки зерна двома потоками, на етапі попередньої очистки зерна (до етапу формування помельної

партії, тобто до змішування потоків зерна у конвеєрі після первинного відволоження), кількість машин розраховують за формулою:

$$n = \frac{0,5 \times q_{з.оч}}{q_m}, \quad (4.7)$$

де q_m – продуктивність конкретної машини, т/год

При розрахунку обладнання підготовчого відділення враховуємо, що ситоповітряні сепаратори, аспіратори, каменевідбірники, зволожуючі апарати, мийні машини, трієри, підігрівачі зерна можуть ефективно працювати при перевантаженні їх не більш, ніж на 20%, а оббивальні, щіткові і луцильні машини перенавантажувати не рекомендується.

Оскільки продуктивність секції дорівнює 240 т/доб, то підготовку і очищення зерна проектують двома потоками рівної продуктивності. Продуктивність одного потоку (з урахуванням коефіцієнта запасу) приймають рівною 120 т/доб.

Отримані данні, щодо розрахунку, марки та продуктивності вибраного технологічного обладнання, вносимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Технологічне обладнання підготовчого відділення.

Найменування технологічного обладнання	Марка технологічного обладнання	Продуктивність потоку т/доб	Продуктивність машини т/год	Кількість машин на потік
Автоматичні ваги	ESB 350	120	8	1
Ситоповітряний сепаратор	A1-БІС-12	135	12	1
Каменевідбірник	ALAPROS 80	120	8	1
Трієр циліндричний (2в1)	TRU 650	120	6,5	1
Магнітний сепаратор	MGS-120	120	10	1
Оббивна машина	SCR-30/100	120	8	1
Аспіраційний канал	A1-БКА	120	5	1
Підігрівач зерна	ПЗ	120	6	1
Машина інтенсивного зволоження	IDP 350	120	8	1
Магнітний сепаратор	MGS-150	240	17	1

Оббивна машина	SCR- 30/130	240	12	1
Ентолейтор	РЗ-БЕЗ	240	15	1
Машина інтенсивного зволоження	IDP 500	240	15	1
Аспіраційна колонка	ACH 1000	240	10	1
Автоматичні ваги	ESB 420	240	12	1

4.5 Аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу схеми технологічного процесу розмельного відділення

Технологічний процес розмелу зерна здійснюється на борошномельному заводі продуктивністю 150 т/доб, де передбачена можливість одержання трьох потоків борошна: вищий сорт – 60%, перший сорт – 13%, другий сорт – 5%. Загальний вихід складає 78%.

На 2 листі, відповідно, подана структурна схема технологічного процесу сортового помелу зерна пшениці потужністю 150 т/доб на сучасному обладнанні ALAPROS.

Залежно від структурно-механічних властивостей зерна, обладнання, що застосовується (традиційне або комплексне), асортименту готової продукції та ступеня розвиненості вимолу, драний процес проектують із чотирма, п'ятьма чи шістьма системами.

У даному випадку схема складається з п'яти етапів: первинного здрібнювання зерна з вимелом оболонкових продуктів (драний процес), сортування проміжних продуктів, збагачення крупок і дунстів, розмелу і шліфування проміжних продуктів і контролю борошна.

Етап первинного здрібнювання зерна включає п'ять систем здрібнювання на вальцьових станках типу SRM і три системи вимелу оболонкових продуктів у вимольних машинах BFN 4010.

Перші три драні системи є ще крупоутворюючими. Четверта п'ята драні системи разом із вимелючими радіально-бичовими машинами забезпечують вимел ендосперму із оболонкових продуктів. Отримані на крупоутворюючих системах проміжні продукти є продуктами першої якості, тобто вони близькі за якістю (зольністю) до якості зерна, що переробляється, або кращі його, тому що

складаються в основному з ендосперму із залишками деякої кількості оболонки. У розсійниках крупоутворюючих систем одержують також муку. Вимел оболонкових продуктів починають одразу після V драної системи.

У ситовійних машинах SPR 49/200 збагачують крупки першої якості з I/II, III драних систем. Збагачені продукти в ситовійних машинах No 1, 2 направляють на 1/2 шліфувальну та 1/2 розмельну системи. Сходові продукти направляють на III драну систему та 1/2 шліфувальну систему. Сходові продукти з ситовійної машини No 3 направляють на 1/2 шліфувальну, 1/2 розмельну та 4 розмельні системи. Проходові продукти направляють на IV/V драні та 4, 7 розмельні системи. З ситовійної машини No 4 збагачені продукти направляють на 1/2 шліфувальну та 3 розмельні системи. Сходові продукти на 7 розмельну та 1/2 шліфувальну системи.

Отримані на крупоутворюючих системах проміжні продукти розподіляють для подальшого опрацювання в такий спосіб: крупну і середню крупки спрямовують роздільно на ситовіальні системи, а дрібну крупку разом із дунстами і частково мукою подають на сортувальні системи двома потоками, що відрізняються за якістю. Перший потік із I і II драних систем - кращий, його спрямовують на сортувальні системи No 1, а другий потік з III драної системи - на сортувальну систему No 2. На сортувальній системі No 3, відповідно, направляються продукти вимелу.

Проміжні продукти крупоутворюючих систем і систем вимелу сортують на трьох системах, з яких перші дві сортують суміш дрібної крупки, дунстів і частково муки з I/II драних систем, а третя система сортує продукти вимелу оболонки після вимелюючих систем.

Сортування зазначених продуктів проводиться в розсійниках марки SPS 628 та SPS 428. При сортуванні продуктів крупоутворюючих систем виділяють жорсткий, м'який дунсти і дрібну крупку. Крупку спрямовують у ситовіальні машини.

Етап розмелу проміжних продуктів складається із 10 розмельних і 2 шліфувальних систем. На шліфувальні системи спрямовують тільки збагачені у

ситовіальних машинах крупну і середню крупки. На 1-й шліфувальній системі опрацьовують в основному крупну крупку, а середню - на 2-й шліфувальній системі. Сходові продукти направляють на III драну та 4 розмельну системи.

Завдання шліфувальних систем – відділити частки оболонок від часток ендосперму з подальшим їх вилученням у розсійниках.

Проміжні продукти і продукти вимелу на кожній розмельній системі здрібнюють у два етапи до направлення у розсійники. Спочатку у вальцових верстатах, а потім у ентолейторах різної продуктивності марки IDT. Такий технологічний прийом двоетапного здрібнювання дозволяє істотно підвищити ефективність здрібнювання в зв'язку з додатковою руйнацією часток, що утворилися після вальцових верстатів, а також окремих часток, що знаходяться в стані початкового руйнування. Передбачений контроль муки за сортами на контрольних розсійниках, призначених виключно для просіювання та сортування борошняних продуктів.

4.6 Розрахунок кількісно-якісного балансу

Баланс помелу являє собою рівність кількісних або якісних показників продуктів, які надходять на окрему систему, етап технологічного процесу або весь технологічний процес, і продуктів, що виходять з цієї ж системи, етапу або всього технологічного процесу. У зв'язку з цим розрізняють баланси системи, етапу, загального технологічного процесу, а також кількісні і кількісно-якісні баланси.

У кількісному балансі відображають кількість продуктів, що надходять до систем, етапів, загального технологічного процесу і виходять з них. Баланс виражають у відсотках.

У кількісному балансі проектного мукомельного заводу відображені рекомендовані нормативні режими і навантаження по кожній системі технологічного процесу, які необхідно виконувати для успішного ведення процесу і тим самим забезпечити задані виходи і якість муки за сортами.

Кількісний баланс помелу для проектного мукомельного заводу складають з урахуванням якості зерна, що переробляється, і рекомендованих

режимів систем стосовно різних видів помелу. Дані цього балансу використовують для розрахунку необхідного технологічного і транспортного устаткування, а також бункерів для зерна, муки і висівок.

Дані кількісного балансу використовуємо для розрахунку необхідного технологічного і транспортного обладнання, а також бункерів для зерна, муки і висівок.

У нашому випадку використовуємо розрахунок обладнання по приблизному балансу, оскільки маємо невелику продуктивність заводу та таким чином можна ефективно розподілити співвідношення та кількість продуктів, розрахувавши навантаження на системи, враховуючи при цьому вихідні дані.

4.7 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання розмельного відділення

Підбір і розрахунок обладнання розмельного відділення проводимо після складання схеми і кількісного балансу помелу. Визначаємо кількість вальцових верстатів, розсійників, ситовійок і вимельних машин, а також ентолейторів.

Необхідну кількість основного технологічного обладнання розмельного відділення (вальцові верстати, розсійники, ситовійки) визначають по системах на основі даних розрахованого кількісного балансу і нормативних питомих навантажень на зазначене технологічне обладнання по системах. При цьому розраховуємо довжину вальцової лінії, площу просіюючої поверхні, ширину приймального сита ситовіальних машин по кожній системі окремо.

Розрахункову довжину вальцової лінії l_{ip} по кожній системі визначаємо за формулою:

$$l_{ip} = \frac{q_i}{q_{lin}}, \quad (4.8)$$

де q_i – балансове навантаження на систему, кг/доб;

q_{lin} – нормативне навантаження на вальцову лінію, кг/см•доб .

Розрахункову площу просіюючої поверхні f_{ip} по кожній системі визначаємо за формулою:

$$f_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin}}, \quad (4.9)$$

де q_{fin} – нормативне навантаження на просіюючу поверхню, кг/м²·доб.

Нормативне навантаження на просіюючу поверхню q_{fin} (т/секц.·доб) вибираємо з “Правил...”, а q_{fin} (кг/м²·доб) визначаємо за формулою:

$$q_{fin} = 1000 \frac{q_{fin} \frac{m}{секц. \cdot доб}}{S_{1секц.}}, \quad (4.10)$$

де S_1 секц.– площа однієї секції розсійника.

Розрахункову кількість секцій n_{ip} визначаємо за формулою:

$$n_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin} \cdot 1000}, \quad (4.11)$$

де q_{fin} – нормативне навантаження на просіюючу поверхню, т/секц.·доб.

Розрахункову ширину приймального сита ситовіальної машини по кожній системі визначаємо за формулою:

$$b_{ip} = \frac{q_i}{q_{bin}}, \quad (4.12)$$

де q_{bin} – нормативне навантаження на 1 см ширини приймального сита, кг/доб .

Балансове навантаження на систему q_i (кг/доб) визначаємо за формулою

$$q_i = \frac{Q \cdot 1000 \cdot a_i}{100}, \quad (4.13)$$

де Q – продуктивність заводу, т/доб;

a_i – навантаження на систему, %.

Фактичне навантаження на систему q_{lif} , q_{fif} , q_{bif} (кг/доб) визначаємо за формулою:

$$q_{lif}, q_{fif}, q_{bif} = \frac{q_i}{l_{if}, f_{if}, b_{if}}, \quad (4.14)$$

де l_{if} , f_{if} , b_{if} – фактична довжина, площа просіюючої поверхні, ширина приймального сита для кожної системи, см або м².

Результати розрахунків вальцової лінії, просіюючої поверхні, ширини приймального сита ситовіальної машини наведені у вигляді табл.4.4-4.6.

Таблиця 4.4. – Розрахунок вальцової лінії.

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на см вальцової лінії q_{in} , кг/доб	Довжина вальцової лінії, см		Прийнята кількість верстатів, n_i	Типорозмір верстага, см	Фактичне навантаження на 1 см вальцової лінії q_{if} , кг/доб
	a_i , %	q_i , кг/доб		розрахункова l_{ip}	фактична l_{if}			
B1/B2	100	150000	1300	115	125	0,5	2x2x125x25	1200
B3	35	52500	220	239	250	1	2x125x25	210
B4/B5	20	30000	250	120	125	0,5	2x2x125x25	240
C1B/ C2B	18	27000	230	117	125	0,5	2x2x125x25	216
C1A/ C2A	30	45000	380	118	125	0,5	2x2x125x25	360
C3	20	30000	130	231	250	1,0	2x125x25	120
C4	16	24000	240	100	100	0,5	2x100x25	240
C5	12	18000	195	92	100	0,5	2x100x25	180
C7	8	12000	150	80	100	0,5	2x100x25	120
C8	6	9000	100	90	100	0,5	2x100x25	90
C9	5	7500	80	94	100	0,5	2x100x25	75
C10	4	7500	80	94	100	0,5	2x100x25	75
Всього					2100	6		

Варто враховувати, що з 6 верстатів ми маємо 3 різних машини, два види 125x25 – восьми- та чотирьохвальцеві та чотирьохвальцеві машини формату 100x25.

Таблиця 4.5 – Розрахунок просіюючої поверхні.

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 секцію розсіюника, $q_{\text{фін}}$, т/доб	Кількість секцій		Марка розсіюника	Фактичне навантаження на 1 секцію розсіюника, $q_{\text{фін}}$, т/доб
	a_i , %	q_i , кг/доб		Розрахункова піф	фактична піф		
B1,B2	100	150000	150	1,0	1	SPS-628	150
B3	35,5	52500	60	0,9	1	SPS-628	53
B4,B5	20	30000	70	0,4	0,5	SPS-628	60
Div.1	30	45000	100	0,5	0,5	SPS-628	90
Div.2	10,0	15000	35	0,4	0,5	SPS-628	30
DF/DBR	5	7500	20	0,4	0,5	SPS-628	15
C1B,C2B	18	27000	30	0,9	1	SPS-628	27
C1A,C2A	30	45000	50	0,9	1	SPS-628	45
C3	20	30000	70	0,4	0,5	SPS-428	60
C4	16,0	24000	55	0,4	0,5	SPS-428	48
C5	12	18000	50	0,4	0,5	SPS-428	36
C6	10,0	15000	45	0,3	0,5	SPS-428	30
C7	8,0	12000	35	0,3	0,5	SPS-428	24
C8	6	9000	25	0,4	0,5	SPS-428	18
C9	5	7500	25	0,3	0,5	SPS-428	15
C10	5	7500	20	0,4	0,5	SPS-428	15
Всього					10		

Зазначимо, що площа однієї секції просіюючої поверхні дорівнює 10м^2 .

Таблиця 4.6 – Розрахунок ширини приймального сита силових машин

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см ширини сита, $q_{\text{фін}}$, 80и/доб	Ширина приймального сита, см		Прийнята кількість ситовійок, пі	Марка ситовійки	Фактичне навантаження на 1 см ширини сита, $q_{\text{фін}}$, т/доб
	a_i , %	q_i , кг/доб		Розрахункова бір	фактична біф			
S1	20	30000	400	75	90	1,0	SPR-49/200	122
S2	25	37500	375	100	90	1,0	SPR-49/200	153
S3	8	12000	125	96	90	1,0	SPR-49/200	49

S4	14	21000	230	91	90	1,0	SPR-49/200	86
Всього					360	4		

Правильність розрахунку і підбору технологічного обладнання встановлюємо на основі порівняння фактичних середніх питомих навантажень на це обладнання з нормативними. Фактичні середні питомі навантаження визначають за формулами:

для вальцьових верстатів:

$$q_L = \frac{Q \cdot 1000}{L_\phi}, \quad (4.15)$$

$$q_L = 71 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

$$65-75 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

для розсійників:

$$q_F = \frac{Q \cdot 1000}{F_\phi}, \quad (4.16)$$

$$q_F = 1500 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$1300-1400 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

для ситовійок:

$$q_B = \frac{Q \cdot 1000}{B_\phi}, \quad (4.17)$$

$$q_B = 420 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

де L_ϕ , F_ϕ , B_ϕ – загальна фактична довжина вальцьової лінії, просіююча поверхня і загальна ширина приймальних сит у ситовійках.

Розрахунок ентолейторів (impact detacher) розраховується за продуктивністю моделі ентолейтора та навантаженням на кожну з розмельних систем, відповідно. Враховуючи, що продуктивність ентолейторів марки IDT варіюється в межах 1-3,5 т/год, то на кожну систему необхідно по 1 ентолейтору (табл. 4.7):

Таблиця 4.7. Розрахунок ентолейторів.

Система	Балансове навантаження, а _i	Продуктивність, т/год	Марка ентолейтора
C1B,C2B	18	1,7	IDT 51/7,5
C1A,C2A	30	2,8	IDT 51/11
C3	20	1	IDT 51/5,5
C4	16	1	IDT 51/5,5
C5	12	1	IDT 51/5,5
C6	10	1	IDT 51/5,5
C7	8	1	IDT 51/5,5
C8	6	1	IDT 51/5,5
C9	5	1	IDT 51/5,5
C10	5	1	IDT 51/5,5

Для вимельних машин використовуємо формулу:

$$n = \frac{Q_{p.v.} \cdot a_i}{q_m \cdot 24 \cdot 100}, \quad (4.18)$$

де $Q_{p.v.}$ – продуктивність розмельного відділення, т/доб;

a_i – балансове навантаження на систему, %;

q_m – продуктивність однієї вимельної машини. Для вимельних машин BFN 4010: 1,5-1,8 т/год.

Таблиця 4.8. – Розрахунок кількості вимельних машин

Система	Балансове навантаження, а _i	Продуктивність, т/год	Кількість, шт.	
			розрахункова	прийнята
Br1	12	1,5	0,5	1,0
Br2	20	1,8	0,7	1,0
Br3	8	1,5	1,4	1,0

4.8 Внутрішньоцехова комунікація

Один із ключових компонентів проекту млина – це розробка системи комунікацій. Під терміном "комунікації" мається на увазі мережа труб, які забезпечують переміщення зерна та проміжних продуктів через систему самопливних труб, транспортних механізмів та бункерів у відповідності до технологічного процесу, передбаченого схемою.

Особливо важливою стає ретельна розробка комунікацій для млинів із пневматичним транспортом. У таких установках необхідно зменшувати кількість вертикальних матеріалопроводів, скорочувати їхню висоту та скорочувати довжину горизонтальних ділянок.

Проектування комунікацій для розмельного відділення млина відбувається після попереднього розміщення технологічного, аспіраційного та пневмотранспортного обладнання. Під час розробки комунікацій уточнюють положення машин, розвантажувачів пневмотранспортної системи, а також визначають кількість та розташування основних та передавальних транспортних механізмів. Акцент при ретельній розробці комунікацій зроблюється на виборі найбільш доцільного розташування систем та, в необхідних випадках, на переміщенні машин і незначних змінах у схемі технологічного процесу, що дозволяє максимально зменшити кількість передавальних механізмів та, зокрема, матеріалопроводів пневматичного транспорту. Особлива увага приділяється продуктам, які великою кількістю виходять з балансу помелу.

Проект комунікацій складається з графічної та описової частин. В графічну частину входять поздовжні і поперечні розрізи відділення млина, на яких показано технологічне та аспіраційне обладнання. На кресленнях наносять лінії, що позначають самопливні труби і номери їх в послідовному порядку отримання продуктів в схемі технологічного процесу.

Описова частина комунікацій складається з відомості руху продуктів, в яку записують під тими ж номерами продукти, що надходять і виходять з машини, із зазначенням виду транспортних механізмів і номерів машин: розвантажувачів, приймальних пристроїв і норій.

Для розробки проекту комунікацій необхідно нанести на поздовжній і поперечний розрізи технологічне обладнання, місце входу і виходу продуктів з машин, а для розмельного відділення попередньо намітити розташування систем (драних, розмельних, ситовієчних). Важливо зазначити, що озміщення обладнання до розробки проекту комунікацій не є остаточним і може бути змінено, якщо переміщення тієї чи іншої машини дозволить довести до необхідної величини кут

нахилу самопливної труби або, безпосередньо, уникнути установки передавального транспортного механізму.

Внутрішньоцеховий транспорт на зернопереробних підприємствах планується відповідно до встановлених норм технологічного проектування. У підготовчому відділенні борошномельного заводу застосовують гравітаційний і нагнітаючий пневмотранспорт для переміщення зерна на комплектному обладнанні, тоді як в розмельних відділеннях використовують гравітаційний і всмоктуючий пневмотранспорт. Для транспортування борошна і висівок на контроль і в бункера безтарного зберігання рекомендується використовувати нагнітаючий пневмотранспорт.

При розробці креслень комунікацій іноді потрібно змінювати розташування отворів для виведення продукту з машини з метою збільшення кута нахилу самопливних труб. Проведення самопливних труб від машини до машини відбувається згідно зі схемою технологічного процесу під фактичним кутом, який повинен перевищувати мінімально допустимий кут. Кожну самопливну трубу проектують в поперечному і поздовжньому розрізах, проставляючи її номер, кут нахилу та поверх перевірки у відомості руху продуктів.

Особливу увагу слід приділяти взаєморозташуванню розсівів, ситовійочних машин. Ряд ситовійочних машин слід розташовувати щодо ряду розсівів так, щоб на кресленнях поперечного розрізу самопливні труби для крупок і дунстів (що надходять на ситовійочні машини) мали максимальний кут нахилу.

Для того, щоб система самопливних труб не захарашувала прохід і не заважала обслуговуванню обладнання, при розробці комунікації необхідно дотримуватися певних правил: самопливні труби по можливості розташовують в одній площині; в поперечному розрізі труби розміщують одну за одною і проектують у вигляді однієї лінії (з декількома номерами), яка є як би основною лінією самопливу. При цьому однакові продукти об'єднують під розсівами і ситовійочними машинами в місці виходу продукту.

При установці самопливних труб не можна зменшувати встановлені нормами проходи між машинами. У зв'язку з цим, не бажано розташовувати труби

між вальцьовими верстатами і між розсівами. Якщо цього не можна уникнути, то проходи визначають від самопливних труб до машин. Не можна також розміщувати самопливні труби в безпосередній близькості від обладнання, що може погіршити умови обслуговування машин. При розробці проекту комунікацій часто буває необхідно розташувати труби близько машин, тому тут можна допустити наступні винятки:

-самопливні труби близько ситовійних машин можна розташувати за умови залишення проходу між трубами не менше 0,8 м, при цьому самопливні труби слід розташовувати вертикально, на висоті не менше 2 м і в проміжках між оглядовими вікнами машини.

При необхідності, самопливні труби можуть бути встановлені близько до машин і транспортних механізмів з того боку, що не вимагає обслуговування (при відсутності і в місці установки самопливної труби оглядових вікон, і регулюючих пристроїв). До таких машин, крім ситовійних машин, можна віднести: зерноочисні машини, магнітні колонки, циклони, норійні труби, шнеки, а також бурати і центрофугали, з одного поздовжнього боку яких, може бути встановлено в проміжках між знімними дверцятами, не більше трьох труб.

Самопливні труби, які розташовані біля вікон, повинні бути розташовані на відстані, достатній для зручності при очищенні скла і відкриванні фрамуг. При групуванні самопливних труб у норії або вертикальні матеріалопроводи важливо, щоб труби на висоті до 2 метрів від підлоги не перекривали проходи між норіями та не затемнювали оглядові люки норій.

Слід враховувати, що в млинах з пневматичним транспортом самопливні труби виконують також функцію повітропроводних каналів, оскільки через них разом з продуктом до приймального пристрою пневматичної мережі подається повітря, що відсмоктується з машини. Таким чином, самопливні труби в цьому випадку виступають і як повітропроводи, що підвищує вимоги до герметичності.

Особливість комунікацій продуктів розмелу зерна на борошномельному заводі полягає в наступному: загальне число вертикальних транспортних механізмів (продуктопроводів) в розмельному відділенні борошномельного

заводу складається з основних і додаткових. Основними транспортними механізмами є ті, які переміщують продукт після вальцевих верстатів в розсів, подають проміжні продукти в сортувальні системи і переміщують в необхідному напрямку готову продукцію. Інші продуктопроводи, що переміщують продукт з однієї машини в іншу, називають додатковими (перекидними).

Кількість рядів продуктопроводів залежить від вибраного варіанту розташування вальцевих верстатів і розсівів. Ефективно, щоб кожен ряд вальцевих верстатів мав свій набір продуктопроводів, які можуть бути розташовані біля поздовжніх стін і всередині приміщення.

Після виконання поздовжніх і поперечних розрізів всіх самопливних труб необхідно переконатися, що розроблений варіант комунікації є прийнятним за кількістю запроектованих передавальних транспортних механізмів. Це можна оцінити за кількістю передавальних матеріалопроводів і шнеків, які додатково встановлюються через недостатній нахил самопливних труб для переміщення проміжних продуктів і готової продукції.

У свою чергу, розмільному відділенні млина сортового помелу пшениці продуктивністю від 120 до 250 т/добу може бути допущено використання не більше 15% передавальних матеріалопроводів від їх загальної кількості і не більше 25% довжини передавальних шнеків від загальної довжини всіх встановлених шнеків [52].

4.9 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва.

Застосування системи НАССР

Основною проблемою контролю якості – є проблема вивчення чинників, що її зумовлюють, способів і засобів її вимірювання та оцінки. Водночас, оцінка якості не є самоціллю, а виступає як дієвий шлях забезпечення, прогнозування і підвищення якості продукції, що випускається.

Технохімічний контроль, у свою чергу, охоплює всі етапи виробництва на харчових підприємствах і має важливе значення для контролю якості продукції харчування.

Технохімічний контроль виробництва – це система заходів з метою забезпечення високої якості продукту. Регулярний та правильно організований контроль виробничого процесу дозволяє моніторити показники якості, а також забезпечити якість продукції, що відповідатиме вимогам нормативної документації. Технохімічний контроль здійснюється виробничими лабораторіями, функції яких визначаються положенням про виробничі лабораторії. Основна задача таких лабораторій є раціональна схема технологічного процесу з використанням принципів мінімізації технологічних затрат і втрат, а також автоматизації та раціоналізації праці.

На першій стадії, або вхідний контроль, відбувається перевірка відповідності якості сировини. Відповідно, вся сировина повинна відповідати вимогам стандартів. Вхідному контролю також піддається і допоміжна сировина, та використовувані тарні матеріали.

Контроль повинен охоплювати всі виробничі технології. Основними точками цехового (активного) контролю в залежності від виду продукції визначено: попередня обробка сировини окремі технологічні операції. Одночасно піддається контролю приймання і підготовка тари, фасування продукції, пакування та кінцеві операції. Технохімічний та мікробіологічний контроль виробництва здійснюється в заводських лабораторіях, які технічно оснащені для проведення досліджень.

Для належного оцінювання показників якості сировини і готової продукції, всі лабораторії повинні користуватись уніфікованими стандартними методами дослідження. Розроблено основні методи дослідження всіх видів харчових продуктів, що використовують фізичні, фізико-хімічні, хімічні методи аналізу, сенсорне оцінювання, мікробіологічний контроль. Використання єдиної методики контролю якості і належна робота всіх контрольно-вимірювальних приладів, що застосовуються в технологічному процесі і в лабораторії, є основоположними факторами, які забезпечують високу якість і достовірність отриманих результатів.

Дослідження лабораторії, що здійснюють контроль якості продукції на виробництві повинні бути атестовані. Атестація лабораторії – це комплексна

перевірка і оцінювання метрологічного забезпечення загального рівня проведення робіт з урахуванням їх специфіки. При атестації лабораторії перевіряють: наявність необхідної нормативної документації на всі види сировини та готової продукції, наявність стандартів на методи випробувань, наявність описаних в нормативних документах засобів вимірювання, допоміжного обладнання, наявність спеціалістів необхідної кваліфікації і затверджених у встановленому порядку посадових інструкцій, наявність системи контролю результатів вимірювання, відповідні приміщення, відповідність вимогам техніки безпеки. Комісія, що здійснює атестацію лабораторії, має право перевірити вибірково якість продукції методом аналізування проб. Після проведення атестації, якщо складено позитивний результат, підписується акт, що обґрунтовує видання свідоцтва про атестацію. До основних задач виробничої лабораторії окрім аналізування сировини, напівфабрикатів, готової продукції, входить здійснення санітарно-гігієнічних (мікробіологічних) досліджень, організація дегустацій харчових продуктів, які випускає підприємство.

Постійне контролювання якості технологічного процесу здійснюється: начальником цеху, начальником зміни, бригадиром, майстром, технологом і робітниками на своїх робочих місцях. Періодичний контроль технологічного процесу здійснюють працівники лабораторії відповідно до положення про лабораторію, затвердженим на підприємстві [52].

Існують основні функції ТХК на борошномельних заводах:

- оцінка якості зерна при прийманні, підробітку і сушінні, спостереження за розміщенням та зберіганням зерна;
- вивчення технологічних і хлібопекарських достоїнств зерна і складання помельних партій;
- контроль правильності ведення технологічного процесу переробки зерна в борошно;
- оцінка якості борошна, манної крупи, висівки і кормової мучки при їх вибої;
- розрахунок і контроль виходу продукції;
- облік і складання звітності за якістю зерна, що переробляється і продукції.

Показники якості зерна, що передається борошномельному заводу: рекомендована вологість при сортових помолах - до 13,5 %; при обійних помелах - на рівні, що забезпечується отримання борошна стандартної вологості; вміст смітної домішки-не більше 2 %, в тому числі зіпсованих зерен - не більше 1 %, шкідливої домішки - не більше 0,2 %; вміст зернової домішки-не більше 5 %, у тому числі пророслих зерен не більше 3 %; кількість і якість клейковини в помельній суміші повинно забезпечувати вироблення борошна, що відповідає нормам за даною ознакою.

Облік обробленого зерна та виготовленої продукції проводять за допомогою автоматичних ваг, витратомірів або шляхом визначення кількості упакованої продукції. На основі цих даних розраховують орієнтований фактичний вихід продукції і порівнюють його з розрахунковим.

Огрім цього, регулярно оцінюють такі показники, як якість зерна, що постачається на млин; якість зерна для першого дроблення; режими роботи обладнання; якість виробленої продукції та відходів; санітарний стан виробничих приміщень.

Періодично здійснюють контроль за ефективністю окремих машин, систем і етапів технологічного процесу, а також за борошномельними та хлібопекарськими властивостями зерна

Несподівані перевірки, у свою чергу, проводять за рішенням керівництва підприємства у випадку погіршення якості або зниження виходу продукції, що може призвести до накладення штрафних санкцій на якість чи кількість відвантаженої продукції для споживачів.

При переробці зерна в розмельному відділенні контролюють: рівномірність подачі необхідної кількості зерна на I др. с.; дотримання режимів подрібнення на I, II, III др. с., встановлених для перероблюваної помельної партії; рівень вилучення борошна, встановлений для кожної системи; ефективність сортування проміжних і кінцевих продуктів розмелу зерна на розсівах; отримання розрахункових виходів борошна по сортах і висівок; якість готової продукції: борошна, манної крупи, висівок [53,54].

Система НАССР, яка являє собою науково обґрунтовану і впорядковану систему, ідентифікує конкретні види небезпечних чинників і встановлює заходи щодо їхнього контролю для гарантування безпеки харчових продуктів. НАССР — це інструмент оцінювання небезпечних чинників і впровадження систем контролю, в яких увага акцентується не стільки на випробуваннях готової продукції, скільки на профілактичних заходах. Будь-яка система НАССР допускає зміни, пов'язані, наприклад, з удосконаленням конструкції устаткування і технологічних процесів або з розвитком науково-технічного прогресу.

Система НАССР має сім принципів:

Принцип 1. Проведення аналізу небезпечних чинників.

Ідентифікація потенційно небезпечних чинників, пов'язаних з виробництвом харчових продуктів на всіх стадіях виробничого ланцюжка, починаючи з первинного виробництва, оброблення, виготовлення та розподілення продуктів і закінчуючи місцем споживання. Оцінка можливостей (ймовірностей) виникнення небезпечних чинників та встановлення заходів для їхнього контролювання.

Принцип 2. Визначення критичних точок контролю (КТК).

Визначення точки (місця), процедури або технологічної операції, які можуть контролюватися для усунення небезпечних чинників або мінімізації ймовірності їхнього виникнення.

Принцип 3. Встановлення граничних значень.

Встановлення граничних значень, які повинні бути дотримані для забезпечення контролю в КТК.

Принцип 4. Встановлення системи моніторингу для КТК.

Розроблення системи моніторингу контролю для КТК, шляхом проведення випробувань або спостережень відповідно до встановленого плану - графіку.

Принцип 5. Встановлення коригувальних дій для тих випадків, коли результати моніторингу свідчать про втрату контролю в КТК.

Принцип 6. Встановлення процедур перевірки (аудиту) для підтвердження ефективності функціонування системи НАССР.

Принцип 7. Встановлення документації для всіх процедур і реєстрації даних відповідно до зазначених принципів та їхнього застосування.

Тобто, система НАССР — це інструмент управління, який забезпечує більш структурований та науковий підхід до контролю ідентифікованих небезпечних чинників, ніж підхід через традиційну інспекцію і процедури контролю якості кінцевого продукту. У разі використання системи НАССР, контроль переходить від випробування одиничного кінцевого продукту (випадкової вибірки продуктів), тобто тестування наявності відхилень, у сферу розроблення та виготовлення конкретного продукту, тобто запобігання відхилень.

Ця система використовує підхід контролювання критичних точок у поводженні з харчовими продуктами для попередження проблем безпеки харчових продуктів. У її рамках визначають конкретні ризики та встановлюють заходи для їх контролю з метою забезпечення безпеки харчових продуктів. Система НАССР надає впевненість в ефективному управлінні безпекою харчових продуктів на підприємстві. План НАССР підтримує безпеку харчових продуктів, оскільки потенційні ризики, що можуть виникнути під час виробництва, визначаються, оцінюються, контролюються та усуваються.

Система НАССР також підсилює відповідальність та ступінь контролю на рівні всієї харчової промисловості. Належним чином впроваджена система НАССР, безумовно, веде до кращого розуміння та гарантування всіма учасниками харчового сектору безпечності харчових продуктів, тим самим даючи нову мотивацію в роботі.

Впровадження системи НАССР для виробників дає наступну користь:

- виробництво більш безпечної продукції на підприємствах, що знижує діловий ризик, і підвищує задоволеність споживача;
- поліпшена репутація і захист торговельної марки виробників;
- узгодженість із законодавством;
- персонал має чіткіше уявлення щодо вимог до безпечності харчових продуктів та методів їх виконання в роботі;

- демонструє наочні та зрозумілі зобов'язання (докази) підприємства щодо безпечності продукції, які можуть бути використані у судових позовах і визнані страховими компаніями;

- краща організація персоналу та раціональне використання робочого часу;
- ефективність витрат, зменшення збитків у перспективі (спочатку збитки можуть збільшитися через застосування коригувальних дій, які вимагають видалення продукції внаслідок невиконання належного контролю в КТК);
- можливість збільшити доступ на ринки збуту.

Застосування системи HACCP в межах системи управління якістю, що відповідає ISO 9001, окрім усього вищесказанного, може сприяти створенню системи безпечності харчових продуктів, ефективнішої ніж у випадку застосування або лише ISO 9001, або лише HACCP, що веде до зростання задоволеності споживача та поліпшення продуктивності організації [55].

4.10 Охорона праці

4.10.1 Розміщення обладнання

Розміщення виробничого обладнання повинно бути здійснено таким чином, щоб його монтаж, обслуговування та ремонт обов'язковобули зручні, безпечні та сприяли утриманню приміщень та обладнання в належному санітарному стані.

При розміщенні стаціонарного обладнання необхідно передбачати вільні проходи для його обслуговування і ремонту, як зазначалось у попередніх розділах. Ширину проходів слід визначати як відстань від виступаючих будівельних конструкцій (комунікаційних систем) до найбільш виступаючих частин обладнання.

Поперечні і поздовжні проходи, пов'язані безпосередньо з евакуаційними виходами на сходові клітки або в суміжні приміщення, а також проходи між групами машин і верстатів повинні бути шириною **не менше 1,0 м**, а між окремими машинами і верстатами - шириною **не менше 0,8 м**.

Вальцьові верстати можуть бути встановлені групами лише за умови, якщо в кожній групі буде не більше п'яти верстатів, загальною довжиною разом з

електродвигунами **не більше 15 м** і з урахуванням можливості проводити роботи по зміні робочих валків на будь-якому верстаті, не зупиняючи роботи інших верстатів в групі.

Між стінами будівлі і розсівами повинні передбачатися проходи шириною **не менше 1,25 м**,

Не допускається установка групами розсівів, сепараторів, обійних і мийних машин, а також іншого обладнання, що вимагає підходів до нього для обслуговування з усіх боків.

З бічних сторін ситовійочних машин повинні бути передбачені проходи шириною **не менше 0,8 м**, вільні від аспіраційних трубопроводів.

При компонуванні вертикальних круглих щіткових машин групами, відстань між окремими машинами в групі має бути **не менше 0,7 м**.

Проходи у вагового карусельного пристрою для фасування і упаковки муки з усіх боків повинні бути шириною **не менше 2,0 м**.

Проходи між двома сепараторами, а також між сепараторами і конструктивними елементами будівлі повинні бути :

- для сепараторів з бічною виїмкою решіт: з боку приводного валу шириною не менше 1,0 м, а з бічних сторін - **не менше 1,2 м** ;

- для сепараторів з круговим обертанням решіт-шириною **не менше 1,4 м**, з бічних сторін - **не менше 1,0 м** ;

- для всіх сепараторів прохід з боку випуску зерна шириною **не менше 0,7 м**.

З боку випуску зерна у сепараторів допускається установка норійних труб на відстані **не менше 0,15 м** від габариту сепаратора в тих випадках, коли на виході зерна у сепаратора відсутній пристрій магнітного захисту.

Проходи у черевика норії повинні бути з **трьох сторін** і підлягати обслуговуванню, шириною **не менше 0,7 м**. У виробничих будівлях, галереях, тунелях уздовж траси конвеєрів при їх розміщенні повинні бути передбачені проходи по обидві сторони конвеєра для безпечного монтажу, обслуговування і ремонту. Ширина проходів для обслуговування конвеєрів повинна бути не менше:

- 0,75 м - для стрічкових і ланцюгових конвеєрів;
- 1,00 м - між паралельно встановленими конвеєрами.

Ширина проходу між паралельно встановленими конвеєрами, закритими по всій трасі жорсткими коробами або сітчастими огорожами, може бути зменшена до **0,7 м**. При наявності в проході між конвеєрами будівельних конструкцій (колон, пілястр і т.п.), що створюють місцеве звуження проходу, відстань між конвеєрами і будівельними конструкціями має бути не менше 0,5 м по довжині проходу до 1,0 м. Ці місця проходу повинні бути огорожені. При наявності на конвеєрах розвантажувальних візків ширина проходу повинна бути збільшена з урахуванням розмірів візка. Обладнання, що не має рухомих частин: самопливний трубопровід, матеріалопроводи, повітропроводи, норійні труби і т. п., може бути розташоване (своїми сторонами, які не потребують обслуговування) біля стін і колон з розривом від них не менше 0,25 м.

4.10.2 Виробничий шум та вібрація

На всіх підприємствах повинні бути передбачені заходи, виконання яких гарантує дотримання на робочих місцях, в робочих зонах, у виробничих приміщеннях і на території підприємств рівнів шуму, які не перевищують встановлені норми.

Для зменшення шуму і вібрації обладнання, що викликає вібрацію і шум вище визначених норм (мотори, двигуни, вентилятори та інші), слід установлювати на шумоізолюючих фундаментах і підставах, які віброізолювані від підлоги та інших конструкцій будівель. У випадку недостатньої ефективності цих заходів, обладнання може бути встановлене в окремих ізолюваних приміщеннях. Пряме кріплення такого обладнання до огорожувальних конструкцій будівель не допускається.

Експлуатація обладнання може бути допущена лише у випадку, якщо під час його роботи вібрація не перевищує значень, встановлених санітарними нормами.

4.10.3 Технічні пристрої

Норії обов'язково повинні бути оснащені реле контролю швидкості(РКШ), датчиками підпору, пристроями контролю збігання стрічки, а також автоматично діючими гальмівними пристроями, що запобігають зворотний хід стрічки при раптових зупинках норій.

Стаціонарні стрічкові конвеєри зі швидкістю руху стрічки 1 м / сек і більше повинні бути оснащені РКШ. На ланцюгових і гвинтових конвеєрах повинні бути передбачені пристрої, що оберігають конвеєри від переповнення короба продуктом зливні самопливи в бункера і силоси, оснащені датчиками верхнього рівня; запобіжні клапани з кінцевими вимикачами; датчики підпору або інші пристрої. На ланцюгових конвеєрах повинна бути передбачена установка пристроїв контролю обриву ланцюга.

Магнітне загородження повинно бути встановлено перед вальцьовими верстатами, деташерами, ентолейторами, бичовими машинами та іншими машинами ударної дії. Якщо ентолейтор або деташер розташований безпосередньо за вальцьовим верстатом, то магнітний захист може бути встановлено лише перед вальцьовим верстатом.

4.10.4 Електробезпека

Для захисту людей від ураження електричним струмом при пошкодженнях ізоляції повинна бути застосована принаймні одна з наступних захисних заходів: *занулення, заземлення, розподільний трансформатор, мала напруга чи подвійна ізоляція.*

Занулення (заземлення) електроустановок слід виконувати :

- при напрузі 380 В і вище змінного струму - у всіх електроустановках ;
- при напрузі вище 42 В, але нижче 380 В змінного струму і вище 110 В постійного струму - тільки в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках.

До частин електроустановок, що підлягають зануленню або заземленню, відносяться:

- корпуси електричних машин, апаратів, трансформаторів, світильників;

- приводи електричних апаратів;
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- металеві каркаси розподільних щитів-пультів, шаф, а також їх знімні або відкриваються частини, якщо на останніх встановлено електрообладнання високої напруги;
- металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів;
- електрообладнання, розміщене на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів;
- металеві кабельні конструкції, з'єднувальні муфти, оболонки і броня кабелів і проводів, металорукова і труби електропроводок, лотки, коробки, струни, троси, а також інші конструкції, на яких встановлюється електрообладнання.

У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу підлягають зануленню (заземлення):

- електроустановки при всіх напругах змінного і постійного струму;
- електрообладнання, встановлене на занулених (заземлених) металевих конструкціях і в невибухонебезпечних зонах дозволяється не зануляти (заземлювати).

Технологічне обладнання, продуктопроводи і т. п., що розташовані у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зонах всіх класів, повинні бути заземлені не менше ніж в двох місцях з вирівнюванням потенціалів до безпечних значень.

Заземлюючий пристрій слід здійснювати у вигляді загального контуру заземлення. Допускається використання загального заземлюючого пристрою для захисту від статичної електрики, первинних і вторинних впливів блискавки і захисного заземлення електроустановок. Для попередження небезпеки, пов'язаної з накопиченням зарядів статичної електрики, необхідно:

- заземлювати вали машин, обладнаних підшипниками ковзання з кільцевої мастилом;
- не допускати плаваючих предметів на поверхні легкозаймистих рідин в резервуарах.

При експлуатації електричних установок повинна бути забезпечена захист мереж від механічних пошкоджень, струмоведучі частини повинні бути захищені так, щоб обслуговування їх не було пов'язане з небезпекою дотику до них.

4.10.5 Додаткові вимоги

Для транспортування відходів виробництва слід використовувати самопливний, механічний транспорт (норії, ланцюгові і гвинтові конвеєри, стрічкові і безролікові конвеєри в закритих кожухах), пневмотранспорт, що виключає пиловиділення в приміщеннях.

Забороняється транспортування відходів виробництва на відкритих стрічкових конвеєрах

. Забороняється влаштування вибою відходів виробництва в тару в пожежонебезпечних приміщеннях категорії В.

Забороняється пуск і робота машин, що виділяють пил, з відкритими люками, кришками, дверцятами.

При веденні технологічних процесів необхідно строго дотримуватися пилового режиму виробничих приміщень-всі виробничі та складські приміщення, а також обладнання, що знаходяться в них та механізми повинні постійно міститися в чистоті [48].

Окрім цього, існують охорона навколишнього середовища. Це комплекс заходів, який приймає та затверджує підприємство, щоб не допустити забруднення навколишнього середовища – ґрунту, води, повітря, продовольчих культур і сировини.

По всіх напрямках діяльності підприємства значна увага приділяється охороні навколишнього середовища.

Впровадженням державної екологічної політики, спрямованої на забезпечення ефективного використання і відтворення природних ресурсів, а також забезпеченням екологічної безпеки виробництв на підприємстві займається відділ охорони навколишнього середовища (ОНС).

Враховуючи різнопланову діяльність компанії, у відділі ОНС працюють не тільки інженери-екологи, а й інженери сільськогосподарської, будівельної галузей, наявна хіміко-технологічна лабораторія з правом проведення вимірювань для контролю стану навколишнього середовища. Таким чином, вдається всебічно інтегруватися в діяльність виробничих підрозділів, вивчати наявні технологічні процеси, оцінити їх вплив на природне середовище [56].

5. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Генеральним планом називають проект розташування і взаємної ув'язки всіх будівель, споруд, інженерних мереж, залізничних колій і автомобільних доріг підприємства.

Генеральний план підприємства розробляють відповідно до «норм проектування СНіП 11-89-80. Генеральні плани промислових підприємств"».

Майданчик для будівництва вибирають на підставі техніко економічних порівнянь умов будівництва та експлуатації підприємств, після проведених топографічних, геологічних і кліматологічних вишукувань. При цьому враховують метеорологічні дані не тільки для проведення будівельних робіт, але і для організації та ведення технологічного процесу на майбутньому підприємстві.

Майданчик для будівництва підприємства повинен задовольняти наступним основним вимогам:

- мати мінімальні розміри з урахуванням раціональної щільності забудови;
- забезпечити розташування будівель і споруд відповідно до напрямку руху сировини і готової продукції і мати можливість розширення виробництва;
- мати відносно рівну поверхню і ухил (0,001...0,003), що забезпечує стік поверхневих вод;
- рівень ґрунтових вод повинен бути нижче глибини пристрою підвалів, тунелів і т.п.;
- мати зручне приєднання до найближчої залізничної станції;
- планування майданчика не повинна бути пов'язана з виконанням великого обсягу земляних робіт.

При проектуванні генеральних планів зернопереробних підприємств враховують такі вимоги: будівлі і споруди розміщують і взаємно пов'язують відповідно до вимог виробничого процесу, дотримуючись технологічної

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.080-03.III.9.2</i>					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 5					
Розробив		Ковальчук А.О.						Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.							98	116
Консульт.								ОНТУ, ТЗХ-61а		
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.								

послідовності, без поворотних і зустрічних переміщень сировини і готової продукції; відстані між будівлями і спорудами повинні відповідати протипожежним нормам і санітарним нормам промислових підприємств; залізничні колії та автомобільні дороги розміщують на території підприємства відповідно до характеру руху вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну протяжність; розміщують будівлі і споруди на території підприємства, розділивши її на окремі зони: передзаводську, виробничу, підсобну і складську; будівлі та споруди розміщують з урахуванням напрямку панівних вітрів, з підвітряного боку по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менше 100 м.

На території відповідно до норм проектування розміщують мережі водопостачання, каналізації, енергопостачання, теплопостачання, газопостачання та ін.

Будівлі та споруди розташовують на генеральному плані за їх виробничою ознакою окремими групами. Територію підприємства з функціонального використання ділять на зони, в яких розміщують відповідні будівлі, споруди тощо.

Передзаводська зона (за межами огорожі або умовної межі підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, передзаводської площі, майданчики стоянки автомобілів і т.п. у виробничій зоні розташовують елеватор, борошномельний, круп'яний і комбікормовий заводи, склади готової продукції, цехи безтарного зберігання, зерносушарки, цех відходів.

Підсобну зону використовують для розміщення корпусу підсобних приміщень (ремонтні майстерні), котельні, трансформаторної підстанції, енергетичної траси, теплотраси, водопроводу, каналізації та інших комунікацій. У складській зоні знаходяться приміщення, будівлі транспортного господарства (депо, гаражі), водонапірні споруди, водойми, склад паливно-мастильних матеріалів, паливний майданчик, авторемонтні майстерні тощо.

Будівельними нормами і правилами проектування генеральних планів промислових підприємств допускається уточнювати розподіл території підприємства на зони з урахуванням конкретних умов будівництва.

Санітарно-гігієнічні вимоги проектування генерального плану зернопереробного підприємства обумовлюють розміщення будівель і споруд щодо країн світу і рози вітрів так, щоб були забезпечені умови природної освітленості, природного провітрювання. Промислові підприємства з джерелами виробничих шкідливостей (шум, запах, дим, пил і т. п.), несприятливо впливають на навколишнє середовище, по шкідливості ділять на п'ять класів, які передбачають між підприємством і житловою зоною санітарно-захисну зону від 50 до 1000 м (для борошномельних, круп'яних і комбикормових заводів вона повинна бути не менше 100 м).

Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше найбільшої висоти протилежної будівлі, а розриви між складами готової продукції борошномельних і круп'яних заводів та іншими промисловими підприємствами слід приймати рівними розривів між цими підприємствами, а між зазначеними складами і комбикормовими заводами — не менше 30 м.

За нормами шожарної безпеки будівлі і споруди розміщують на генеральному плані з урахуванням їх вогнестійкості, ступеня пожежної небезпеки і рози вітрів.

Виробництва за вибухо-пожежною небезпекою поділяють на шість категорій: А, Б, В, Г, Д, Е. Категорії виробництв зернопереробних підприємств за вибуховою, вибухопожежною та пожежною небезпекою відповідають категоріям Б і В.

До категорії Б належать виробництва, в яких обертаються або зберігаються горючі гази з нижньою межею вибуховості більше 10 % до об'єму повітря; рідини з температурою спалаху парів від 29 до 61 °С включно; рідини, нагріті в умовах виробництва або зберігання до температури спалаху і вище; горючі пил або волокна, нижня межа вибуховості яких складає яет 65 г / м³ до об'єму повітря за

умови, що ці гази, рідини, пилю й волокна можуть утворити вибухонебезпечні суміші в обсязі, що перевищує 5% об'єму приміщення.

До категорії В відносять виробництва, в яких звертаються або зберігаються рідини з температурою спалаху парів більше 61 °С; горючі пилю або волокна, нижня межа вибуховості яких становить більше 65 г / м³ до об'єму повітря; речовини, здатні тільки горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним; тверді горючі речовини і матеріали.

Виробничі будівлі зернопереробних підприємств розміщують на відстані один від одного не більше 15 м при ширині будівель або споруд до 18 м. До них повинен бути забезпечений під'їзд пожежних машин з одного боку, а при ширині будівель більше 18 м — з двох сторін.

Допускається блокувати будівлі і споруди II ступеня вогнестійкості-виробничі корпуси з приймально-відпускними спорудами, корпусами сировини і готової продукції. При цьому відстані між ними не нормуються. Загальна довжина зазначених будівель і споруд, розташованих в лінію, не повинна перевищувати 400 м, сумарна площа забудови з'єднаних будівель і споруд — не більше 10 000 м².

На території відповідно до вимог пожежної безпеки передбачають кільцевий пожежний водопровід, що має невичерпне джерело водопостачання або резервуари для води об'ємом 250...500 м³ з тригодинним запасом для гасіння пожежі. На кільцевому водопроводі встановлюють пожежні гідранти па відстані 50... 100 м, щоб воду можна було подавати до необхідного об'єкту не менше ніж з двох гідрантів [57].

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

6.1 Визначення інноваційного бюджету і інвестицій у виробництво

Розмір інвестицій розраховується по формулі:

$$I = I_{\text{ін}} + I_{\text{пр}} \quad (6.1)$$

де: $I_{\text{ін}}$ - інноваційний бюджет;

$I_{\text{пр}}$ - інвестиції в виробництво для впровадження результатів НДР.

Визначаємо затрати інноваційного бюджету - $I_{\text{ін}}$

$$I_{\text{ін}} = V_{\text{кон}} + C_{\text{ндр}} + V_{\text{екс}}, \quad (6.2)$$

де: $V_{\text{кон}}$ – затрати на формування концепції (30% от $C_{\text{ндр}}$);

$C_{\text{ндр}}$ - ціна НДР;

$V_{\text{екс}}$ - затрати на експериментальне дослідження (50% от $C_{\text{ндр}}$);

Основою інноваційного бюджету являється $C_{\text{ндр}}$, яка визначається по формулі:

$$C_{\text{ндр}} = V_{\text{ндр}} + П + ПДВ, \quad (6.3)$$

де: $V_{\text{ндр}}$ - затрати на проведення НДР;

П - прибуток від НДР;

ПДВ – податок на добавлену вартість.

$V_{\text{ндр}}$ визначаємо на основі затрат на проведення НДР, який складається із наступних статтів: матеріали, енергія, заробітня плата (основна и додаткова), відрахування на соціальні заходи, амортизаційні відрахування, інші і накладні витрати.

Витрати на сировину

Витрати на сировини визначаємо виходячи із необхідності для проведення дослідження і зводимо у таблицю 6.1.

					<i>КРМ.ТЗПХІКВ.1.080-03.III.9.2</i>					
					Розділ 6					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Ковальчук А.О.								
Керівник		Жигунов Д.О.							102	116
Консульт.		Басюркіна Н.Й.						ОНТУ, ТЗХ-61а		
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.								

Таблиця 6.1. Ціни сировини.

Сировина	Необхідна маса сировини, кг/л	Ціна за 1 кг, грн	Загальна ціна, грн
Пшениця	50	8,5	850
Розчин сахарози	0,9	35	31,5
Розчин молочної кислоти	0,2	123,2	25
Розчин карбонату натрію	0,09	30	2,7

При визначенні витрат на сировину враховувалися також витрати на допоміжні матеріали для проведення досліджень та вартість необхідних допоміжних матеріалів:

рушники – 4 шт. – 80 грн;

білий халат – 1 шт. – 300 грн;

ркчка – 1 шт. – 20 грн;

файли – 100шт. – 70 грн;

витрати на ксерокс – 200 грн;

папір – 1 уп. – 100 грн;

Загальні витрати на матеріали складають

$$V_{\text{мат}} = 909 + 770 = 1679 \text{ грн.}$$

Визначення витрат на електроенергію

Витрати на електроенергію розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{ел.ен.}} = T * \sum * \eta, \quad (6.4)$$

де \sum – кількість годин роботи приладу, год;

η – паспортна продуктивність електродвигуна приладу, кВт;

T – тариф електроенергії, грн./кВт×год.

При проведенні дослідження виникають наступні витрати на електроенергію (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Витрати на електроенергію.

Найменування обладнання	Потужність Електродвигуна, кВт	Тривалість експлуатування обладнання, год	Тариф, грн/кВт* год	Витрати електроенергії, грн
Альвеограф Choring Technologies	1,25	8	2,188	21,88
Інфрачервоний експрес-аналізатор Inframatic 8620	0,1	1,5		0,33
Тістомісилка ТЛ-2	0,25	0,5		0,28
Аналітичні ваги	0,01	1		0,22
Лабораторний млин ЛМТ-2	0,55	0,5		0,6
Індикатор деформації клейковини І ДК-3МУ	0,2	1		0,44
Лабораторний шейкер	0,2	2		0,88
Млин Perten 3100	0,25	2		1,1
Brabender QJ	2,3	2		10
Chopin CD-1	2,9	6		38
Центрифуга	3,5	9	69	
Всього				143

Витрати на заробітну плату

До цих витрат відносять заробітні плати учасників НДР. В НДР приймають участь керівник з технології, керівник з економічної частини, інженер кафедри, дослідник та лаборант. Усі витрати наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок оплати праці усіх учасників НДР.

Учасники НДР	Місячний оклад, грн	Кількість Місяців	Ступінь участі, %	Оплата, грн
Керівник з технологічної кафедри	15 000	6	45	40 500
Керівник з курсової роботи	10 000	6	35	21 000
Лаборант	10 000	6	10	6 000
Студент-дослідник	6 500	6	10	3 900
Всього:				71 400
Відрахування на соціальні				15 708

потреби(22%)

Амортизаційні відрахування беруть від вартості основних виробничих фондів за встановленими нормативами до кожної групи фондів, які використовують при проведенні НДР (основного та додаткового обладнання, комп'ютерної техніки, інших фондів, крім приміщення).

Обладнання, яке використовується при проведенні НДР відноситься до 2 групи. Сума амортизаційних відрахувань дорівнюватиме 20% від ОВФ. Вартість обладнання та амортизація при проведенні НДР приведена в табл. 6.1.4.

Таблиця 6.4. Амортизаційні витрати.

Назва обладнання	Балансова вартість, грн	А _{обл} , %	В _{аморт} , грн
Альвеограф Chorin Technologies	500 000	20	100 000
Інфрачервоний експрес-аналізатор Inframatic 8620	250 000		50 000
Тістомісилка ТЛ-2	5 000		1 000
Аналітичні ваги	1 000		200
Лабораторний млин ЛМТ-2	3 000		600
Індикатор деформації клейковини ІДК-ЗМУ	3 000		600
Центрифуга настільна С 2204	27 000		5 400

Амортизаційні відрахування для обладнання рахуються для 2 місяців використання обладнання (згідно робочої гіпотези):

$$V_{ам} = 157\,800 \times \frac{2}{12} = 31\,560 \text{ грн.}$$

Інші витрати

Інші витрати беруть у розмірі 10 % від суми витрат по розрахованим статтях.

$$V_{ін} = (V_{мат} + V_{ел.ен} + V_{зп} + V_{соц} + V_{ам}) \times 0,1.$$

$$V_{ін} = (1\,679 + 143 + 71\,100 + 15\,642 + 13\,670) \times 0,1 = 10\,223 \text{ грн.}$$

Накладні витрати

Накладні витрати складають 30 % від усіх витрат:

$$V_{накл} = (1\,679 + 143 + 71\,100 + 15\,642 + 13\,670 + 10\,223) \times 0,3 = 33\,737 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення прикладних НДР наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5. Кошторис витрат на проведення прикладних НДР.

Найменування статей витрат	Сума витрат, грн
1. Матеріали	1 679
2. Електроенергія	143
3. Заробітна плата (основна і додаткова)	71 400
4. Відрахування на соціальні заходи	15 708
5. Амортизаційні відрахування	31 560
6. Інші витрати	10 223
7. Накладні витрати	33 737
ВСЬОГО	164 450

Ціну НДР розраховуємо за формулою (6.3).

$$\Pi = V_{\text{ндр}} \times 0,2 = 164\,450 \times 0,2 = 32\,890 \text{ грн.}$$

$$\text{ПДВ} = (V_{\text{ндр}} + \Pi) \times 0,2 = (164\,450 + 32\,890) \times 0,2 = 39\,468 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ндр}} = 164\,450 + 32\,890 + 39\,468 = 236,8 \text{ тис. грн.}$$

Інноваційний бюджет визначаємо за формулою (6.2):

$$I_{\text{ін}} = 236,8 + 71 + 118,4 = 426,2 \text{ тис. грн.}$$

Визначення інвестицій для впровадження у виробництво:

Інвестиції для впровадження в виробництво результатів НДР:

$$I_{\text{пр}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} + I_{\text{рек}}, \quad (6.5)$$

де $I_{\text{овф}}$ – інвестиції в основні виробничі фонди;

$I_{\text{ок}}$ – додаткова сума оборотних коштів, необхідних виробництву у зв'язку з впровадженням результатів НДР;

$I_{\text{рек}}$ – інвестиції на рекламу.

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{буд}} + I_{\text{об}}, \quad (6.6)$$

де $I_{\text{буд}}$ - інвестиції в будівництво ($I_{\text{буд}} = 0$);

$I_{\text{об}}$ - інвестиції в обладнання.

Оскільки передбачено тільки установку обладнання, тоді інвестиції в обладнання будуть дорівнювати затратам на купівлю нового обладнання:

$$I_{\text{об}} = V_{\text{п.об}}$$

Таблиця 6.7. Витрати на закупівлю обладнання.

Найменування обладнання	Встановлена потужність двигунів кВт	Кількість, шт.	Вартість обладнання, тис. грн.	
			одиниці	всього
Лабораторна дробарка Brabender Quadrumat Junior	2,3	1	792	792
дистилятор води	10	1	15	15
центрифуга настільна С 2204	3,5	1	200	200
Всього	16			1 007

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{об}} = 1\,007 \text{ тис. грн.}$$

$I_{\text{ок}}$ – інвестиції в оборотні кошти, 50 % від ДРП:

$$I_{\text{ок}} = 0,5 \times 2313 = 1156,5 \text{ тис. грн.}$$

$I_{\text{рек}}$ – витрати на рекламу, 5 % від ДРП:

$$I_{\text{рек}} = 0,05 \times 2313 = 116 \text{ тис. грн.}$$

Інвестиції у виробництво:

$$I_{\text{пр}} = 1\,007 + 1156,5 + 116 = 2\,279,5 \text{ тис. грн.}$$

Інноваційний бюджет визначаємо за формулою (6.1):

$$I = 426,2 + 2\,279,5 = 2\,705,7 \text{ тис. грн.}$$

Порівняємо суму інвестицій на проведення НДР і впровадження результатів у підприємстві (I) з прибутком (П).

$$T_{\text{ок}} = \frac{2\,705,7}{2037} = 1,3.$$

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В даному дипломному проекті було проведено розрахунки та підбір обладнання зерноочисного та розмельного відділення з використанням сучасного обладнання ALAPROS, при чому добова продуктивність заводу, в даному випадку дорівнює продуктивності розмельного відділення – 150 т/добу, але розрахунок обладнання для зерноочисного відділення було розроблено на 240 т/добу, щоб була можливість швидкого очищення (дані цифри маємо за рахунок того, що дипломний проект комплексний і завод буде складатися з двох повноцінних частин); виконано аналіз наукових джерел та проведено дослідження щодо застосування та впровадження методу SRC у виробництво. Проведені розрахунки, спрямовані на техніко-економічне обґрунтування, та визначені ключові техніко-економічні показники проекту.

Під час аналізу наукових джерел були досліджені, систематизовані та проаналізовані ключові теми, пов'язані із науковим дослідженням, розроблено відділення борошномельного заводу, що, в свою чергу, висвітлюють суть даної роботи. Крім того, було надано опис характеристики технологічних об'єктів та мережі комунікацій генерального плану підприємства. Також були розглянуті правила внутрішньоцехової комунікації та проведено аналіз техніко-хімічного і мікробіологічного контролю виробництва з використанням системи НАССР.

Щодо наукового дослідження, можна зробити наступні висновки:

- Метод SRC має перспективний характер, адже має досить просту та швидку процедуру, для проведення дослідження використовується невелика кількість зразку, має низьку вартість. Його можна легко провадити у виробництво та використовувати для удосконалення етапу формування сортів борошна з метою підвищення функціональності готової продукції при оптимізованих витратах.

					<i>КРМ.ТЗПХІКВ.1.080-03.III.9.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Ковальчук А.О.					108	116
Керівник		Жигунов Д.О.						
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						
						ОНТУ, ТЗХ-61а		

- При кореляційних дослідженнях основних показників з відповідними значеннями SRC по кожному розчиннику, спостерігалась певна тенденція. Для борошна вищого сорта усі порівняні результати мали тільки слабку кореляцію і тільки у випадку з визначенням крохмалю отримали середню кореляцію даних. Супротив цьому, для борошна першого сорту отримали більш позитивні результати, де у всіх показників була середня або слабка кореляція, за винятком показника загального водопоглинання.
- Окрім цього, застосування SRC дозволяю визначити вплив кожного окремого показника на подальші процеси, коли альвеограф дає комплексну оцінку, а визначення сили борошна являється інтегральним показником, на який впливають всі інші.
- Узагальнено, можна відзначити, що дане дослідження потребує доопрацювання та додаткових серій досліджень для отримання більш повної картини та розкриття причин залежностей між вибраними показниками оцінки якості. Треба відзначити, що по отриманим значенням SRC по кожному розчиннику, зернопереробні підприємства можуть розуміти загальну роботу процесу. Адже якщо в значеннях SRC карбонату натрію спостерігається негативна тенденція, то необхідно передивитись і налагодити режими вальцьових станків (пошкоджений крохмаль); по значенням SRC молочної кислоти – краще розуміння для складання помельної партії по значенням клейковини (знизити/повищити); а SRC сахарози дає змогу розробити кращий процес формування сортів борошна.
- Метод SRC представляє собою більш поглиблену оцінку функціонально-технологічних показників борошна, тому цілком релевантній для використання в виробництві для розширення параметрів та показників якості для використання його у цільовому призначенні. На данному етапі він не може повністю замінити існуючі методи досліджень.

З економічної точки зору, за рахунок впровадження методу SRC, можливе збільшення прибутку, за допомогою розширення асортименту виробленої продукції. Так, крім борошна 1с буде виготовлятися борошно цільового

призначення (для випічки, кондитерських виробів, печива та ін.) І в результаті виробництва борошна спеціального призначення буде отримано додатковий прибуток у розмірі 2037 тис. грн..

Термін окупності впровадження даного методу у виробництво, складе 1,3 роки. І рентабельність проекту ($1/T_{ок}$) дорівнює 77%. Тобто, НДР є вигідним, прибутковим проектом та слід відзначити доцільність його практичної реалізації на підприємстві. Це дозволить:

- На хлібопекарських та кондитерських підприємствах – стабілізація та підвищення якості готової продукції, зменшення кількості виробничого браку та мінімізацію простоїв технологічного обладнання;

- Загалом для української промисловості: передбачається підвищення конкурентоспроможності та поліпшення економічних показників.

Таким чином, дане дослідження являється початковим, тому що для масштабного практичного застосування необхідно провести додаткові серії досліджень. Але можна сказати, що заміна дорогого, комплексного методу визначення якості борошна, як альвеограф на метод SRC є релевантною і перспективною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лотиш О. Я. СТРАТЕГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗЕРНОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ // НАЦІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА. 2018., вип. 3 Т. 21. С. 74-79.
2. Римар О. Г., Мазуркевич І.О. Проблеми та перспективи розвитку харчової промисловості України. Економіка та держава. 2021. №. 3. С. 66–70.
3. Д. О. Жигунов. Розробка наукових основ і методів підвищення якості та розширення асортименту готової продукції на борошномельних заводах: Одеса, Одеська національна академія харчових технологій. 38с.
4. Жигунов Д. О., Волошенко О. С., Хоренжий Н. В. ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЦІЛЬНОЗЕРНОВОГО ПШЕНИЧНОГО ТА СПЕЛЬТОВОГО БОРОШНА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА // Зернові продукти і комбікорми. 2018., вип. 1.3 Т. 18. С. 15-20.
5. Лабораторний помел твердих и м'яких сортів пшениці. Chopin technilgies. 2020.
6. Malyshko, L. Grain and milling industry in Ukraine. Miller. 2019. С. 2022.
7. Ринок борошномельно-круп'яної промисловості / 2021.
8. Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., Жиронкіна, Д. С. ANALYSIS OF THE QUALITY OF FLOURS FROM DIFFERENT REGIONS OF UKRAINE. Scientific Works. 2010. Vol. 81, No. 2. С. 35–43.
9. ЖИГУНОВ, Д. О., ВОЛОШЕНКО, О. С., ХОРЕНЖИЙ, Н. В. Порівняльне Дослідження Показників Якості Цільнозернового Пшеничного Та Спельтового Борошна Вітчизняного Виробництва. Grain Products and Mixed Fodder's. 2018. Vol. 18, No. 3. С. 15–20.
10. Басюркіна Н.Й. Методичні вказівки до виконання розділів «Техніко-економічне обґрунтування», «Техніко-економічні показники» дипломного проекту на тему: «Будівництво нового елеватора» для

- студентів освітнього рівня «бакалавр» і «магістр» спеціальності 181 «Харчові техноло / Одеса: 2019.
11. Глуха, Г.Я. Цимбалюк, А. І. Сучасний підхід до побудови інноваційної стратегії на підприємстві. 2018. Vol. 2, No. 49. С. 62–74.
 12. ІНФОРМАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ЩОДО СТАНУ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ. Департамент технічного регулювання та інноваційної політики. 2021. С. 2.
 13. Вагонова, О. Г., Госалова, С. В., Терехов, Є. В. СУЧАСНИЙ СТАН ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ. Економічний вісник. 2020. Vol. 3. С. 189–196.
 14. Кирич, Н., Андрушків, Б. ВДОСКОНАЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ЗЕРНОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ. 50 ВІСНИК ЕКОНОМІЧНОЇ НАУКИ УКРАЇНИ. 2007. С. 50–54.
 15. Перевірка якості зерна: основні показники якості: URL: <https://biocor-tech.com/ru/blog-ru/proverka-kachestva-zerna-osnovnye-pokazateli-kachestva> Біокор.
 16. Визначення якості зерна. Основні показники якості зерна пшениці. Товарна оцінка твердої пшениці. Специфічні показники якості: URL: <http://lifanmotos.ru/uk/operation/opredelenie-kachestva-zerna-osnovnye-pokazateli-kachestva-zerna.html>.
 17. Василенко, І. І., Комаров, В. І. Оцінка якості зерна. 1987. 208 р.
 18. Якість борошна: URL: <https://foodtechnology.pro> Харчові технології.
 19. Чернецький В.М., Чередниченко В.М., Ч. Л. І. Методичні вказівки для проведення практичних робіт студентами сільськогосподарських навчальних закладів II-IV рівнів акредитації зі спеціальностей 6.030601 – Менеджменту підприємств та організації в галузі АПК та 6.030601 – «Менеджмент організацій» спеція / Вінниця: 2009.

- 20.Кудельський В. Е. Економічні засади виробництва сільськогосподарської продукції підприємствами аграрного сектора: монографія; за ред.. К. Л. Ларіонової Економіка та управління підприємством: сучасні підходи, методи та моделі – Кам'янець-Подільський, 2013. – С. 133–161.
- 21.Стадник І.Я., Ф. В. Я. Пристрій для визначення реологічних властивостей тіста. Стаття з електронного журналу. 2018.
- 22.ISO 17715:2013 Flour from wheat (*Triticum aestivum* L.) Amperometric method for starch damage measurement.
- 23.Dr. Mahmoud Riad. The effect of damaged starch on the quality of baked good // Miller Vagazine. No11(89). С. 94-96.
- 24.Cenkowski S., Dexter J., Scanlon M. Mechanical Compaction of Flour: The Effect of Storage Temperature on Dough Rheological Properties. Canadian Agriculture Engineering. 2000. No 42. P. 33-41.
- 25.Dhaka V., Gulia N., and Khatkar B. S. Application of mixolab to assess the bread making quality of wheat varieties. Sci. Report. 2012.No 1. P. 183.
- 26.Брославцева І. В. Удосконалення процесу формування готової продукції в технології сортового помелу пшениці: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.02: захист 25.10.2013 / наук. кер. Жигунов Д.О. Одеса: ОНАХТ, 2013. 22 с.
- 27.Автоматичне вимірювання розчинноутримуваної здатності борошна (SRC): URL: <https://agroproekt.com.ua>Парус.
- 28.Hruskova, M., Famera, O. Prediction of Wheat and Flour Zeleny Sedimentation Value Using NIR Technique. Czech Journal of Food Sciences. 2003. Vol. 21, No. 3. С. 91–96.
- 29.Колкунова, Г. К. Вплив твердозерності пшениці та умов подрібнення в розмельному процесі на технологічні переваги борошна / 1981.
- 30.Першокласне обладнання для аналізу сировинних матеріалів в харчовій і полімерній промисловості: URL: <https://www.brabender.com/ru/index.htm>.

31. Zhygunov, D., Mardar, M., Sots, S., та ін. Research of technological properties of wheat and spelt grain as raw materials for flour and groats manufacturing. 2018. No. 477. С. 208–217.
32. Alhendi, A. S., Ahmed, Z. A., Hussein, M. S., та ін. Large scale industry mill: Effect of extraction rate of flour on the dough rheological properties. Food Research. 2021. Vol. 5, No. 4. С. 80–85.
33. Bressiani, J., Oro, T., Silva, P. M. L. Da, та ін. Influence of milling whole wheat grains and particle size on thermo-mechanical properties of flour using Mixolab. Czech Journal of Food Sciences. 2019. Vol. 37, No. 4. С. 276–284.
34. Alhendi, A., Ahmad, T., Wasan Albayati. Comparisons between Flour Qualities Produced by Three Different Mills: Buhler, Quadrumat, and Industry Mills. International Journal of Food Studies. 2022. Vol. 11, No. April. С. 19–27.
35. Ross, A. S., Kongraksawech, T. Characterizing whole-wheat flours produced using a commercial stone mill, laboratory mills, and household single-stream flour mills. Cereal Chemistry. 2018. Vol. 95, No. 2. С. 239–252.
36. Верещинський А. П., М. Н. С. Лущення як спосіб інтенсифікації водно-теплової обробки у сортових помелах пшениці. Хранение и переработка зерна. 2012. No. вип. 156 Т. 6. С. 10–15.
37. П. М. Плотников, М. Ф. К. 350 сортів хлібо-булочних виробів, 1940.
38. Ауерман Л. Я. Технологія хлібопекарного виробництва: Професія, 2009. 416с.
39. Гаврикова, О. М. Зв'язок між складом білків та технологічними властивостями зерна у сортів озимої м'якої пшениці /2007.
40. Вплив пошкодженого крохмалю на якість хлібо-булочних виробів: Зберігання і переробка зерна, 2001.
41. Kweon, M., Slade, L., Levine, H. Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: Principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes and in wheat breeding - A review. Cereal Chemistry. 2011. Vol. 88, No. 6. С. 537–552.

- 42.Борошно пшеничне. Визначення водопоглинання та реологічних властивостей з використанням фаринографу /1999.
- 43.Mixograph: URL: <https://bakerpedia.com/processes/mixograph/bakerpedia>.
- 44.Рибалка О.І., П. О. О. Міколаб - інноваційний інструмент для комплексної оцінки хлібопекарської якості борошна. Зберігання і переробка зерна. 2010. Vol. 3, No. 1 (127). С. 33–35.
- 45.Keppler, S., Bakalis, S., Leadley, C. E., та ін. Evaluation of dry heat treatment of soft wheat flour for the production of high ratio cakes. Food Research International. 2018. Vol. 107. С. 360–370.
- 46.Lindgren, A. L. Solvent retention capacity and quality parameters of whole wheat / 2016.
- 47.Lindgren, A., Simsek, S. Evaluation of Hard Red Spring Wheat Mill Stream Fractions Using Solvent Retention Capacity Test. Journal of Food Processing and Preservation. 2016. Vol. 40, No. 2. С. 131–139.
- 48.Федорук З.С. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. 2021. No. Проект цеху з виробництва хлібобулочних виробів. С. 78.
- 49.СНОПІН, Dubat, A. Polymer' s functionality SRC /.
- 50.Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Технологія галузі (мукомельні заводи)» для спеціалістів 7.091701 / Укладачі: В.О. Моргун, Д.О. Жигунов. – Одеса: ОНАХТ, 2008. – 51 с.
- 51.Могучева, Э. П., Устинова, Л. В. Проектирование Мукомольных Заводов. Часть 2. Проектирование Размольного Отделения. _3.1 _Grain Technology. 2009. Vol. 655600, No. 260200. С. 198.
- 52.Контроль технологического процесса производства муки. Зерноочистительное отделение. конспект лекцій,Одес. нац. акад. харч. технологій. 2021. С. 22.

53. Волошенко О.С. Контроль технологического процесса производства муки. Размольное отделение. конспект лекцій, Одес. нац. акад. харч. технологій. 2021.
54. Система НАССР. Довідник: Львів: (Серія «Нормативна база підприємства»), 2003. 218с.
55. СНіП II - 89-90. Генеральні плани промислових виробництв.
56. И. Т. Мерко, Н. Е. Погирной, Б. В. Касьянов, А. П. Ч. Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР: / за ред. А. В. Никитина. М: (Учебники и учеб, пособия для студентов высш. учеб, заведений)., 1989. 367с.
57. Одеський національний технологічний університет. Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2023. – 395 с.
58. Одеський національний технологічний університет. Наукове видання. Збірник тез доповідей 82 наукової конференції викладачів університету 26 – 29 квітня 2022 р. Одеса. – 429с.
59. XVIII ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ З РОЗДІЛУ «ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ». Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2023.