

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 методу визначення клейковини при контролі якості
зерна та продуктів його переробки»**

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача (ки) Ємельянової О.В.

7 курс ЗТЗ-71а групи

Керівник д.т.н., проф. Жигунов Д. О.

Консультант д.е.н., проф. Басюркіна Н. Й.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2023 р., протокол № ____

Завідувач(ка) кафедри ТЗПХіКВ _____ Дмитро ЖИГУНОВ

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри технології зернових
продуктів, хліба і кондитерських виробів

Дмитро ЖИГУНОВ

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Смельянової Ольги Володимирівни

1. Тема роботи «Удосконалення методу визначення клейковини при контролі якості зерна та продуктів його переробки»

Затверджена наказом ОНТУ від 16 грудня 2022 року наказ № 948-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи: 05.12.2023 р.

3. Вихідні дані роботи: метод визначення клейковини в зерні пшениці та борошні (ручний метод)

4. Перелік питань, які потрібно розробити: анотація; зміст; перелік скорочень, термінів та умовних позначень; вступ; розділ 1 «Стан проблеми та перспективи її вирішення»; розділ 2 «Техніко-економічне обґрунтування»; розділ 3 «Характеристика технологічних об'єктів та підприємства»; розділ 4 «Наукова частина»; розділ 5 «Технологічна частина»; розділ 6 «Техніко-економічні показники»; висновки та рекомендації; список літератури; додатки (за необхідності).

5. Перелік графічного матеріалу: Презентація доповіді за темою роботи обсягом не менше 20 слайдів та включенням в неї обов'язкових креслень: схема зерночисного відділення, схема розмельного відділення, кількісний баланс помелу, карта та узагальнені показники жорсткості води по регіонах України, вплив жорсткості води на кількість та якість клейковини, вплив температури води на показники якості клейковини.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Анотація, зміст, вступ, Розділи 1, 3, 4, 5, висновки, список літератури, додатки, графічна частина роботи	д.т.н., проф. Жигунов Д.О.	02.10.2023	30.11.2023
Розділи 2 та 6	д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.	05.11.2023	11.12.2023

7. Дата видачі завдання: 2 жовтня 2023 р.

Керівник _____ Жигунов Д.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Ємельянова О.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання та оформлення титульної сторінки, вступу, змісту та розділу 1	14.10.2023	
2	Написання та оформлення розділу 2	21.10.2023	
3	Написання та оформлення розділу 3	04.11.2023	
4	Написання та оформлення розділу 4	11.11.2023	
5	Написання та оформлення розділу 5	18.11.2023	
6	Написання та оформлення розділу 6	22.11.2023	
7	Написання висновків та анотації, складання і оформлення переліку скорочень, списку літератури та додатків	24.11.2023	
8	Виконання графічної частини роботи	30.11.2023	
9	Подання роботи на перевірку керівнику і консультанту. Виправлення помилок після перевірки.	30.11.2023	
10	Подання завершеної роботи на кафедру для попереднього захисту і перевірки на плагіат	5.12.2023	
11	Захист кваліфікаційної роботи	19.12.2023	

Здобувач-дипломник _____ Ємельянова О.В.

Керівник роботи _____ Жигунов Д.О.

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 _____ Ємельянова О.В.

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу

на тему: Удосконалення методу визначення клейковини при контролі якості зерната продуктів його переробки

Здобувач Ємельянова О.В.

Керівник д.т.н., проф. Жигунов Д.О

Освітній ступінь «Магістр»

Спеціальність 181 «Харчовітехнології»

Освітня програма «Технології зберігання і переробки зерна»

Кафедра Кафедра технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Актуальність теми клейковина є основним показником якості, що визначається у зерні та борошні, який впливає на їх хлібопекарські властивості. Ручний метод визначення клейковини розроблений багато років тому, має декілька недоліків та потребує удосконалення з боку стандартизації умов відмивання клейковини.

Мета роботи удосконалити метод відмивання клейковини при контролі якості зерна та продуктів його переробки за рахунок дослідження ступеню впливу жорсткості й температури води та стандартизації умов відмивання клейковини

Практичне значення отриманих результатів обґрунтувати вплив показників жорсткості та температури води, що використовується для відмивання клейковини зерна і борошна, та надати рекомендації з регулювання цих показників

Структура роботи кваліфікаційна робота складається: анотація; перелік скорочень, термінів та умовних позначень; зміст; вступ; розділ 1 «Стан проблеми та перспективи її вирішення»; розділ 2 «Техніко-економічне обґрунтування»; розділ 3 «Характеристика технологічних об'єктів та підприємства»; розділ 4 «Наукова частина»; розділ 5 «Технологічна частина»; розділ 6 «Техніко-економічні показники»; висновки та рекомендації; список літератури; графічні додатки

Обсяг роботи складає 6 рисунків, 20 таблиць та 6 графіків

Висновок в результаті наукового дослідження встановлено вплив жорсткості і температури води на вихід клейковини та її якість. Результати досліджень надруковані в Збірнику наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів, 2023 р. та у збірнику тез та доповідей до 83 наукової конференції викладачів університету.

Ключові слова клейковина, фактори впливу на клейковину, жорсткість води, методи відмивання клейковини

ABSTRACT

for qualifying work

on the topic:Improvement of the method of gluten determination during quality control of grain and its processing products

Acquirer Yemelyanova Olga

Head of Doctor of Technical Sciences, Prof. Zhygunov Dmytro

Educational degree «Master»

Specialty 181 «Food technologies»

Educational program «Grain storage and processing technologies»

Actuality of theme in order to take into account factors affecting the quality and quantity of gluten and to improve the method of its determination, it is necessary to investigate the effect of the liquid used for washing

The purpose of the work improvement of the gluten washing method during quality control of grain and its processing products

Practical significance of the obtained results justify the influence of the hardness indicator and temperature of the water used for washing the gluten of grain and flour and provide recommendations for regulating this indicator

Structure of work qualification paper consists of: abstract; a list of abbreviations, terms and conventions; content; introduction; section 1 "State of the problem and prospects for its solution"; section 2 "Technical and economic justification"; section 3 "Characteristics of technological objects and enterprises"; section 4 "Scientific part"; section 5 "Technological part"; section 6 "Technical and economic indicators"; conclusions and recommendations; list of references; graphic applications

Scope of work consists of 6 figures, 20 tables and 6 graphs

Keywords gluten, factors affecting gluten, water hardness, methods of washing gluten

Перелік скорочень, термінів та умовних позначень

с.р.	– суха речовина
в/с	– борошно вищого сорту
1/с	– борошно 1-го сорту
2/с	– борошно 2-го сорту
ТБ	– техніка безпеки
ВПЗ	– водопоглинальна здатність
ВДК	– вимірник деформації клейковини
ЧП	– число падіння
ВТО	-водно-теплова обробка

ЗМІСТ

Вступ.....	8
Розділ 1 Стан проблеми та перспективи її вирішення	9
1.1 Характеристика об'єкта.....	10
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	17
Розділ 3 Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства.....	23
3.1 Загальна характеристика підприємства	23
Розділ 4 Наукова частина	27
4.1 Аналітичний огляд літературних і патентних джерел	27
4.2 Програма, об'єкти та методи досліджень	35
4.3 Результати досліджень.....	37
Розділ 5 Технологічна частина	46
5.1 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії.....	46
5.2 Обґрунтування схеми технологічного процесу	53
5.3 Розрахунок балансу помелу	61
5.4 Розрахунок і підбір обладнання підготовчого відділення	63
5.7 Охорона праці	68
Розділ 6 Техніко-економічні показники	74
6.1 Визначення інноваційного бюджету і інвестицій у виробництво	74
6.2 Визначення витрат на матеріали	75
6.3 Визначення інвестицій для впровадження у виробництво	79

Вступ

Сучасними тенденціями як в Україні, так і всьому світі є розвиток наукових розробок і технологій у всіх галузях народного господарства. Важливою складовою українського виробництва є переробна галузь сільськогосподарської продукції, так як Україна має великий аграрний потенціал і широку сировинну базу для виробництва високоякісних продуктів харчування. Близько 30% раціону населення країни представлено хлібобулочними, борошняними кондитерськими і макаронними виробами, де основним компонентом є пшеничне хлібопекарське сортове борошно. На сьогодні важливе завдання борошномельної галузі – це зниження витрат на виробництво продукції, зокрема за рахунок зниження енергоємності виробництва, інтенсифікації окремих стадій та технологічного процесу виготовлення борошна загалом за умови стабільно високої якості продукції.

Технологічною стадією, яка обумовлює хід процесу виробництва та кількість і якість готової продукції є стадія водно-теплової обробки (ВТО). Цей процес особливо важливий, адже він покращує властивості клейковини, що є головним показником сили борошна, її кількість і фізичні властивості, які визначають хлібопекарські властивості борошна.

Клейковина має важливе значення не тільки в оцінці якості борошна, а й являється одним з вирішальних класоутворюючих показників якості пшениці. Показники якості та кількості клейковини визначаються в різних країнах різними методами, наприклад у Болгарії нормується також розпливчість клейковини, а в Чехії – її набухання. Тож необхідно дослідити та врахувати всі фактори, які впливають на процес визначення якості та кількості цього важливого показника.

Розділ 1 Стан проблеми та перспективи її вирішення

Зернопромисловий комплекс — найважливіший і найбільший серед спеціалізованих агропромислових комплексів України. Функціонування його спрямоване на задоволення потреб населення у хлібобулочних, макаронних, кондитерських та інших виробках і водночас тваринництва у фуражі та комбікормах[1]. Сьогодні ключовим критерієм забезпечення продовольчої безпеки країни є стабільне виробництво продуктів переробки зерна, адже борошномельна промисловість належить до найбільш соціально значущих галузей [2].

Борошно – основна сировина для розвитку хлібопекарської, макаронної і частково кондитерської промисловості. Основне завдання борошномельно-круп'яної галузі полягає у збільшенні виробництва широкого асортименту продукції у відповідності до попиту населення через повніше застосування виробничих потужностей, модернізацію підприємств, використання новітніх технологій тощо [3].

Падіння обсягів виробництва, політичні та соціальні процеси в країні, що спостерігаються протягом останнього часу, значно знизили інвестиційну привабливість сучасних вітчизняних борошномельних підприємств. Значна їх кількість зіштовхнулася із проблемою відсутності повноцінної пропозиції інноваційних продуктів та інноваційної інфраструктури. Спостерігається зниження їх конкурентоспроможності у зв'язку зі значним фізичним і моральним зносом устаткування та застосуванням підприємствами застарілих технологій переробки зерна та виробництва борошна. Загалом на підприємствах харчової промисловості спостерігається зростання зношеності основних засобів. Так, в 2014, 2015 та 2016 роках цей показник становив 44,8%, 45,6% та 45,7% відповідно. Таким чином, лише половина засобів виробництва придатна до використання [2].

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.0.948-03.ІІ.2.2</i>			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ємельянова О.В.			Розділ 1 Стан проблеми та перспективи її вирішення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					9	91
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						
						ОНТУ, ЗТЗ 71-а		

На більшості борошномельних підприємств використовуються застарілі технології і обладнання. Майже всі вітчизняні великі підприємства працюють на обладнанні, розробленому і виробленому ще наприкінці 70-х років німецькою компанією «Buhler» («Бюлер»). Але зараз технології вийшли на принципово інший рівень, а для того, щоб зберегти конкурентоспроможність на світовому ринку борошна і круп, необхідно мати найсучасніші технології, тому борошномельна галузь потребує кардинального оновлення [2].

На сучасному етапі в Україні можливостей щодо розроблення новітнього обладнання із використанням останніх досягнень електронної техніки поки ще немає, тому необхідно відшукати інші способи підвищення якості готової продукції та ефективності підготовки зерна до помелу[4].

1.1 Характеристика об'єкта

У різних країнах світу існують різні показники, норми на якість зерна та системи стандартизації. Наприклад, по пшениці універсальної товарної класифікації для всіх країн не існує. Проте по даній культурі створено міжнародні специфікації ISO 7970:2000 і ISO 11051:1994 та стандарт CODEX STAN 199-1995 на її різновиди (м'яка і тверда). ЄС виділяє три основні показники якості зерна, які аналогічні з вітчизняними. А саме:

- вміст білка;
- число падіння;
- натура зерна[5].

Крім того, у стандартах деяких країн ЄС домінує визнаний у світі показник – сила борошна, який є у ДСТУ 3768-2019 як рекомендований показник.

Основним показником, який обумовлює хлібопекарські властивості зерна в стандартах України залишається показник кількості та якості клейковини. Показник кількості і якості клейковини традиційно є одним з основних при визначенні товарного класу пшениці в Україні, на кількість і якість клейковини налаштована і орієнтована вітчизняна хлібопекарська промисловість.

Таке значення даного показника пояснюється тим, що розвиток вітчизняного зернознавства, млинарства та хлібопечення відбувалося в радянський період, при якому пшениця вирощувалася в різних регіонах, що відрізняються ґрунтово – кліматичними умовами, різкі коливання яких приводили до різного стану білково – протеїнажного комплексу зерна. При одному і тому ж рівні білка зерно мало різну кількість і якість клейковини, і відповідно – різні хлібопекарські властивості[6].

Здавніх часів при випіканні пшеничного хліба люди звертали увагу на те, що при замішуванні пшеничного борошна утворюється еластичне, пружне тісто. Але тільки у 1928 році італійський вчений Беккарівиділив з пшеничного тіста, шляхом відмивання під водою висівок та інших домішок, білкову частину. У 1945 році вперше було опубліковано доповідь про це відкриття. З того часу почалося більш детальне вивчення клейковини іншими вченими. В ході цих досліджень було виявлено, що клейковина являє собою білкову суміш, з невеликим вмістом домішок небілкового характеру(рис.1.1) [7].



Рис. 1.1 - Клейковина, після відмивання від пшеничного тіста

Клейковина сухого зерна – це комплекс білкових речовин зерна – сухий гель, який, набухаючи у воді, утворює фазу гідратованого білка. За зовнішнім виглядом відмита клейковина – це гумоподібна в'язка еластична маса, що залишається після відмивання водою пшеничного тіста. Розрізняють клейковину сирю (разом з увібраною нею водою) та суху (після висушування). Сира

клейковина містить близько 70 % води. Сухі речовини клейковини складаються на 39...45% з гліадину, 34...40% глютеніну, 3...7% глобуліну та альбуміну, 2...9% жиру, 0,01...9,5% крохмалю, 1...2% цукру, 0,3...3% золи. Усі перераховані компоненти входять у набряклу масу клейковини й залишаються навіть при самому ретельному відмиванні. Вміст сирої клейковини в зерні пшениці коливається від 7 до 50 %[8].

Білки клейковини відрізняються за своїми структурно-механічними властивостями. Гідратований гліадин є липкою, в'язкою, сильно розтяжною масою. Гідратований глютенін – це губкоподібна, пружна, слабо розтяжна маса. Реологічні властивості клейковини тіста обумовлені властивостями обох клейковинних білків, які забезпечують притаманну їй пружність, еластичність, розтяжність. Якість клейковини знаходиться в прямій залежності від співвідношення в ній гліадину і глютеніну [8, 9].

Клейковина має велике значення в хлібопекарській промисловості, її вміст в борошні є чинником, що визначає такі характеристики тіста як пружність при змішуванні з водою, і служить критерієм визначення якості борошна. Від неї залежить газотримуюча здатність тіста, а отже, обсяг та пористість хліба. Якість клейковини визначається сукупністю її фізичних властивостей: пружності, розтяжності, в'язкості, зв'язності, а також здатності зберігати ці властивості в процесі відмивання. Колір клейковини — від світло- до темно-сірого з різними відтінками. Клейковина найкращої якості світло-сірого кольору. Клейковина може бути добре розтяжною та недостатньо пружною, дуже пружною та малорозтяжною (міцна короткорозривна), недостатньо зв'язною (кришиться) [11].

Залежно від пружності та розтяжності клейковину поділяють на три групи:

I група - клейковина з гарною пружністю та довга або середня за розтяжністю. Клейковина цієї групи дає можливість отримати тісто з гарною формостійкістю та досить розпушеним, завдяки чому хлібні вироби мають більший об'ємний вихід та пористість [12].

II група - клейковина з гарною або задовільною пружністю. За розтяжністю вона може бути короткою, середньою чи довгою. Якщо такої клейковини

достатньо, тісто має меншу газоутримуючу здатність. Хліб випікається з меншим об'ємним виходом та пористістю, але переважно доброякісним[12].

III група - клейковина зі слабкою пружністю. Ця клейковина має властивість дуже витягуватись, провисати при розтягуванні, прориватися на вазі під дією власної ваги, плисти, а також кришитися. З борошна, яке має клейковину цієї групи, означає низькопористе, погано розпушене тісто, хліб з дуже малим об'ємним виходом [12].

Вихід клейковини та її якісна характеристика, а відповідно і хлібопекарські властивості пшениці змінюються в дуже широких межах. Фактори, які впливають на клейковину, можна поєднати в три групи:

- внутрішні причини, властивості сорту (генетичні);
- умови зростання злакової рослини та дозрівання зерна (екологічні);
- екзогенні - дія фізичних та хімічних агентів, якими обробляють зерно, борошно або клейковину. Несприятливі впливи, які зазнає зерно при зберіганні та обробці (підвищена вологість, підвищені температури сушіння, пошкодження клопом-черепашкою, проростання) [13].

Сорт несе в собі сукупність всіх наслідкових факторів рослини від яких в значній мірі залежить хімічний склад тканин рослини та його найважливішого репродуктивного органу – зерна. Зв'язаність білкового комплексу і стійкість тіста при бродінні, в залежності від умов росту та розвитку пшениці, особливо в період розвитку та дозрівання зерна, змінюються більш ніж в два рази. На кількість і особливо якість клейковини в період вегетації великий вплив мають шкідники та хвороби, а також несприятливі умови[13].

В останні роки через глобальне потепління клімату спостерігається тенденція розширення ареалу шкідливої черепашки. Пошкодження дорослими особинами зерна пшениці у воскову й, особливо, у повну спілість, приводить до погіршення якості зерна й, у першу чергу, до зниження білків (у цьому випадку мало щуплих зерен, видимі лише укуси клопом). Як правило, високій шкідливості клопа сприяє жарка суха погода в перезбиральний і збиральний періоди. Клоп-черепашка, проколюючи своїм довгим (до 6 мм) хоботком оболонку зерна,

уводить у центр зернівки близько зародка рідину, що містить дуже сильні ферменти, типу тріптази з оптимумом дії при слаболужній реакції. При цьому в місці укусу утворюється біла пляма із чорною крапкою. При натисненні ендосперм у місці поразки легко кришиться. Уведені клопом-черепашкою ферменти залишаються в зерні й надовго зберігають активність. Після розмелу зерна, поки борошно залишається в сухому стані, ферменти не діють або діють слабо, залежно від її вологості й відносної вологості навколишнього повітря. Як тільки з борошна починають місити тісто, ферменти активізуються, і починається бурхливий процес розщеплення білкових молекул. У результаті клейковина втрачає свої пружноеластичні властивості, стає липкою, тягнеться; здобуває сірий або темно-сірий колір. Послаблення клейковини й різке погіршення її фізичних властивостей є результатом змін білково-протеїназного комплексу. При цьому вміст у зерні загального й білкового азоту різко знижується й зростає вміст водорозчинних азотистих речовин, а також різко підвищується протеолітична активність зерна. Відзначене зростання гідратації клейковини, за рахунок чого створюється ілюзія збільшення кількості клейковини при ушкодженні зерна клопом-черепашкою, хоча насправді зростання маси сирої клейковини відбувається за рахунок її більшої обводненості, яка збільшується в 2 рази (330 замість 160). Дезагрегуючі клейковину протеолітичні ферменти клопа-черепашки зрушують і її сульфгідрильно-диосульфінду систему, що веде до розслаблення клейковини[14].

Спеціальними дослідженнями встановлено, що в зерні, ушкодженому клопом-черепашкою, збільшується в 3,5 рази протеолітична активність (138,5 % проти 45-39 % у нормальнім зерні); в 1,5 рази підвищується вміст вільних амінокислот. Змінюється склад білка: знижується вміст клейковинних білків – 69 % проти 88 % – у нормальному зерні, що пов'язане з гальмуванням синтезу білків і, у першу чергу, глютеніна: його в 4 рази менше, ніж у нормальнім зерні. Протеолітична активність збільшується тем вище, чим у більш пізню фазу відбулося ушкодження зерна клопом-черепашкою[14].

У зерна, ушкодженого клопом-черепашкою, різко підвищується мікробіологічна зараженість, знижується схожість. Що стосується фізичних властивостей тісту, то вони різко погіршуються зі збільшенням показників на приладах ІДК-2 або ІДК-3. Те ж відбувається й з якістю хліба. Хліб, випечений із зерна з показаннями ІДК понад 103 од, не відповідає вимогам стандарту по об'ємному виходу хліба (нижче 300) або по формостійкості (нижче 0,30). Дані підтвердили раніше проведені дослідження, що партія з наявністю зерен, ушкоджених клопом-черепашкою, понад 3 % не придатна для випічки хліба (якість клейковини III гр.) [14].

В зв'язку з тим, що вмісту та якості клейковини приділяється багато уваги, розроблено різні методи визначення показника. Визначення кількості та якості клейковини проводять ручним методом (за ГОСТ та ISO) та механічним. Застосування різних методів може призводити до істотних відмінностей між результатами, а отже, і до виникнення спірних питань при експорті зерна. Для фахівців зернової, борошномельної та хлібопекарської галузей важливо максимально правильно, швидко та без значних витрат визначати ці показники. Саме тому перевага надається ручним методам відмивання клейковини. Але на результати визначення клейковини впливають також ступінь роздробленості борошна (її крупність), співвідношення між кількістю води та борошна при замісі шматка тіста, тривалість і температура відпочинку тіста, промивна рідина, її склад та температура, спосіб і тривалість відмивання (результати відмивання клейковини багато в чому залежать від навичок та вміння лаборанта)[15].

Рідина, що застосовується для відмивання клейковини, має велике значення, оскільки клейковині білки здатні розчинятися у різних рідинах неоднаково. Тому необхідно провести дослідження впливу якості води, а саме її температури та жорсткості на відмивання клейковини борошна з різних регіонів України.

1.2 Мета і завдання дослідження

На основі виконаного теоретичного дослідження сформульована мета роботи. Метою роботи є удосконалення методу визначення клейковини при контролі якості зерна та продуктів його переробки, а саме дослідження впливу показника жорсткості води на відмивання клейковини ручним методом.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити та узагальнити показник жорсткості водопровідної води в різних регіонах України;
- дослідити та узагальнити результати дослідження впливу солей жорсткості води на кількість та якісний склад клейковини;
- розробити процедури щодо приведення показника жорсткості води в лабораторних умовах до оптимального значення;
- обґрунтувати оптимальні параметри з жорсткості води та розробити рекомендації з приведення жорсткості води до оптимальних параметрів.
- обґрунтувати вибір способів та матеріалів для процедур щодо приведення показника жорсткості до визначених параметрів;
- розробити рекомендації щодо підготовки води для визначення клейковини;
- розрахувати показники економічної ефективності удосконаленої технології та здійснити її промислову апробацію;
- з врахуванням висновків, отриманих за результатами експериментального дослідження, запропонувати технологічні та інженерні рішення удосконалення методу визначення клейковини.

Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Україна є одним із важливих експортерів у світі зернових культур, а саме пшениці, ячменю, кукурудзи, а також найбільшим експортером соняшникової олії. Деякі країни у світі залежать від України більше за інші: імпорту української пшениці має вирішальне значення для країн Близького Сходу, таких як Єгипет; частка України у загальному світовому імпорті до цієї країни пшеничного борошна становить 44%, кукурудзи – 55%, соняшникової олії – 59%. За визнанням Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (Food and Agriculture Organization, FAO), у 2021 р. Україна стала найбільшим світовим експортером соняшникової олії (майже 35 %), посіла друге місце за експортом ячменю – 14%, третє за експортом кукурудзи – 11%, а також ріпаку (понад 10%), та п'яте місце за експортом пшениці (майже 10% світового експорту) [16].

За висновками міжнародних експертів, війна розпочата РФ в Україні, проти держави яка на сьогодні є значним постачальником основних зернових культур для всього світу, спричинила продовольчу кризу. Збільшився дефіцит харчових продуктів, особливо в африканських країнах. Хвилюватися варто і за країни, що не залежать напряму від українського експорту: зростання цін на продовольство у всьому світі торкнулось найбідніших країн, від Бангладешу і Мадагаскару до Йємену [17].

Україна повністю забезпечує внутрішній ринок зернових культур. Лідуючими регіонами зі збору зернових традиційно є Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Дніпропетровська, Кіровоградська, Київська області. Станом на 01 липня 2021 р. господарствами усіх категорій було зібрано 825,2 тис. т зернових та зернобобових. Виробничі потужності зернової галузі України представлені у всіх регіонах країни, проте лідерами з переробки зернових та

					<i>КРМ.ТЗПХІКВ.1.948-03.2.02</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ємельянова О.В.			Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування проекту	Стадія	Арк.	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					17	91
Консульт.		Басюркіна Н.Й.			ОНТУ, ЗТЗ 71-а			
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

зернобобових культур є Вінницька, Дніпропетровська, Київська, Харківська, Черкаська та Хмельницька області, що переробляють в сукупності більше половини всього обсягу зернових[18].

Основним споживачем зернової галузі України є борошномельно-круп'яна промисловість (зернова складова понад 70%), обсяги та якість виробництва готової борошномельно-круп'яної продукції залежить від постачання зернових видів сировини, які є невід'ємною складовою для забезпечення безперебійного виробництва [18].

Портал «Зберігання та переробка зерна» за підтримки асоціації «Борошномели України» склав рейтинг провідних виробників борошна України за підсумками 2019/20 МР. Десятькупровідних виробників борошна наведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Десятка провідних виробників борошна

№	Зернопереробне підприємство	Частка ринку, %
1	ТОВ «Вінницький комбінат хлібопродуктів №2», входить в структуру «УКРПРОМІНВЕСТ-АГРО»	11
2	ТОВ «Столичниймлин», м. Київ	7
3	ТОВ «Дніпромлин», входить до компаніїRistoneHoldings, м. Дніпро	6
4	ТОВ КВФ «Рома», Харківська обл., м. Первомайський	5
5	ТОВ «Хмельницьк-Млин», Хмельницька обл.	4
6	ПАТ «Кролевецькийкомбінатхлібопродуктів» – філія ДПЗКУ, Сумська обл.	4
7	ДП «Новопокровськийкомбінатхлібопродуктів», Харківська обл., Чугуївський р-н.	3
8	ТОВ «Васильківськийкомбінатхлібопродуктів», Київська обл.	3
9	ТОВ «Енліль», м. Харків	3
10	ТОВ «Рівне-Борошно», м. Рівне	2

Останніми роками відмічено спад виробництва борошномельно-круп'яної продукції. За офіційними даними Держстату за три останні роки з 2018 р. по 2020 р. виробництво борошна зменшилося на 21,4 % і становить 1372, 4 тис. т. За січень – червень 2021 р. у порівнянні до відповідного періоду минулого року виробництво борошна знизилося на 165,8 тис. т. (рис. 2.1) [19].

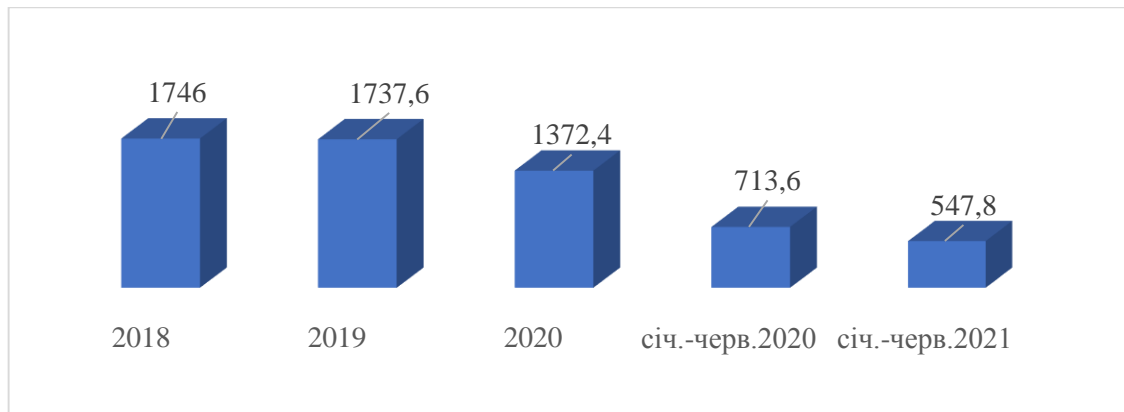


Рис. 2.1 Динаміка виробництва борошна

За січень – червень 2021 р. у порівнянні з відповідним періодом минулого року виробництво борошна збільшилося у трьох областях: Донецькій – у 1,7 раза, Миколаївській – на 27,8 %, Луганській – на 2,7 %. У решті областей відбулося зниження виробництва борошна[19].

На сьогоднішній день ринок борошна в Україні складається на 90% з промислового та 10 % з побутового споживання. Хоча даний ринок є конкурентним, проте, 70% ринку контролюється 60-70 великими виробниками. Що ж до регіональних ринків то всі вони поділені між 6 ключовими вертикально інтегрованими українськими фінансово-промисловими групами, які контролюють 50-70 % місцевого ринку[18].

Починаючи з 2011-2012 рр. середньорічний приріст експорту борошна з України був дуже помітний. Сезон 2017-2018 рр. не став винятком, за підсумками сезону експортовано з України 428,5 тис. тонн борошна. У 2018-2019 рр. експорт українського борошна скоротився майже на 30 % порівняно з сезоном 2017-2018 рр. [20].

Після початку повномасштабного збройного вторгнення, у березні та квітні, експорт борошна практично зупинився. Експорт українського борошна у 2022 році склав 79 тис. тонн і виявився найнижчим за останні 9 років. Найбільше борошна минулого року було відвантажено до Молдови, для якої не змінилася логістика[21].

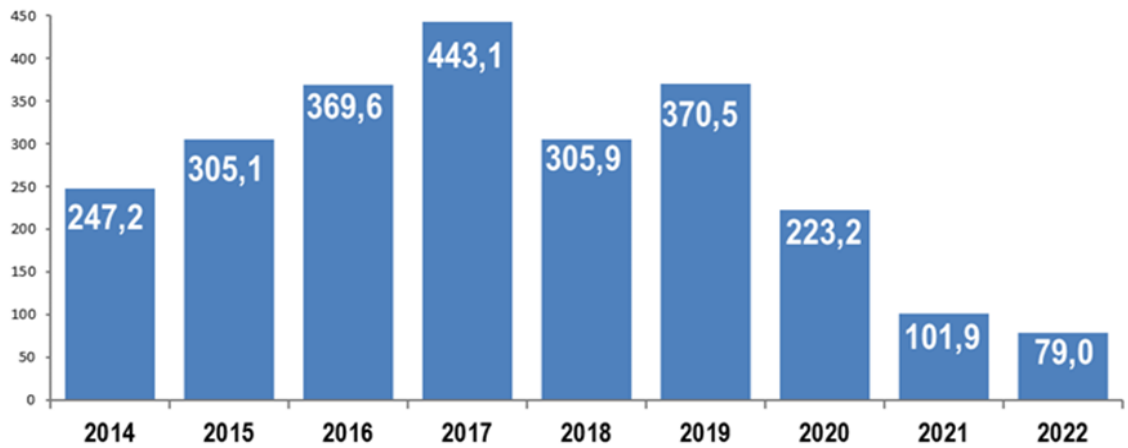


Рисунок 2.2 Експорт борошна з України по роках, тис. тон[21].

Впродовж останніх років, обсяги споживання харчових продуктів (в тому числі хлібних) зменшуються, що формує нові умови функціонування підприємств даної галузі. На сьогодні підприємства з перероблення зернових знаходяться в складних економічних умовах. Проблемними питаннями є підвищення вартості сировини, зниження обсягів реалізації основних зернових культур сільськогосподарськими підприємствами на переробні підприємства і обсягів перероблення цих культур, нестабільність або й зниження попиту на готову продукцію, імпорт пшениці й борошна. Ці чинники у підсумку зумовили зниження виробництва борошномельно-круп'яної продукції в Україні[22].

Відомо, що в Україні основними показниками якості зерна пшениці, яке заготовляється в період жнив, вважаються кількості якості клейковини[23]. Багатоклейковинними пшеницями вважають такі, у яких сирої клейковини більше 28 %. Кількість клейковини та її якість є одними з ціноутворюючих показників при закупівлі партій продовольчої пшениці, тому так важливо швидко і достовірно визначати ці показники[7].

Клейковина бере участь в утворенні механічної основи тіста та структури м'якуша випеченого хліба. Властивості клейковини виявляються у процесі бродіння, вистою тіста та випікання хліба. Клейковина, яка має хорошу пружність, розтягується під дією вуглекислого газу, але не розривається. Це забезпечує пористість хліба. Таку клейковину має борошно з м'яких сильних пшениць, що містять не менш як 14% білка та 28% сирої клейковини. Хліб з

борошна таких пшениць формостійкий, має великий об'єм (із 100г борошна виходить не менш як 450мл хліба за об'ємом), хороший пористий м'якуш. Вміст сирі клейковини в зерні сильних пшениць коливається в межах 25...45% і більше, а в борошні слабких пшениць – 15...20%. Борошно з дефектного (пророслого, пошкодженого клопом-черепашкою, морозобійного) зерна має клейковину слабку, розпливчасту або таку, що рветься на короткі шматки при розтягуванні і не може утримувати вуглекислий газ, який виділяється при бродінні. Хліб виходить малооб'ємний, липкий, непористий[8].

При встановленні оптимальних параметрів жорсткості води та впровадженні методу визначення якості та кількості води з регламентованою жорсткістю води на ДП «Куліндорівський КХП» буде спостерігатися соціальний ефект:

- вища якість борошна порівняно із борошном, показники якості якого визначені при жорсткості води, яка не нормується;
- покращення властивостей тіста;
- продаж хліба кращої якості;

Головна мета визначення клейковини за умов нормування жорсткості води полягає в тому, що визначення клейковини при середній жорсткості 3-4 ммоль/дм³ дасть можливість уникнути спірних питань при продажу борошна за рахунок визначення клейковини в одних умовах, при одній і тій же температурі та жорсткості воді. При продажі зерна на експорт прибуток буде отримано за рахунок віднесення зерна пшениці до вищого класу з вищою закупівельною ціною.

Відповідно очікується отримання прибутку за рахунок приведення параметрів води, що використовується для визначення клейковини до оптимальних та рівних, для різних лабораторій в яких визначається клейковина.

Ціна продукції не змінюється.

$$\Delta П = \Delta П \Delta Р П - \Delta В;$$

$$\Delta П \Delta Р П = \Delta Р П * (P/1+P);$$

Де $\Delta PП$ - прибуток за рахунок підвищення якості готового продукту, завдяки визначенню клейковини при середній жорсткості, грн.;

$\Delta В$ - додаткові витрати, які виникають при впровадженні продукції у виробництво, грн.;

P - рентабельність (приймаємо 20 %).

Збільшення об'ємів реалізації можливо завдяки охопленню додаткових споживачів за рахунок виробництва продукції покращеної якості.

Визначення додаткового обсягу реалізації $\Delta PП$ і прибутку.

Відпускна ціна продукції на підприємстві складає 10,600 тис. грн. /т, тоді оптова ціна підприємства складає:

$$C_{\text{опт.}} = C_{\text{від.}} / 1,20 = 10,6 / 1,20 = 8,83 \text{ тис. / грн. / т,}$$

де податок на додану вартість складає 20 %.

При виготовленні продукту планується збільшити об'єм реалізованої продукції на 15%, (15% від 1500 т = 150 т). Об'єм реалізованої продукції збільшиться за рахунок того, що хліб з борошна, яке містить більше клейковини буде продаватися як продукція вищої якості, тому потенційні покупці борошна – хлібопекарні підприємства, зацікавлені у високоякісній сировині для виробництва готової продукції.

$$\Delta PП = C_{\text{опт.}} * \Delta V = 8,83 * 150 = 1324,5 \text{ тис. грн.}$$

$$\Delta П\Delta PП = \Delta PП * (P/1+P) = 1324,5 * (20/120) = 220,75 \text{ тис.грн.}$$

Розділ 3 Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства

3.1 Загальна характеристика підприємства

Південь України завжди славився багатим врожаєм золотої пшениці, що забезпечило визнання України як житниці Європи. В 1981 році на станції Куліндорівської Одеської області побудовано Куліндорівський комбінат хлібопродуктів [24].

Перша черга Куліндорівського комбінату хлібопродуктів – комбікормовий завод, здана в експлуатацію у 1981 році. Протягом 1982-1983 років збудовано елеватор, в 1984 році зданий в експлуатацію млинзавод, оснащений комплектним високопродуктивним обладнанням [24].

В 1998 році Куліндорівський КХП переведено в управління Державного комітету України з державного матеріального резерву. З того часу підприємство підпорядковується Держрезерву України та є його структурним підрозділом. На сьогоднішній день ДП «Куліндорівський КХП» - сучасне, високомеханізоване та автоматизоване підприємство, яке займається виробництвом борошна, комбікормів, зберіганням зерна і наданням послуг з доставки продукції у різні регіони України [24,25].

У структуру комбінату входить три основні виробництва:

1. Елеватор складається з двох робочих веж РБ1, РБ2 та чотирьох силосних корпусів заготівельною ємністю 93 900 т., є приймальні та відпускні пристрої пов'язані із залізницею та автомобільним транспортом.

Виробничий процес на елеваторі включає: приймання та розміщення зерна в силосних корпусах, очищення від сміттєвих домішок, сушу, формування помольних партій. На елеваторі відбирається дрібна фракція зерна, що сприяє

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.ІІ.2.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ємельянова О.В.			Розділ 3 Характеристика технологічних процесів	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					23	91
Консульт.						ОНТУ, ЗТЗ 71-а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

покращенню технології підготовки та розмелювання зерна. Дрібна фракція зерна прямує на комбікормовий завод. Якісні показники зерна визначаються у лабораторії елеватора[24].

2. Борошномельний комплекс комбінату, на якому здійснюється переробка зерна на борошно, побудований на високопродуктивному обладнанні Швейцарської фірми «Buhler», що відтворюється, продуктивністю 375 тонн борошна на добу[24].

Борошномельний завод складається із зерноочисного, розмельного відділень та відділення готової продукції. Очищення зерна від домішок складається з двох етапів: попереднє очищення зерна від дрібної фракції проводиться на елеваторі; остаточна - у зерноочисному відділенні борошномельного заводу. Продуктивність зерноочисного відділення на 15% більша порівняно з розмельним[24].

У зерноочисному відділенні борошномельного заводу, очищення та підготовку зерна до помелу здійснюють у два етапи - первинне очищення та підготовка зерна, яке завершується первинним кондиціонуванням та друге очищення, після якого зерно направляється у розмельне відділення для переробки. На етапі первинного очищення та підготовки зерно обробляється двома паралельними потоками. На другому етапі обидва потоки об'єднуються і обробка здійснюється одним потоком[24].

Розмельне відділення складається з двох самостійних секцій продуктивністю 250 т/добу кожна. Секція «А» призначена для переробки високосклоподібного зерна (понад 55%), секція «Б» - для переробки низько склоподібного зерна (менше 55%)[24].

Відділення готової продукції - це високо механізований та автоматизований цех, у якому виконуються такі операції: безтарне зберігання борошна по потоках; формування сортів борошна, його вітамінізація; вибір борошна та манної крупи в мішки масою до 50 кг; фасування борошна у 2-х кілограмові паперові пакети та манної крупи у поліетиленові пакети масою 1кг; безтарна відпустка борошна на автомобільний та залізничний транспорт у мішках; відпуск фасованої продукції

автомобільний транспорт; відпустка борошна в мішках на автомобільний та залізничний транспорт; відпустка висівок на автомобільний та залізничний транспорт.

Фасоване в паперові пакети борошно (при незмінно високій якості самого борошна) має чудовий товарний вигляд, захищене логотипом, що виключає можливість його підробки, користується підвищеним попитом у населення та постачається власним автотранспортом підприємства до 7 обласних центрів України: м. Одесу, Івано-Франківськ, Львів, Київ, Черкаси, Хмельницький, Миколаїв, приклад продукції наведено на рис. 3.1[24].



Рисунок 3.1 Приклад фасування борошна ДП «Куліндорівський КХП»

3. Комбікормовий цех виробничою потужністю 630 т/добу виробляє гранульовану продукцію з можливістю її фасування. ДП «Куліндорівський КХП» розробляє свою маркетингову політику реалізації продукції при різних стратегіях продажу, при цьому досить ефективним є процес гранулювання висівок[24].

Для отримання додаткового прибутку, ДП «Куліндорівський КХП» придбало та ввело в експлуатацію на млині лінію гранулювання висівок турецької фірми «MILL PASC»[24].

Асортимент комбікормів включає комбікорми для сільськогосподарського птаха, ставкових риб, великої рогатої худоби різного віку, свиней, овець і кроликів[24,25].

Завдяки наполегливій праці команди висококваліфікованих спеціалістів, що не тільки досконало знають своє діло, а й з любов'ю ставляться до своєї справи, підприємство повністю орієнтується на виявлення та задоволення потреб споживачів. Результатом такого підходу стали як висока якість продукції, яка завоювала серця споживачів в Одесі, Одеській області та інших регіонах України, так і визнання її на загальнонаціональному конкурсі «Вища проба», а також продукція удостоєна призу «Європейська якість». Крім того, підприємство отримало чимало інших нагород за випуск високоякісної продукції [24,25].

Розділ 4 Наукова частина

4.1 Аналітичний огляд літературних і патентних джерел

Одним із найважливіших показників, що характеризують властивості пшеничного борошна, є кількість клейковини. Клейковина виконує дві основні функції: пластифікатором, тобто виконує роль своєрідного мастила, що надає масі крохмальних зерен плинність; є сполучною речовиною, що з'єднує крохмальні зерна в єдину тістову масу. Перша властивість клейковини дозволяє формувати тісто, друга – зберігати надану тісту форму[26].

Залежно від вмісту клейковини борошно ділиться на три групи: перша містить до 28% клейковини, друга – 28-36%, і третя – до 40% клейковини[27].

Якість борошна залежить не лише від вмісту клейковини, а й від її якості. Клейковина гарної якості кремового кольору, еластична, не липне до рук, пружна, здатна поглинати багато води. Якщо до складу борошна входить така клейковина, то борошно називається "сильним". Тісто з такого борошна нормальної консистенції, еластичне, добре утримує газу. Вироби з такого тіста зберігають форму під час вистоювання та випікання. Клейковина поганої якості після відмивання утворює липку масу сірого кольору, кришиться, малопружна. Така клейковина дає «слабке» борошно[28]. Саме тому для зернової та борошномельної галузі особливо важливо визначати такий важливий показник як клейковина швидким та доступним методом, з врахуванням всіх факторів впливу. Перевага надається ручним методам відмивання клейковини.

Перевагою ручного відмивання клейковини за ГОСТ є тривалість визначення, в порівнянні з іншими стандартами. Це щонайменше 1 хв замісу тіста, 20 хв ферментації кульки тесту, приблизно 30 хв відмивання клейковини та 15 хв перебування кульки клейковини у воді перед визначенням показника ІДК. Цей

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.ІІ.2.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ємельянова О.В.			Розділ 4 Наукова частина	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					27	91
Консульт.						ОНТУ, ЗТЗ 71-а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

термін достатній для прояву дії протеолітичних ферментів та максимально правильного визначення якості клейковини. Частково суб'єктивний характер має визначення закінчення відмивання клейковини за наявності «каламутності», що свідчить про нібито наявність у клейковині крохмалю. Закінчення відмивання краще контролювати йодною пробою, оскільки «каламутність» можуть давати протягом тривалого часу розчинні у воді гліадин і частково глютенін. Тому контроль відмивання клейковини за наявності «каламутності» може призвести до заниження вмісту клейковини[15].

Одночасно перевагою і недоліком визначення клейковини ручним відмиванням за ISO, є використання для відмивання клейковини 2%-ного розчину хлориду натрію. Зокрема перевагою є підвищення точності та повторності незалежно від місця проведення аналізу. Недоліком є те, що сольовий розчин збільшує пружність клейковини, тому використання методів із застосуванням солі може дати хибні результати якості клейковини. Крім того, приготування сольового розчину вимагає постійної наявності великої кількості дистильованої води[15]. Додатковими перевагами методу є використання для відмивання клейковини рукавичок, що зменшує вплив на неї температури людського тіла. Перевагою є також використання для визначення кінця відмивання клейковини хімічної реакції на йод. Обов'язковим за цим методом є використання ручного пресу для видалення вологи з клейковини, що забезпечує стабільність температури (відсутність впливу людського тепла) та швидше висушування клейковини внаслідок збільшення площі випаровування вологи [15].

Температура води та час відмивання значною мірою впливають на якісні показники клейковини та частково її кількість. При температурі води нижче +18 °С клейковина при відмиванні стає більш міцною, а при більш ніж +20...+24 °С, навпаки — більш розпливчастою. Також до зниження пружності клейковини може призводити її тривале відмивання, а інтенсивніше, навпаки – до зміцнення[15,29].

Розглянемо механічні способи відмивання клейковини: при відмиванні клейковини на приладі «Глютоматик» вплив людського фактору мінімізовано. Це

найголовніша перевага у визначенні кількості клейковини за міжнародним стандартом. До того ж прилад відмиває у двох паралелях одночасно. Іншою перевагою використання експрес-методу є зменшення часу дослідження у 2–3 рази, адже відмивання клейковини відбувається за лічені хвилини з автоматичним встановленням кінця відмивання. Однак необхідно бачити зворотний бік процесу. По-перше, такий незначний час не дозволяє проявитися дії протеолітичних ферментів, які суттєво впливають на показники клейковини. По-друге, проточне промивання практично ще не сформованого тесту розчином солі вимиває легкорозчинні протеолітичні ферменти на початку відмивання клейковини, що призводить в цьому випадку до зменшення її певної кількості[15,30].

Методика дозволяє швидко та оперативно визначати кількість та якість клейковини, але зменшує об'єктивність оцінки хлібопекарських властивостей. Цей метод ускладнює оцінку якості зерна пшениці та завищує її оцінну вартість через неповне відмивання висівок та недосушування клейковини. Проте більшість вчених схиляються до думки, що застосування приладів «Глютоматик» не завжди є доцільним. Орієнтовно щонайменше в 50% випадків отримані результати як за кількістю, так і якістю клейковини можуть не відповідати дійсності, особливо через пошкодження зерна клопом черепашкою[15,30].

Принцип дії приладів при механічному відмиванні клейковини заснований на поступовому відмиванні клейковини з кульки тіста за допомогою різних механізмів. Робочою частиною приладу є вал, що обертається всередині нерухомо закріпленої плексигласової склянки з сталевим гачком, що загвинчується. Тісто, а потім клейковина постійно обертаються і перевертаються за допомогою гачка, закріпленого на валу під плексигласовою склянкою[31].

Фірмою «ФолінгНамберг» (Швеція) запропоновано відмивання клейковини з цільнозмолотого зерна на приладі «Глютаматик». Наважку шроту (розмеленого зерна) масою 10 г висипають у випробувальну камеру приладу, наливають 2%-ний розчин кухонної солі та замішують тісто, потім прилад автоматично перемикається на відмивання клейковини. Через 2 хвилини прилад зупиняють і, зібравши клейковину, переносять її разом з висівками в камеру з металотканним

ситом (для видалення висівок) і продовжують відмивання. Надалі сиру клейковину центрифугують (для видалення води), зважують і висушують у печі «Глюторк 2020» при температурі 160 °С для отримання сухої клейкої провину[29,32].

Пристрій МОК-1 застосовують для механізованого відмивання клейковини зі шроту пшениці. Він представляє собою герметичну камеру, в якій обертається робочий орган з рифлями (джгутами). Клейковина відмивається при механічному впливі робочого органу на тісто при безперервній подачі води в камеру під тиском [33].

Вміст сирі клейковини в борошні пшениці і тритікале визначають центрифужним методом. Дві наважки борошнамасою по 10 г висипають у центрифужні стаканчики і залипають 2%-ний розчином кухонної солі (по 20 мл). Центрифугування проводять при частоті обертання 5-5,5 тис. об/хв протягом 3 хвилин. Надосадову рідину зливають, осад кількісно переносять шпателем на сито. Клейковину відмивають вручну на ситі під слабким струменем 2%-ного розчину кухонної солі протягом 3-4 хвилин. Відмиту клейковину віджимають між долонями [34].

Для технологічної оцінки зерна пшениці важливе значення має не тільки кількість, а й якість клейковини. Під якістю клейковини розуміють сукупність її фізичних властивостей (поєднання певних реологічних властивостей): розтяжність, пружність, еластичність, в'язкість, зв'язність, здатність зберігати фізичні властивості в часі. Для визначення якості клейковини служить прилад ВДК. У приладі пуансон, що вільно падає, стискає зразок клейковини (4 г) протягом 30 ± 2 с. Прилад вимірює пружні властивості клейковини за величиною деформації під дією навантаження стиску в умовних одиницях шкали приладу [29,33].

В даний час якість клейковини і її розподіл на три групи здійснюють за одним показником - пружності (еластичності) клейковини, тобто величині її деформації (табл. 4.1). За стандартом кількість клейковини має бути в хлібопекарному борошні пшеничного вищого сорту не менше 28%, першого – не

менше 30%, другого – не менше 25% за якістю не нижче II групи. У борошні макаронного помелу з твердої пшениці кількість клейковини у вищому сорті (крупці менше 30%, у першому - не менше 32% за якістю не нижче II групи[11].

Таблиця 4.1 Групи якості клейковини за пружністю[31]

Групи якості клейковини	Показання приладу ІДК, ум. од.	Характеристика клейковини	Якість хлібобулочних виробів
1	45...75	Гарна	Стійкість, розпушеність, великий об'ємний вихід, пористість
2	20...40	Задовільно міцна	Менший об'ємний вихід, доброякісний хліб
	80...100	Задовільно слабка	
3	0...15	Незадовільно міцна	Низькопористий, погано розрихлений, малий об'ємний вихід, не відповідає стандартам за зовнішніми ознаками
	105...120	Незадовільно слабка	

Клейковині білки розчиняються у різних рідинах неоднаково. Так, залежно від складу промивної рідини кількісне співвідношення глютеніну і гліадину змінюється від 1,61 (відмивання 0,001%-ним водним розчином бромату калію) до 6,13 (відмивання водою)[11,35]. Ділл та Алсберг (Dill, Alsberg, 1924) порівняли вихід клейковини, її якість та вміст у ній білка при відмиванні з одних і тих же зразків борошна дистильованою водою, водопровідною водою, 0,1% розчином хлористого кальцію і буферними розчинами фосфату натрію різної концентрації і при різних рН. Виявилось, що дистильована вода при тривалому відмиванні помітно диспергує клейковинні білки, тоді як водопровідна вода не робить подібної дії. Відому роль переходу білків клейковини в розчин грає також підвищена розчинність діоксиду вуглецю повітря у дистильованій воді. При відмиванні клейковини із зерна пшениці дистильованою та водопровідною водою, взятою у м. Краснодарі, жорсткістю 4,1 мг/екв та у станиці Канівській, жорсткістю 0,52 мг/екв отриманий вихід (%): 27,9; 29,5; 27,0. Неоднаковим виявилася і якість клейковини (в одиницях приладу ВДК): 70,8; 85,5; 73,5[11].

Значення має не тільки загальна жорсткість води, але і її склад - вміст у воді одновалентних катіонів K^+ та Na^+ та двовалентних Mg^{++} і особливо Ca^{++} . Збільшення тривалості відпочинку замішаноготіста значно підвищує вихід клейковини з морозобійного і пересушеного зерна, особливо протягом перших 20-30 хв. Це наслідок того, що в такому зерні білки менш гідрофільні і вимагають більшого часу для набухання, попереднього утворення зв'язної клейковини [11].

Фізичні властивості клейковини, відмитої водопровідною водою, краще, ніж у клейковини, відмитою дистильованою водою та 0,1 %-ним розчином хлористого кальцію. Порівняння трьох способів відмивання клейковини: 0,1%-ним фосфатом натрію, 0,1%-ним хлористим кальцієм і водопровідною водою показало, що найменші втрати білка спостерігаються при вживанні фосфатного буфера із нейтральною реакцією. На підстав цих дослідів Ділл та Алсберг запропонували нейтральний фосфатний буфер як стандартна рідина для відмивання клейковини [53;54;55].

Мак-Кей і Мак-Колла (McCaig, McCalla, 1941) показали, що при відмиванні клейковини фосфатним буфером з величиною рН від 3,7 до 8,5 найбільша гідратація її спостерігається при кислій лужній реакції, а найменша — при рН біля 6,0—6,5. Берлінер та Коопманн (Berliner, Koopmann, 1929) запропонували відмивати клейковину за допомогою 2%-ного розчину кухонної солі і цей метод прийнято в даний час як стандартний у низці країн Західної Європи [36,37].

У нашій країні прийнято відмивати клейковину водопровідною водою. При цьому виходять з того факту, що звичайний сольовий склад водопровідної води забезпечує гарне набухання білків клейковини при незначному їх диспергуванні. Якщо ж підвищувати концентрацію солей у промивній рідині, то набухання клейковини ускладнюється, вихід її падає, а якість помітно погіршується. Клейковина виходить жорсткою, мало еластичною, з низьким вмістом води [36,38]. Сольові розчини і водопровідна вода значно менше розчиняють білки клейковини. Солі зміцнюють клейковину, роблять її більш пружною, менш розтяжною. Практично найбільш зручно застосовувати водопровідну воду. У той самий час недоліком цього методу є те, що водопровідна вода у кожному регіоні

країни відрізняється за складом солей і жорсткістю, а це надає серйозний негативний вплив на повторюваність та відтворюваність результатів і відповідно на вихід клейковини. Вихід клейковини з однієї і тієї ж проби борошна різний залежно від жорсткості води [37,38].

В стандартах інших держав для замісу, відмивання та відлежування клейковини регламентовано застосування водопровідної води зі значеннями жорсткості в межах 2-7 ммоль/дм³. Адже жорсткість води для відмивання істотно впливає на якість клейковини, тому навіть в межах допустимого діапазону жорсткості одна і та ж пшениця може бути віднесена до різних груп якості. Розбіжність може досягати 3,7%. Задовільні результати отримують у тих випадках, коли вода має жорсткість - від м'якої до середньожорсткої: 1,5 - 4,5 ммоль/л. Найбільш достовірні результати за кількістю клейковини та значенням ІДК отримують при жорсткості води 3,5 ммоль/л[39].

Жорсткість (твердість) води визначається вмістом солей кальцію (Ca²⁺) і магнію (Mg²⁺). Жорсткість буває трьох типів:

- тимчасова жорсткість – містить карбонати (гідрокарбонати) кальцію та магнію (Ca(HCO₃)₂, Mg(HCO₃)₂), що видаляються кип'ятінням;
- постійна – містить сульфати і хлориди кальцію та магнію (CaSO₄, MgSO₄, CaCl₂, MgCl₂), які залишаються розчиненими при кип'ятінні;
- загальна жорсткість – являє собою суму тимчасовою та постійної жорсткості[40,41]. Класифікація води за жорсткістю наведена в таблиці 4.2[42].

Таблиця 4.2 - Класифікація води за жорсткістю

Група води	Загальна жорсткість води, ммоль/л
Дуже м'яка	до 1,5
М'яка	1,5-4,0
Середня жорсткість	4,0-8,0
Жорстка	8,0-12,0
Дуже жорстка	більше 12,0

Твердість природної води коливається в широких межах; вона неоднакова в різних природних водах, в одному і тому ж водному об'єкті величина її

змінюється за порами року. В поверхневих водах твердість досягає найбільших величин у кінці зими, найменших – у період повені. Звичайно переважає карбонатна твердість (70-80 % загальної). Жорсткість підземних вод, особливо в артезіанських колодязях, менше змінюється протягом року. Твердість річкових вод України, як і мінералізація води зростає з північного заходу на південний схід. У річкових водах Полісся твердість становить 2-3 ммоль/дм³, у Дніпрі – 4-5 ммоль/дм³, а в малих і середніх річках Приазов'я – 15-30 ммоль/дм³, що обмежує можливості використання місцевих водних ресурсів. За офіційними даними сайтів водоканалів за жорсткістю питна вода по регіонах України змінюється від дуже м'якої в Полтавській області (0,32-0,36 мг-екв/дм³) до жорсткої в Тернопільській та Харківській областях (8,4; 8,5 ммоль/л) табл. 4.3 [43,44].

Таблиця 4.3 – Показники жорсткості водопровідної води по областях України

№	Область	жорсткість мг-екв/дм ³
1	Полтавська область	0,32-0,36
2	Львівська область	4,2-8,7
3	Миколаївська область	20-22,5
4	Одеська область	4,5-5,5
5	Київ	1,76-4,5
6	КП «Вінницяоблводоканал»	6,2-6,7
7	КП «Черкасиводоканал»	3,75

На рис. 4.1 представлена карта жорсткості води по регіонах України [45].

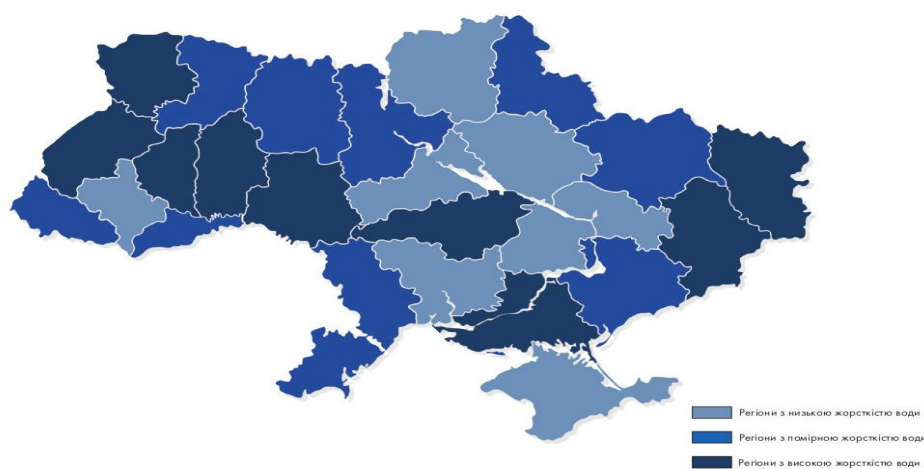


Рис. 4.1 Карта жорсткості води по регіонах України

Тимчасова жорсткість легко видаляється кип'ятінням. Під час нагрівання іони Ca^{2+} і Mg^{2+} виводяться з розчину у вигляді нерозчинних карбонатів і осідають у вигляді білого осаду. Крім кип'ятіння, тимчасову жорсткість води усувають хімічним способом, додаючи до води кальцій гідроксид (гашене вапно), натрій гідроксид, соду або фільтрацією через фільтр з іонообмінною смолою[46].

Найпоширеніші методи пом'якшення жорсткої води:

✓ Пом'якшення на іонообмінних смолах: іонообмінні фільтри пом'якшувачів водимають кілька ступенів очищення. Головна складова іонообмінного пом'якшення води - смола, полімерні кульки з вмістом іонів натрію, відбувається обмін іонів солей жорсткості на іони натрію, кульки віддають натрій при усмоктуванні солей жорсткості. Оборотноість іонообмінного процесу використовується для багаторазового експлуатації смоляних картриджів[46,47].

✓ Реагентне пом'якшення води використовується найчастіше саме в промисловості, так як очищення проводиться за допомогою реагентів, шкідливих для організму людини. Очищення питної води із застосуванням реагентів, проходить додаткову фільтрацію, для видалення шкідливих домішок[48,49, 50].

✓ Зворотний осмос і нанофільтрація, один з найефективніших способів пом'якшення води. Принцип роботи полягає в використанні зворотноосмотичної мембрани. Пори мембран пропускають тільки молекули води, і завдяки цьому на виході маємо практично стерильну і смачну воду. Для підвищення терміну експлуатації мембранної установки, перед фільтрацією зворотноосмотичної системою, бажана попередня, більш «груба» очистка води[48,49, 50].

Підвищити жорсткість дуже м'якої води до необхідних значень можливо додаванням хлориду кальцію[48,49, 50].

4.2 Програма, об'єкти та методи досліджень

Об'єкт дослідження – метод визначення клейковини зерна та продуктів його переробки.

Предмет дослідження – хімічні показники якості водопровідної води, показник кількості та якості клейковини, показники економічної ефективності технології.

Методи дослідження: органолептичні, фізичні, фізико-хімічні, експериментально-статистичні з використанням сучасних приладів.

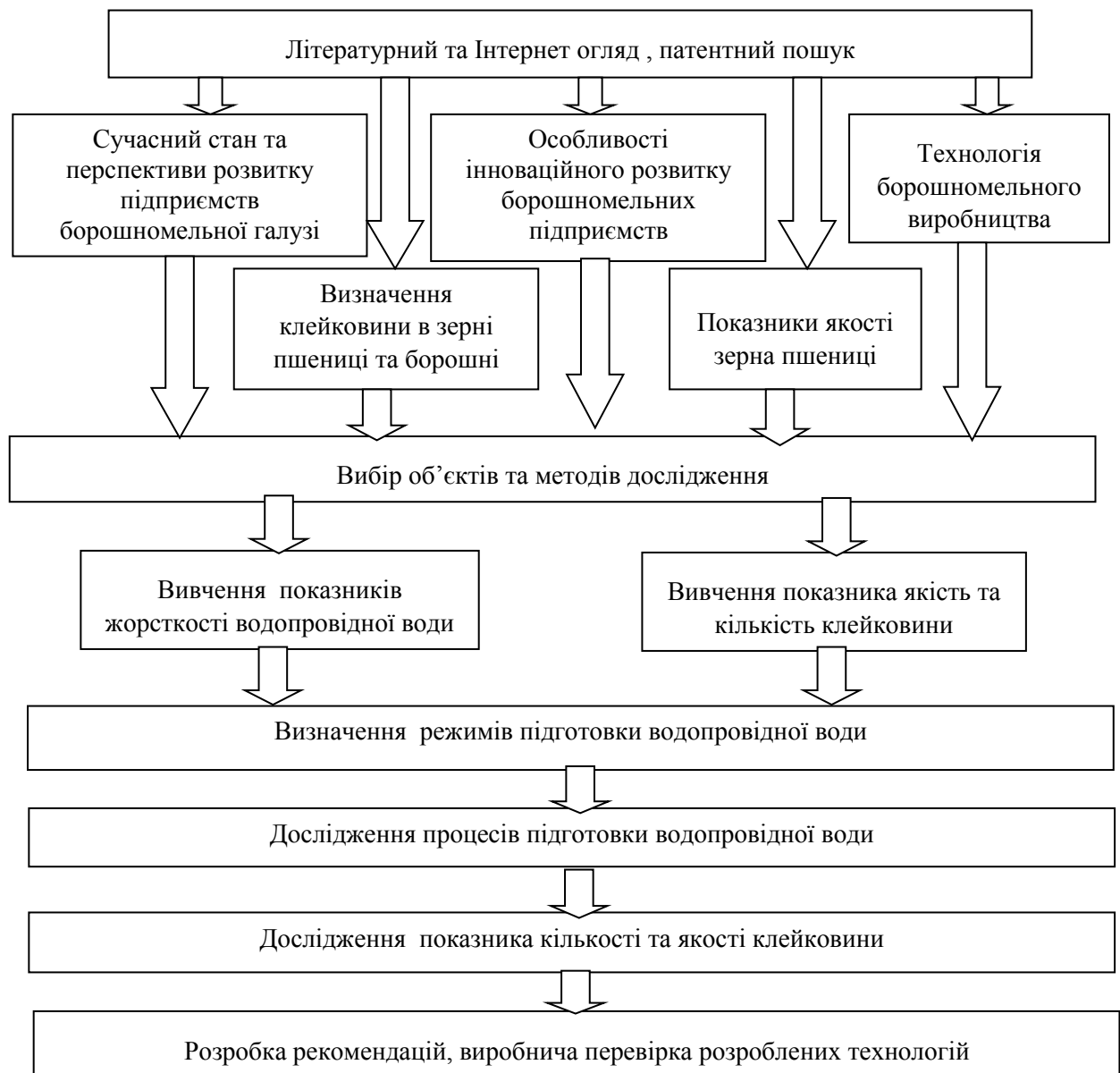


Рисунок 4.2 - Програма проведення дослідження

Якість борошна оцінювали за фізичними, фізико-хімічними та хлібопекарськими властивостями. Методи аналізу показників були як

загальноприйняті, так і спеціальні (жорсткість води). Загальноприйняті методи оцінки властивостей води і борошна наведені в табл.4.4.

Таблиця 4.4 - Характеристика методів дослідження, що використовуються в роботі

Показник	Метод визначення	Номер ДСТУ (ГОСТа) або посилання на книгу
борошно		
Вологість	Висушування протягом 40 хв в сушильній шафі при температурі 130°C	ДСТУ ISO 712:2015[51] Методичні вказівки[52]
Білість	На приладі БЛК-М	ДСТУ ГОСТ 26361:2019[53]
Крупність	Набором сит	Методичні вказівки[52]
Кількість і якість клейковини	Відмивання вручну	ГОСТ 13586.1-68[53] Методичні вказівки[52]
Число падіння (ЧП)	Метод Хагберга-Пертена	Методичні вказівки[52]
Вода		
рН, од. рН	Визначення активності іонів водню іонселективним електродом	ДСТУ 4077 [54]
Жорсткість (сумарний вміст кальцію та магнію)	Принцип методу: у процесі титрування етилендіамінтетраоцтова кислота спочатку вступає в реакцію з незв'язаними іонами кальцію та магнію, а потім в еквівалентній точці — з іонами кальцію та магнію, які об'єднуються з індикатором, вивільняючи цей індикатор та змінюючи колір від пурпурово-червоного або фіолетового до синього.	ДСТУ ISO 6059 [55]

4.3 Результати досліджень

В ході проведення експериментального дослідження був визначено та узагальнено показник жорсткості водопровідної води в різних регіонах України та розроблено процедури щодо приведення показника жорсткості води в лабораторних умовах до оптимального значення. Визначення жорсткості водопровідної води м. Одеси проводилось за діючою методикою. На прикладі водопровідної води м. Одеси були проведені процедури щодо підвищення показника жорсткості до значень, що відповідають жорсткості води в

Тернопільській та Харківських областях, шляхом додавання 10% розчину хлориду кальцію. Також на прикладі водопровідної води м. Одеси провели процедури щодо видалення солей жорсткості найбільш поширеними методами – це кип'ятіння, реагентний метод, додаванням до води гідрокарбонату натрію та фільтрування води через фільтр з іонообмінною смолою. В результаті проведених досліджень отримали дані, які наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Результати пом'якшення та підвищення жорсткості водопровідної води м. Одеса

Назва	показник жорсткості, ммоль/л
Водопровідна вода м.Одеса	2,2
Водопровідна вода м.Одеса після кип'ятіння	1,34
Водопровідна вода м.Одеса (100 мл+5 г NaHCO ₃)	0,8
Водопровідна вода м.Одеса після фільтру з іонообмінною смолою	0,35
Водопровідна вода м.Одеса (100 мл+1 мл 10 % CaCl ₂)	10,7
Водопровідна вода м.Одеса (100 мл+0,7 мл 10 % CaCl ₂)	8,5

Для дослідження впливу показника жорсткості води на кількість та кість клейковини використали 5 зразків борошна вищого гатунку з різних регіонів України.



Рисунок 4.3 – Зразки борошна для проведення дослідження

У відібраних зразків борошна ТМ «Аміна», «Хуторок», «Київмлин», «Богумила» і «Благомлин» було визначено загальні характеристики: вологість,

білість, число падіння (ЧП), кількість та якість клейковини. Результати аналізів наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Загальні характеристики зразків борошна

№	Назва борошна	Вологість, %	Білість	Число падіння (ЧП)	Кількість клейковини, %	ІДК
Зразок №1	Аміна	13,6	51,3	495	30,5	64
Зразок №2	Богумила	13,2	57,8	439	25,8	48
Зразок №3	Хуторок	12,4	58,8	384	25,8	71
Зразок №4	Київмлин	12,5	57,5	307	26,3	65
Зразок №5	Благомлин	13,5	54,8	403	23,9	44

Також для відібраних зразків визначили фракційний і інтегральний гранулометричний склад, що наведений в таблицях 4.5 та 4.6.

Таблиця 4.5 - Фракційний склад зразків борошна

Назва продукції	Вихід фракції 72/0	Вихід фракції 87/72	Вихід фракції 132/106	Вихід фракції 160/132	Вихід фракції 220/160
Аміна	29,12	44,13	22,78	3,36	0,61
Богумила	41,59	33,45	22,08	2,86	0,02
Хуторок	27,44	48,77	23,02	0,74	0,03
Київмлин	35,27	49,27	13,35	2,01	0,10
Благомлин	34,99	35,91	26,01	2,84	0,25

Таблиця 4.6 - Інтегральний гранулометричний склад зразків борошна

Назва продукції	Сумарний вихід фракції 72/0	Сумарний вихід фракції 87/0	Сумарний вихід фракції 106/0	Сумарний вихід фракції 132/0	Сумарний вихід фракції 160/0
Аміна	29,12	73,25	73,25	96,03	99,39
Богуміла	41,59	75,04	75,04	97,12	99,98
Хуторок	27,44	76,21	76,21	99,23	99,97
Київмлин	35,27	84,55	84,55	97,89	99,90
Благомлин	34,99	70,90	70,90	96,91	99,75

Після визначення загальних характеристик борошна та відпрацювання методики регулювання жорсткості води, почали дослідження впливу показника жорсткості на кількість та якість клейковини. Відмивання клейковини проводили в приміщенні лабораторії ручним способом за температури в приміщенні 21-22 °С та відносній вологості 75-85 %. Температура води для відмивання клейковини підтримувалась в межах 18±2°С. Результати досліджень наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Результати дослідження впливу показника жорсткості води на кількість та якість клейковини

Жорсткість води, моль/л	Кількість клейковини, %	Показник ІДК
Зразок №1 борошно «Аміна»		
0,5	29,6	56
1,8	30,5	64
4,4	30,7	66
6,4	29,3	69
9,6	31,3	69
Зразок №2 борошно «Богуміла»		
0,5	25,5	47
1,8	25,8	48
4,4	25,9	48
6,4	26,8	52
9,6	27,2	58

продовження таблиці 4.7

Зразок №3 борошно «Хуторок»		
0,5	25,2	70
1,8	25,8	71
4,4	26,2	71
6,4	26,2	72
9,6	26,7	73
Зразок №4 борошно «Київмлин»		
0,5	26,3	63
1,8	26,3	65
4,4	26,8	65
6,4	27,9	68
9,6	27,9	72
Зразок №5 борошно «Благомлин»		
0,5	23,8	39
1,8	23,9	44
4,4	24,5	48
6,4	24,8	53
9,6	25,4	57

З таблиці 4.7 видно, що зі збільшенням показника жорсткості води кількість клейковини та її показник ІДК зростає. На основі даних таблиці побудували кореляційні залежності жорсткості води та кількості і якості клейковини.

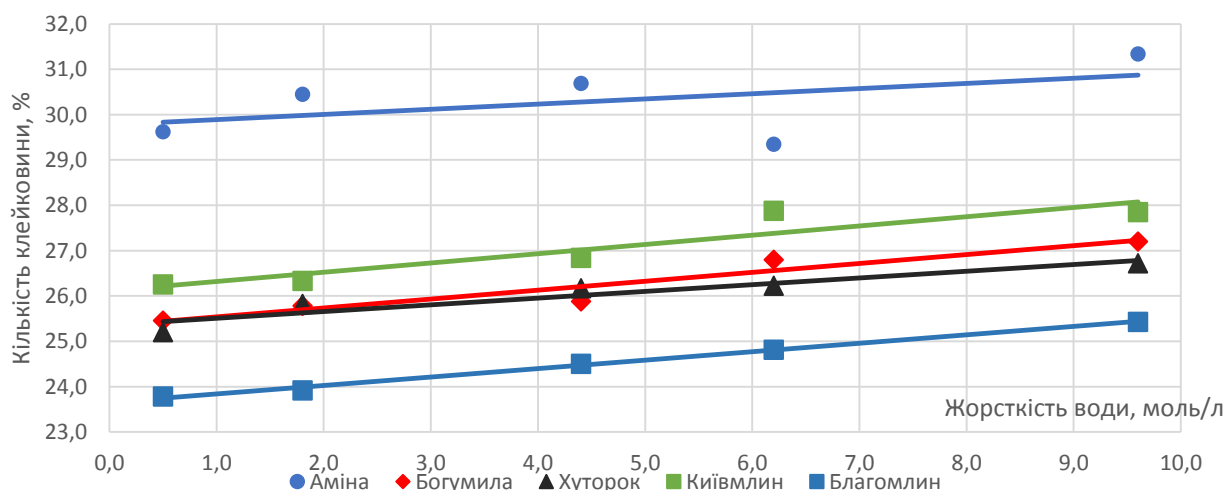


Рисунок 4.4 – Графік залежності показника кількості клейковини від жорсткості води

З графіка видно, що кореляційний зв'язок між жорсткістю води та кількістю клейковини найслабший у борошна з високою клейковиною зразок №1 (Аміна) і складає 0,258. Високий кореляційний зв'язок між жорсткістю води та кількістю клейковини у борошна з західного регіону країни зразок №5 (Благомлин) і складає 0,996. В інших зразках борошна теж висока кореляційна залежність і підтверджує залежність кількості клейковини від жорсткості води, що використовується для її відмивання.

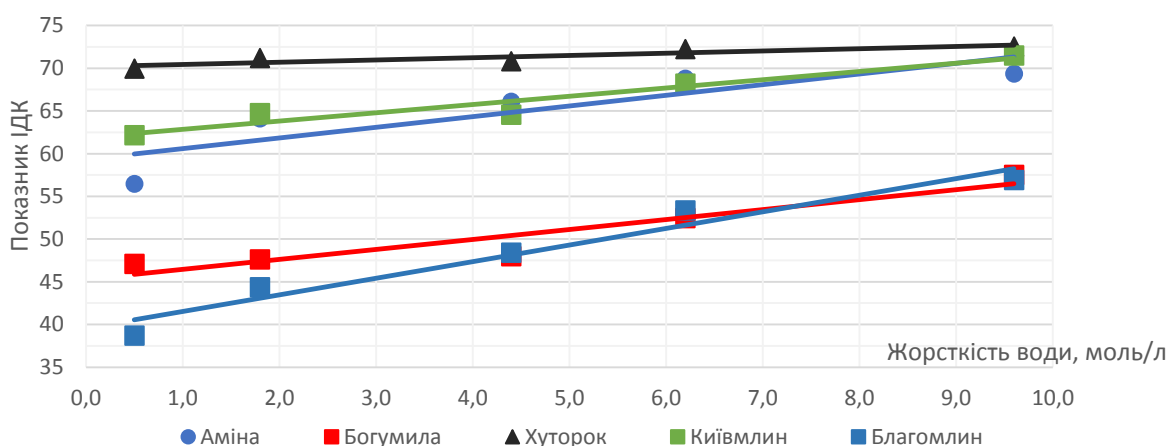


Рисунок 4.5 - Графік залежності показника ІДК клейковини від жорсткості води

З рисунка 4.5 можна зробити висновок що залежність жорсткості води та показника ІДК слабше в порівнянні з попереднім графіком. Знову ж таки найвища кореляційна залежність у зразка №5 борошно «Благомлин» і складає 0,95. У зразка №1 на відміну від попередньої залежності спостерігається більш міцніший зв'язок, що складає 0,794. У зразка №3 (Хуторок) кореляційний зв'язок між жорсткістю води та ІДК слабший ніж між жорсткістю та кількістю клейковини. В інших зразках борошна кореляційна залежність ІДК та жорсткості води майже така ж як з кількістю клейковини.

Вихід клейковини залежить від багатьох факторів, одним з них є температура води, що використовується для відмивання клейковини, адже нормативними документами регламентується температура води 18 ± 2 °С. В температурному проміжку від 16 до 20 °С клейковина одного і того ж борошна буде різною. Тому після проведення дослідження впливу жорсткості води на

вихід та якість клейковини дослідили вплив температури води на показники якості клейковини. Результати проведення дослідження наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Результати дослідження впливу температури води та якості клейковини

Температура води, °С	Кількість клейковини, %	Показник ІДК
Зразок №1 борошно «Аміна»		
16	29,37	55
17	29,3	51,4
18	29,01	50,5
19	29,21	50,4
20	28,85	48,4
Зразок №2 борошно «Богумила»		
16	25,15	50,7
17	24,87	46,7
18	24,55	45,3
19	24,5	44,4
20	24,35	43,2
Зразок №3 борошно «Хуторок»		
16	25,53	72,8
17	25,02	69
18	24,88	71,4
19	25,02	71
20	24,99	68,1
Зразок №4 борошно «Київмлин»		
16	26,89	69,1
17	26,58	65,4
18	26,18	65,1
19	25,74	65
20	25,34	63,9
Зразок №5 борошно «Благомлин»		
16	24,83	56,8
17	24,59	53,8
18	24,24	48,6
19	23,87	48,3
20	23,62	46,7

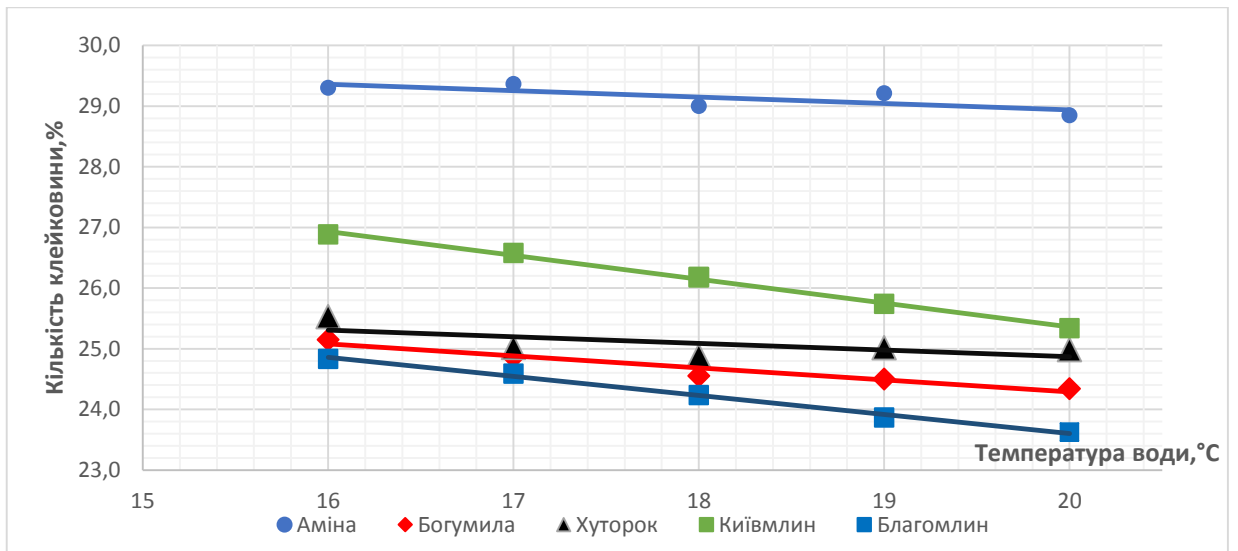


Рисунок 4.6–Графік залежності кількості клейковини від температури води

З графіка видно, що кореляційний зв'язок між температурою води та кількістю відмитої клейковини у зразків №3 (Хуторок) а №1 (Аміна) слабкий. Вихід клейковини не значно змінювався зі зміною температури води. Інші зразки борошна показали, що зв'язок між температурою води та кількістю клейковини досить високий, зі збільшенням температури води вихід клейковини значно зменшується. Це свідчить про те, що білки клейковини розчиняються у воді зі зростанням її температури.

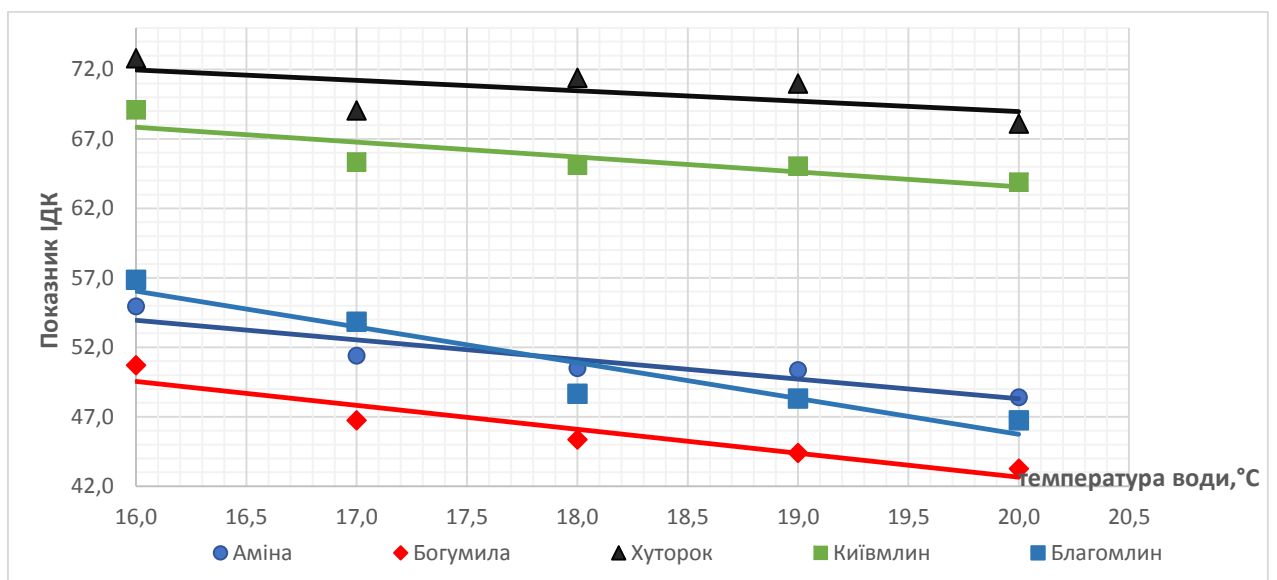


Рисунок 4.7–Графік залежності показника ІДК клейковини від температури води

З графіку кореляційної залежності видно, що всі зразки борошна, окрім зразка №3, показали залежність індексу деформації клейковини від температури води для відмивання. Зразок №3 (Хуторок) як і в дослідженні залежності кількості клейковини від температури показав слабкий зв'язок. Показники якості борошна ТМ «Хуторок» протягом всіх досліджень майже не змінювались або коливались в дуже незначних значеннях. Ні вплив показника жорсткості води, ні зміна температури води значних змін в клейковині та ІДК не показали. Всі інші зразки борошна підтвердили, що жорсткість води впливає на кількість та якість клейковини. Зі збільшенням показника жорсткості води кількість клейковини теж збільшується, це свідчить про те, що солі жорсткості зв'язують клейковинні білки. І навпаки м'яка вода, в якій відмивається клейковина, сприяє розчиненню білків гліадіну та глютеніну.

Що ж до температури води, яка використовується для відмивання клейковини, то простежується залежність, що з підвищенням температури води вихід клейковини та показник ІДК зменшується. Тож для уникнення непорозумінь та невідповідностей, що можуть виникнути між лабораторіями при визначенні цих показників необхідно підтримувати температуру води в межах $18 \pm 0,5^\circ\text{C}$, а жорсткість води $3,5 \pm 0,5$ ммоль/л.

Розділ 5 Технологічна частина

5.1 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Пшениця - найважливіша продовольча культура. Не випадково озима пшениця є основним продуктом харчування у 43 країнах світу з населенням понад 1 млрд. осіб. Пшениця – це джерело корисних речовин, вона сповнена білками і вуглеводами, необхідними для нормального функціонування людського організму[56].

Розглядаючи фази розвитку зерна можна виділити наступні фази:

1. Фаза формування після запліднення до досягнення заключної довжини зерна; в цю фазу відбувається формування зародка, ендосперму та оболонки. Вміст зерна ще повністю рідинний, вологість досягає 70-80 %.

2. Фаза наливу – характеризується збільшенням ширини і довжини зерна та закінченням формування тканин ендосперму; на цій фазі відбувається значне зниження вологості за рахунок процесів синтезу сухої речовини – крохмалю в першу чергу, з припливаючих в колос розчинних речовин, які накопичуються в листях та стеблах. В кінці цієї фази надходження речовин в зерно зупиняється.

3. Фаза дозрівання в якій відбуваються подальші втрати вологості зерном і набуття ним заключної твердої консистенції [57,63].

Поздовжній розріз зерна рис.5.1 показує, що воно складається з:

- 1 - 2 оболонки плода;
- 2 - 2 оболонки насіння;
- 3 - алейронової оболонки ендосперму;
- 4 - щитка і нирок;
- 5 - зародка;
- 6 - зачатків корінців;

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.II.2.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ємельянова О.В.			Розділ 5 Технологічна частина	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					46	91
Консульт.					ОНТУ, ЗТЗ 71-а			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

- 7 - ендосперму;
- 8 - чубка [58,63].

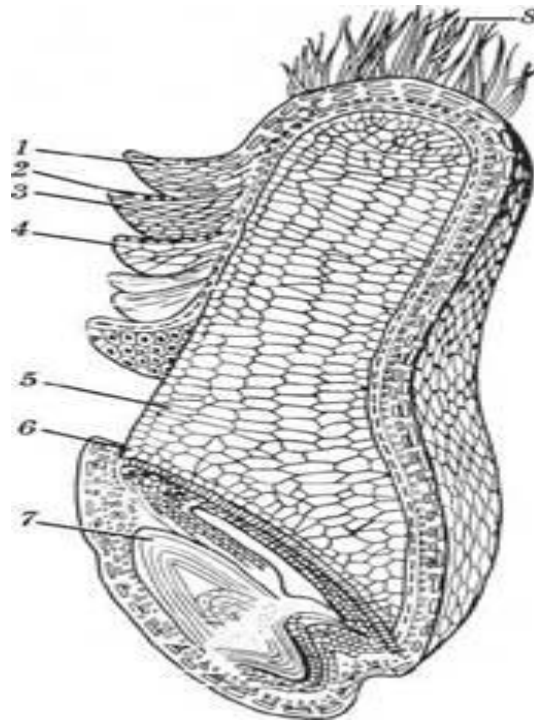


Рисунок 5.1 - Поздовжній розріз зерна [59,72].

Важливо, що у представників півчастих видів будова зернівки трохи відрізняється: вона ще вкрита лусками, які прикривають квітка. У голозерних типів серцевина досить легко відокремлюється від лусочок. Зерно пшениці має декілька оболонок. Вони здатні добре захистити його від негоди і перепадів температури. Перша оболонка дуже щільна, так як сама складається з трьох шарів, які об'єднані перикарпієм. Розташування клітин всередині неї виглядає як цегляна кладка, що і забезпечує захисну функцію оболонки [58,60].

Показники для оцінки технологічних властивостей зернової маси пшениці і жита підрозділяють на три групи, які характеризують загальний стан зернової маси, борошномельні і хлібопекарські властивості. Загальний стан зернової маси оцінюють такими показниками: смак, запах, колір, вологість, засміченість смітцевою і зерновою домішкою, зараженість, кількість дрібної фракції зерна. Борошномельні властивості зерна характеризують такими показниками, як склоподібність, крупність, вирівняність, об'ємна маса (натура), маса 1000

зернівок, густина, зольність, розмелоздібність і типовий склад зернової маси. Хлібопекарські властивості зерна пшениці можна оцінити такими показниками: вміст і якість клейковини, газоутворююча здібність, дисперсний склад борошна, фізичні властивості тіста і показники пробної випічки хліба [62,63,64].

Зерно пшениці, що надходить на мукомельні заводи, характеризується певними показниками якості. Згідно з діючим стандартом ДСТУ 3768:2019 [31] залежно від показників якості зерно м'якої пшениці поділяють на чотири класи. Зерно твердої пшениці залежно від показників якості поділяють на п'ять класів. Вимоги до якості кожного класу пшениці надано відповідно в таблицях 5.1 та 5.2[61].

Таблиця 5.1 — Показники якості зерна м'якої пшениці

Показник	Характеристика та норма для м'якої пшениці за класами			
	1	2	3	4
Натура, г/л, не менше ніж	775	750	730	Не обмежено
Склоподібність, %, не менше ніж	50	40	Не обмежено	Не обмежено
Вологість, %, не більше ніж	14,0	14,0	14,0	14,0
Зернова домішка, %, не більше ніж	5,0	8,0	8,0	15,0
зокрема:				
биті зерна	5,0	5,0	5,0	У межах зернової домішки
зерна злакових культур	3,0	4,0	4,0	У межах зернової домішки
пророслі зерна	2,0	3,0	3,0	У межах зернової домішки
Сміттева домішка, %, не більше ніж	1,0	2,0	2,0	3,0
зокрема:				
мінеральна домішка	0,3	0,5	0,5	1,0
зокрема:				
галька, шлак, руда	0,15	0,15	0,15	0,15
зіпсовані зерна	0,3	0,5	0,5	1,0
зокрема:				
фузаріозні зерна	0,3	0,3	0,5	1,0
шкідлива домішка	0,1	0,1	0,2	0,2
зокрема:				
сажка, ріжки (разом)	0,05	0,05	0,05	0,1 (0,05 сажка; 0,05 ріжки)
триходесма сива	Не дозволено			
кукіль	У межах шкідливої домішки			
кожен з видів іншого токсичного насіння	0,05	0,05	0,05	0,05

Сажкове зерно, %, не більше ніж	8,0	8,0	8,0	10,0
Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	14,0	12,5	11,0	Не обмежено
Масова частка сирії клейковини, %, не менше ніж	28,0	23,5	18,0	Не обмежено
Якість клейковини: одиниць приладу ВДК	45 – 100	45 – 100	45 – 100	Не обмежено
Число падіння, с, не менше ніж	220	220	180	Не обмежено

М'яку пшеницю 1—3 класів використовують для продовольчих (переважно в борошномельній та хлібопекарській галузях) потреб і для експортування. Пшеницю 4-го класу використовують на продовольчі й непродовольчі потреби та для експортування. На вимогу замовника в зерні м'якої та твердої пшениці можна визначати інші показники якості, які не є класоутворювальними: уміст зерен, пошкоджених клопом-черепашкою, силу борошна за альвеографом, індекс седиментації тощо [61].

Таблиця 5.2 — Показники якості зерна твердої пшениці

Показник	Характеристика та норма для м'якої пшениці за класами				
	1	2	3	4	5
Зерна м'якої пшениці, %, не більше ніж	4	4	8	10	Не обмежено
Натура, г/л, не менше ніж	750	750	730	710	Не обмежено
Склоподібність, %, не менше ніж	70	60	50	40	Не обмежено
Вологість, %, не більше ніж	14,5	14,05	14,5	14,5	14,5
Зернова домішка, %, не більше ніж	5,0	5,0	8,0	10	15,0
зокрема:					
пророслі зерна	1,0	1,0	3,0	3,0	У межах зернової домішки
Сміттева домішка, %, не більше ніж	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0
зокрема:					
мінеральна домішка	0,3	0,3	0,5	0,5	1,0
зокрема:					
галька, шлак, руда	0,15	0,15	0,2	0,3	У межах мінеральної домішки
зіпсовані зерна	0,2	0,2	0,5	1,0	1,0

зокрема:					
фузаріозні зерна	У межах зіпсованих зерен				
шкідлива домішка	0,2	0,3	0,5	0,5	0,5
зокрема:					
сажка, ріжки (разом)	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1
триходесма сива	Не дозволено				
кукіль	У межах шкідливої домішки				
кожен з видів іншого токсичного насіння	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
Сажкове зерно, %, не більше ніж	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0
Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	14,0	13,0	12,0	11,0	Не обмежено
Число падіння, с, не менше ніж	220	200	150	100	Не обмежено

З метою знаходження умовної середини в межах коливання різних показників якості зерна прийняли так звані «базисні» показники його якості. Вихід готової продукції (в тому числі і муки по сортах) прив'язаний саме до умовного зерна базисних кондицій. Кожному мукомельному заводу установлюють (або приймають) певний вид помелу з базисним виходом готової продукції [61,62,64].

Базисні показники якості зерна пшениці є такими: зольність зерна, очищеного від сміттевої домішки при сортових помелах – 1,85%, при оббивних – 1,97%; вміст сміттевої домішки – 1,0%, в тому числі шкідливої – 0,1%; вміст зернової домішки – 1,0%; натура при сортових помелах пшениці – 775 г/л; загальна скловидність пшениці при сортових помелах – 50% (для м'якої пшениці), 80% (для твердої) [62, 64].

Для забезпечення виходу стандартної готової продукції, яка має показники якості відповідно з діючим стандартом (ДСТУ 46.004-99), існують обмежувальні кондиції зерна, при невідповідності котрих неможливо приймати зерно на переробку або направляти в розмельне відділення. Так, зерно, що направляється з елеватора (складів) у зерночисне відділення млина, повинно відповідати наступним нормам якості:

а) вологість зерна при багатосортних помелах пшениці чи жита з виробництвом муки вищого сорту і муки сіяної – до 13%; при інших видах помелів – до 14 %, а при оббивних помелах – на рівні, що забезпечує одержання муки стандартної вологості;

б) вміст смітної домішки-не більше 2 % (при наявності обладнання для очищення зерна на елеваторі – не більше 1 %), у тому числі ушкоджених 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 і 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 помельній партії повинні забезпечити виробництво муки, що відповідає нормам за цими показниками[62, 64].

Вихідні партії зерна пшениці, що надходять на борошномельні підприємства для переробки в борошно, мають різні технологічні і біохімічні властивості в зв'язку з сортовими особливостями, ґрунтово-кліматичними і агрономічними умовами його вирощування. Індивідуальна переробка кожної вихідної партії зерна викликає певні ускладнення із за необхідності переналагоджування технологічного процесу на переробку кожної партії, що порушить стабільність технологічного процесу і негативно вплине на якість борошна. Крім цього, необхідно врахувати, що не із кожної партії зерна можна виробити борошно стандартної якості. В зв'язку з цим, для забезпечення стабільності технологічного процесу і підвищення якості борошна на кожному борошномельному заводі необхідно формувати помельні партії зерна, які складаються з декількох вихідних партій (компонентів суміші). [62,64,65].

Об'єм помельної партії складають не менше, ніж на 10...15 діб безперервної роботи заводу. По закінченню переробки цієї партії складають нову помельну партію, виходячи з наявності на підприємстві зерна фактичної якості. Але при

формуванні будь-яких помельних партій необхідно забезпечити високу якість борошна, яке б відповідало вимогам стандарту [62,64,65,66].

Розрахунок помельної партії проводять за різними методами, але найбільш широке поширення на практиці одержав метод зворотних пропорцій, розроблений А.Є. Айзиковичем і Б.Н. Хорцевим, відповідно до якого кількість кожного компонента в суміші вибирають обернено пропорційно різниці між значеннями даного показника кожного компонента і заданим його значенням для помельної партії [67].

Складаємо методом зворотних пропорцій помельну партію зерна масою 610 т з вмістом клейковини 55 % із трьох компонентів: вміст клейковини в першому компоненті – 68 %, у другому – 49 %, у третьому – 30 %.

Таблиця 5.3 – Розрахунок помельної партії за вмістом клейковини з трьох компонентів

Елементи розрахунку	Компоненти суміші			Помельна партія
	перший	другий	третій	
Скловидність, %	68	49	30	55
Відхилення за скловидністю від заданої помельної партії при змішуванні компонентів:				
першого і другого	13	6	–	
першого і третього	13	–	25	
Кількість частин кожного компонента в суміші:				
першого і другого	6	13	–	
першого і третього	25	–	13	
Сумарна кількість частин у суміші кожного компонента	6+25=31	13	13	57
Процентний вміст компонентів помельної партії	$\frac{31 \cdot 100}{57} = 54,4\%$	$\frac{13 \cdot 100}{57} = 22,8\%$	$\frac{13 \cdot 100}{57} = 22,8\%$	100 %

Маса кожного компонента в тонах на складі:

$$m_1 = \frac{610 \cdot 54,4}{100} = 331,8m, \quad m_2 = \frac{610 \cdot 22,8}{100} = 139,1m,$$

$$m_3 = \frac{610 \cdot 22,8}{100} = 139,1m.$$

Перевірка: $\frac{331,8 \cdot 68 + 139,1 \cdot 49 + 139,1 \cdot 30}{610} = \frac{33551,3}{610} = 55\%.$

5.2 Обґрунтування схеми технологічного процесу

В зерновій масі пшениці і жита, що надходить на мукомельні заводи, окрім основної культури, завжди знаходиться деяка кількість різноманітних домішок. Це насіння дикорослих сміттєвих рослин (вівсюг, кукіль, дика редька, гірчак, в'язіль, повійка і ін.); насіння інших зернових і бобових культур (овес, ячмінь, кукурудза, горох і ін.); пошкоджені зернівки основної культури (щупле, недорозвинуте, пошкоджене сушінням, пошкоджене самозігріванням, мікроорганізмами, шкідниками хлібних запасів і ін.); органічні домішки (колоски, солома, полова і ін.); мінеральні домішки (дрібні камінці, пісок, руда, грудочки землі і ін.); металеві і інші домішки. Усі домішки, що знаходяться в зерновій масі, підрозділяють на сміттєві і зернові. До сміттєвої домішки відносять: насіння усіх сміттєвих рослин, мінеральні домішки, органічні домішки, значно зіпсовані зернівки основної культури, металеві домішки і ін. Окремо виділяють і відносять до сміттєвої домішки вадливу домішку, яка негативно впливає на здоров'я людини. Це насіння гірчака, в'язелю та зернівки основної культури, пошкоджені головне, ріжкою, фузаріозом. До зернової домішки відносять: зернівки інших зернових культур, пошкоджені зернівки основної культури, якщо залишилось менше її половини, щуплі, недорозвинуті зерна, пророслі і інші зернівки[68,69,72].

Зерно пшениці і жита містить на своїй поверхні значну кількість мікроорганізмів і пилу мінерального і органічного походження. Особливо забруднена і засіяна борозенка зерна. Якщо поверхню зернівок не очищати, го пил і мікроорганізми попадуть у борошно і значно погіршать її якість. При очищенні поверхні зерна вилучають також чубок з кожної зернівки і частково

зародок, де накопичується значна кількість пилу і мікроорганізмів. Окрім цього, зародок підлягає відокремленню у зв'язку з високим вмістом жирів, які при попаданні в борошно, викликають йогозгіркання із-за інтенсивного окислення жирів в процесі зберігання муки. При очищенні поверхні зерна через прикладання до неї значних механічних зусиль неминуче відділення деякої частини оболонок і особливо тих, які мають дефекти через пошкодження при збиранні зерна, транспортуванні і очищенні від домішок. В мукомельному виробництві очистку поверхні зерна здійснюють двома методами: сухим і вологим. Сухий метод засновано на використанні машин ударно-стираючої дії (оббивальні, щіткові, луцильні машини, ентолейтори), а вологий - на використанні мийних машин і машин вологого луцення [68,69].

Суша очистка поверхні зерна в мукомельному виробництві проводиться на оббивальних машинах типу РЗ-БГО, РЗ-БМО, щіткових машинах А1-БШМ-12, луцильних машинах АІ-ЗШН-З і ентолейторах типу РЗ-БЕЗ. Ці машини при очищенні поверхні зерна використовують деформації удару і стирання одночасно, в результаті чого висипається пил із борозенки, відділяється пил, що тримався на поверхні зернівки, відділяються волоски чубка, а також частково зародок і оболонки. Технологічна ефективність сухого методу очистки поверхні зерна залежить від технологічних властивостей зерна, кінематичних і геометричних параметрів робочих органів машин, їх навантаження і аспірації [68,69,70].

Технологічні процеси очистки і підготовки зерна до помелу призначені для забезпечення ефективної обробки зернової маси з метою вилучення з неї сторонніх домішок, поліпшення технологічних властивостей і підвищення стабільності показників якості зерна. Очистка і підготовка зерна до помелу включає: формування помельних партій зерна, що складаються з кількох вихідних партій різної якості, очистку зернової маси від сторонніх домішок і очистку поверхні зерна, воднотеплову обробку для поліпшення його технологічних властивостей, контроль побічних продуктів і відходів з метою вилучення з них основного зерна[68,69,70].

Виходячи із даних вимог 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 очистки і підготовки. Для ефективної очистки і підготовки зерна необхідно також підібрати обладнання, потужність якого повинна на 10...20% перевищувати потужність розмельного відділення, а також передбачити створення запасів неочищеного зерна безпосередньо в зерноочисному відділенні, щоб забезпечили стабільну роботу мукомельного заводу. При високій вологості зерна його необхідно підсушити до рекомендованих норм вологості без погіршення технологічних властивостей. Необхідні технологічні операції очистки і підготовки зерна до помелу і послідовність їх застосування обумовлені вимогами до очистки зерна від домішок для даного помелу, а також оптимізацією технологічних властивостей зерна. Кожна технологічна операція виконується на певному технологічному обладнанні [62,68,69,70]. Основні технологічні операції підготовки зерна до сортового помелу наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 - Технологічні операції очистки і підготовки зерна пшениці до сортового помелу

Очистка поверхні зерна сухим способом	
Технологічні операції	Обладнання і пристрої
Приймання зерна із зернохранилища	Бункери для неочищеного зерна
Формування потоків зерна	Дозатори і конвеєри-змішувачі
Виділення металоманітної домішки	Магнітні сепаратори
Підігрівання охолодженого зерна	Підігрівник зерна
Зважування зерна	Автоматичні ваги
Первинне сепарування зерна	Сито-повітряний сепаратор
Виділення мінеральної домішки	Каменевідбірна машина
Виділення довгих і дрібних домішок	Концентратор
Первинна очистка поверхні зерна	Оббивна машина
Виділення легких домішок	Повітряний сепаратор
Виділення коротких домішок	Трієр-кукілевідбірник

Воднотеплова обробка зерна: Холодне кондиціонування Первинна ВТО	Апарат інтенсивного зволоження; бункери для відволоження зерна
Формування помельної партії зерна	Дозатори і конвеєри-змішувачі
Вторинна ВТО	Зволожуючий апарат і бункери для відволоження зерна
Виділенняметаломагнітноїдомішки	Магнітні сепаратори
Вторинна очисткаповерхні зерна	Оббивна машина,щіткова машина
Виділенняметаломагнітноїдомішки	Магнітні сепаратори
Стерилізація зерна	Ентолейтор
Виділення легкихдомішок	Повітряний сепаратор
Вторинне сепаруваннязерна	Сито-повітряний сепаратор
Зволоження поверхнізерна і короткочасне відволоження	Зволожуючий апарат і бункер для відволоження
Зважування зерна	Автоматичні ваги

При багатосортних помелах зерна пшениці в залежності від продуктивності заводу рекомендується роздільне очищення і підготовка до помелу зерна різної скловидності[62,64] Схему зерноочисного відділення наведено в графічній частині 1.

На заводах середньої потужності (200...300 т/доб) застосовують паралельну підготовку високоскловидного і низькоскловидного зерна. Помельну партію складають після відволоження зерна. На заводах потужністю більше 400 т/доб передбачають секції, потужність кожної 200...300 т/доб. У кожній секції підготовку високоскловидного і низькоскловидного зерна до основного етапу відволоження здійснюють двома паралельними потоками, а після відволоження формують помельну партію і подальше очищення зерна здійснюють одним потоком [62,64,65,66].

Для пшениці високої скловидності і низької вихідної вологості при холодному кондиціюванні після бункерів для відволоження потрібно установлювати дозатори. Доцільно застосовувати в схемі потокове відволоження (відволоження безупинним способом) зерна, що забезпечує краще

використання наявної ємкості, а також підвищує рівномірність відволоження підготовленого зерна[64].

У розмельному відділенні мукомельного заводу здійснюється переробка підготовленого зерна в муку. Побудова технологічної схеми проводилась відповідно до вимог Правил. Технологічний процес у розмельному відділенні зображено у вигляді технологічної схеми, в якій умовними елементами в певній послідовності і взаємозв'язку наведені технологічні операції (графічна частина 2). Напрямок руху продуктів показано стрілкою з найменуванням тієї системи, на яку транспортується продукт [70].

При проектуванні технологічної схеми розмельного відділення вибір необхідних технологічних етапів, кількості систем, напрямів продуктів проводився стосовно до конкретної культури, виду помелу, якості вихідного зерна (скловидності)[66].

Помел являє собою сукупність взаємопов'язаних в певній послідовності технологічних процесів і операцій переробки зерна в муку заданого виходу. Кожний помел характеризується певною структурою (побудовою), а також включає характеристику і режим систем, що складають даний помел[66,71].

Прості помели використовують метод простого здрібнювання, при якому всі анатомічні частини зернівки здрібнюються рівномірно з максимальним виходом муки. Складні помели використовують метод вибіркового здрібнювання, при якому на перших етапах здрібнюють «зернові продукти з метою вилучення внутрішньої частини зерна - ендосперму, а потім її збагачення і здрібнювання в муку[66,71].

Структура сортових хлібопекарських помелів пшениці з розвинутим збагаченням проміжних продуктів складається із шести етапів: первинне здрібнювання зерна (драний процес), сортування проміжних продуктів, збагачення проміжних продуктів на ситовіальних системах, збагачення проміжних продуктів на шліфувальних системах, тонке здрібнювання проміжних продуктів (розмельний процес), контроль муки. Кожен із вказаних

етапів підрозділяється на два-три підетапи за якістю продуктів, що на них обробляються[66,70,71].

Первинне здрібнювання зерна призначається для вилучення максимально можливої кількості проміжних продуктів у вигляді крупок та дунстів, а також для вимелу оболонкових продуктів від залишків ендосперму і одержання висівок. На першому підетапі, який складається із двох-трьох систем, відбувається процес крупоутворення продуктів першої якості (крупок, дунстів і частково муки), що складаються в основному із часток ендосперму[64,66].

На другому підетапі, що складається із однієї-двох драних систем, відбувається процес крупоутворення аналогічних продуктів другої якості, які вміщують більше оболонкових продуктів ніж продукти першої якості[64,66].

На третьому підетапі завершується вимел оболонкових продуктів від залишків ендосперму і одержують висівки. Сортування проміжних продуктів призначається для розділення продуктів, одержаних на етапі первинного здрібнювання зерна, на однорідні за крупністю і якістю фракції. Цей етап підрозділяється на три підетапи за якістю продуктів, що на них сортуються: першої якості, другої і продуктів вимелу. Розсортовані фракції проміжних продуктів направляють на системи збагачення на ситовійках або шліфувальні системи відповідної якості. Збагачення на шліфувальних системах використовують для відокремлення часток оболонок, що зрослися з ендоспермом, від нього з наступним вилученням їх на ситовійках. Етап підрозділяють на два підетапи: збагачення крупок першої і другої якості. Тонке здрібнювання проміжних продуктів (розмельний процес) призначене для переробки збагачених крупок і дунстів у муку, а також вимелу залишків ендосперму із оболонок до отримання висівок. Етап підрозділяється на три підетапи за якістю зернових продуктів, що переробляються у розмельному процесі. Контроль муки призначається для вилучення із потоків муки крупніших за частки муки продуктів, які випадково попали у муку при порушенні технологічного процесу і особливо при пориві мучних сит у розсійниках систем[64,66].

Контроль муки проводять окремо по кожному сорту. Важливою особливістю направлення проміжних і сходових продуктів з кожного етапу на наступні є додержання принципу якості, тобто одержані на крупоутворюючих системах першої якості проміжні продукти надходять на наступні етапи тільки першої якості. Невикористані на системах першої якості продукти передаються на системи другої якості у вигляді сходових продуктів [64,66].

У кваліфікаційній роботі спроектовано технологічну схему сортового помелу на борошномельному заводі «Куліндорівський КХП» оснащеного комплектним устаткуванням. Технологічний процес побудований на одній самостійній секції, продуктивністю 305 т/добу (графічна частина 2).

Схема даного заводу включає:

- чотири драні системи (I-IV др.с.), з яких III і IV драні системи діляться на крупну і дрібну;
- чотири сортувальних систем (DIV1-DIV4);
- три вимельні системи (Br1-Br3);
- сім ситовіальних систем (P1-P7);
- три шліфувальні системи (Siz1- Siz3);
- десять розмелювальних систем (C1-C10).

I, II, III драні системи – системи крупоутворення першої якості. На драних системах, що оброблюють до 81% проміжних продуктів першої якості, які направляють для подальшої обробки на наступні етапи технологічного процесу.

Крупну та середню крупки вилучають із розсійників перших трьох драних систем і направляють для збагачення на відповідні ситовійки, а дрібну крупку, дунст та муку після кожної системи направляють разом на відповідні сортувальні системи для розділення на фракції. На IV драній системі, яка обробляє продукти другої якості, одержують борошно, дрібну крупку і дунст, які направляють до сортувальної системи № 4 для розділення на фракції. Верхні сходові продукти з цих систем направляються на вимельні машини с подальшим сортуванням на DIV3 та DIV4.

На ситовійках Р2 та Р4 відбувається відбір манної крупи на ситовійки А1-БСО які збагачують середню крупку з I та II драних систем, при цьому контроль манної крупи не передбачається. Крупна крупка с I та II др.с направляється на збагачення до ситовійок Р1 та Р3. Середня крупка з III др.с збагачується в Р5.

Після збагачення в ситовійках на деякій частині крупок зберігаються залишки оболонок. Такі крупки необхідно обробити на вальцьових верстатах і після повторного збагачення в ситовійках виділити вільні від оболонок крупки для наступного здрібнювання в муку. Цей процес називається шліфуванням. В технологічній схемі розмельного відділення передбачено три шліфувальні машини до яких надходять продукти збагачення з ситовійок.

Усі проміжні продукти, отримані в драному процесі і збагачені в ситовійках і шліфувальних системах, піддаються тонкому здрібнюванню в муку на розмельних системах. Для одержання муки високої якості й ефективного вимелу кінцевих продуктів помелу розмельний процес будується на 10 розмельних системах.

Обробка кінцевих продуктів драного і розмельного процесів полягає у вилученні залишків ендосперму з оболонкових частинок. Оболонки вимелюються на вальцьових верстатах у сполученні з вимельними машинами (А1-БВГ), що сприяє більшому вилученню муки на вимельних системах, зниженню витрат енергії, поліпшенню якості муки й одержанню крупніших висівок з високою зольністю.

Підбір і розстановку сит на етапах технології проводили залежно від гранулометричного складу продуктів, які направляються на сортування та від прийнятої схеми просіювання. Верхні сходові продукти з трьох шліфувальних систем надходять до четвертої розмельної системи. Сходи з нижніх сит Siz1 та Siz2 направляються на наступну шліфувальну систему, а з Siz3 на третю розмельну систему.

Потоки борошна, що надходять з окремих систем, формують у сорти заданого виходу і якості. При цьому на системах другої якості й особливо

вимелу сита згущають, щоб у борошно 1-го сорту не потрапили здрібнені оболонкові продукти.

Сформовані потоки муки по сортах направляють на контрольні розсійники для видалення з муки випадкових крупніших частинок. У зв'язку з тим, що навантаження на контрольні розсійники вище, ніж на інших системах, сита установлюють в них на 1-2 номери рідше, ніж сита в звичайних розсійниках.

5.3 Розрахунок балансу помелу

Баланс помелу являє собою рівність кількісних або кількісно-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[64].

У кількісному балансі відображають кількість продуктів, що надходять до систем, етапів, загального технологічного процесу і виходять з них. Баланс виражають у відсотках.[64,65].

При проектуванні балансу використовують «Правила...» у яких наведені нормативно-довідкові дані про режими роботи систем мукомельного заводу:

- а) загальне вилучення на драних системах;
- б) часткове вилучення крупок, дунстів і муки на драних системах;
- в) співвідношення продуктів, отриманих на вимельних системах;
- г) режим роботи ситовійок (співвідношення проходів і сходів) стосовно до крупок різного класу крупності;
- д) співвідношення продуктів,отриманих на шліфувальних системах;
- е) вилучення муки на системах у розмельному процесі;
- ж) кількість сходових продуктів із систем контролю муки по сортах[54,56].

Приступаючи до проектування балансу складаємо баланс за системами «контроль муки», що дозволить з урахуванням асортименту і нормативів

визначити навантаження на кожну систему «контроль муки» і установити величину сходу із системи «контроль муки», що надалі дозволить скласти баланс переробки зерна «без заворотів», у технологічній послідовності[64,65,66].

Після складанні балансу на етапі «контроль муки» приступаємо до проектування балансу переробки зерна по всьому процесу, починаючи розписувати I драну, II драну, III драну системи і так далі. Кількість продуктів, які надходять на кожну систему та направляються на інші системи, наводять у відсотках до маси зерна, що надходить на I драну систему. Результати округлюємо до 0,1 % [64,65,66].

Навантаження на I драну систему приймаємо таким, що дорівнює 97,1 %, що відповідає базисній кількості підготовленого в зерноочисному відділенні зерна, яке направляється на помел. При виборі режимів систем і етапів враховуємо скловидність зерна, вид помелу, асортимент і вихід усіх сортів муки, тому що рекомендовані Правилами режими диференційовані з урахуванням зазначених ознак[64,65,66].

Вказані режими систем за виходом круподунстових продуктів і муки є орієнтовними і тому можуть змінюватися, проте сумарне вилучення проміжних продуктів (крупок, дунстів і муки) на крупоутворюючих системах необхідно підтримувати приблизно стабільним для кожної партії пшениці з певною скловидністю. Підсумковий вихід проміжних продуктів з I-III драних систем для низькоскловидного зерна повинен приблизно дорівнювати 78-80 % або трохи (на 2-3 %) бути вищим для високоскловидного зерна[64,65,66].

Визначивши кількість продуктів на системі, розраховуємо її режим роботи і порівнюють його з нормативним.

Баланс ситовіальних, вимельних машин, систем вимелу драного процесу, шліфувальних і розмельних систем розраховуємо, виходячи з того, що навантаження на систему приймають за 100 %, а решту продуктів визначають по відношенню до навантаження на відповідну систему[64,65,66].

В процесі проектування балансу помелу необхідно забезпечити таке навантаження на перші три розмельні системи, щоб отримати сумарний вихід

муки з цих систем в кількості близько 35...40 % від загального виходу муки за технологічним процесом, враховуючи вказані режими подрібнення[64,65,66].

Муку контролюють за потоками. Сходові продукти з контрольних розсійників в кількості не більше 1-3 % від навантаження на контрольні розсійники повертають в розмельний процес[64,65,66].

Складений баланс помелу перевіряють за рівністю сумарного виходу муки, манної крупи і висівок з навантаженням на I драну систему, а також за виходом муки і висівок у драному процесі. Так, при 75-процентному помелі вихід муки в драному процесі повинен складати 20...22 %, а вихід висівок — близько 2/3 від їх загального виходу, тобто близько 14-15 % [64,65,66]. Кількісний баланс помелу наведено в графічній частині 3.

5.4 Розрахунок і підбір обладнання підготовчого відділення

Вихідними даними для розрахунку і підбору технологічного обладнання є виробнича потужність мукомельного заводу, технологічна схема підготовки зерна, марка і продуктивність технологічного обладнання.

Розрахунок і підбір технологічного обладнання виконуємо у послідовності, наведеній графічно у вигляді схеми технологічного процесу (графічна частина 1). Визначаючи місткість і кількість бункерів, для розрахунків використовуємо зазначену в завданні виробничу потужність мукомельного заводу (Q), яка складає 610 т/добу. Підготовка зерна до помелу буде проводитися у двох паралельних потоках продуктивністю 305 т/добу кожна.

При розрахунку і підборі технологічного обладнання підготовчого відділення виробничу потужність підвищуємо на 10...20 % з метою забезпечення стабільності роботи розмельного відділення.

$$Q_{з.оч.} = k \cdot Q, \quad (5.1)$$

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

Q – виробнича потужність мукомельного заводу, т/доб;

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

$$Q_{з.оч.} = 1,1 \cdot 305 = 335,5 \text{ т/доб}$$

Бункери. Місткість бункерів для неочищеного зерна на мукомельних заводах із традиційним обладнанням повинна забезпечити безперервну роботу заводу протягом 24...30 год, а на підприємствах з високопродуктивним обладнанням згідно з типовим проектом – дорівнює $\tau=50$ год.

Розраховуємо місткість бункерів за формулою:

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta}$$
$$n = \frac{305 \cdot 50}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,9} = 941,3 \text{ м}^3$$

Кількість бункерів n визначаємо за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h}, \quad (5.2)$$

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 (0,85...0,95);

a, b – розміри бункера на плані поверху (довжина і ширина, дорівнюють 3x3 м² для неочищеного зерна; 1,5x1,5 м² – при відволоженні; розміри бункера перед I драною системою – (1,0-1,2)x(1,0-1,2) м²;

h – висота бункера, яку приймають у залежності від поверховості підприємства.

При п'ятиповерховому будинку висота бункера звичайно дорівнює двом поверхам – 9,6 м; при шестиповерховому будинку – двом–трьом поверхам – 9,6 м і 14,4 м; при семиповерховому будинку – чотирьом поверхам – 19,2 м.

Кількість бункерів для першого відволоження для високо- і низькоскловидного зерна розрахуємо окремо. При цьому задану виробничу потужність множать на коефіцієнт 0,5 або використовують коефіцієнти, розраховані згідно розрахунку помельної партії (наприклад, для помельної партії

з двох компонентів, які згідно з розрахунком входять до неї в кількості 60 % та 40 %, приймають коефіцієнти 0,6 та 0,4, відповідно).

Кількість бункерів, визначену розрахунковим шляхом, погоджують з компонувальним рішенням підготовчого відділення (ширина підготовчого відділення, кількість рядів бункерів, кількість бункерів у ряді і т.п.).

Кількість бункерів для неочищеного зерна:

$$n = \frac{305 \cdot 50}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 14,4} = 7$$

Кількість бункерів для першого відволоження для високоскловидного зерна:

$$n = \frac{152,5 \cdot 14}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 14,4} = 4,1 \approx 4$$

Кількість бункерів для першого відволоження для низькоскловидного зерна:

$$n = \frac{152,5 \cdot 10}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 14,4} = 2,9 \approx 3$$

Кількість бункерів для другого відволоження зерна:

$$n = \frac{305 \cdot 3}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 14,4} = 2$$

Місткість одного бункера E_6 (т) визначаємо діленням загального запасу в бункерах на їх кількість

$$E_6 = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot n} \quad (5.3)$$

Місткість одного бункера E_6 (т) для неочищеного зерна:

$$E_6 = \frac{305 \cdot 50}{24 \cdot 7} = 91 \text{ т}$$

Місткість одного бункера E_6 (т) для першого відволоження зерна:

$$E_6 = \frac{305 \cdot 14}{24 \cdot 4} = 22 \text{ т}$$

Місткість одного бункера E_6 (т) для другого відволоження зерна:

$$E_6 = \frac{305 \cdot 3}{24 \cdot 2} = 19 \text{ т}$$

Дозуючі машини. Необхідну кількість дозуючих машин УРЗ-2 визначаємо не за їх продуктивністю, а за кількістю бункерів – з розрахунку, що під кожним бункером установлюють один дозатор.

Автоматичні ваги визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot Q_{з.оч.}}{24 \cdot 60 \cdot v \cdot k}, \quad (5.4)$$

де $Q_{з.оч.}$ – продуктивність підготовчого відділення, т/доб;

v – місткість ковша, кг;

k – кількість зважувань за хвилину.

Автоматичні ваги АД-50-3Е мають місткість ковша $v=50$ кг, число зважувань $k=2$.

$$n = \frac{1000 \cdot 335,5}{24 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 2} = 2,3 = 2$$

Кількість машин, передбачених схемою очищення і підготовки зерна, при підготовці зерна одним потоком визначаємо у графічно наведеній послідовності, використовуючи формулу:

$$n = \frac{q_{зоч}}{q_m}, \quad (5.5)$$

де $q_{зоч}$ – продуктивність підготовчого відділення, т/год;

q_m – продуктивність конкретної машини, т/год.

Продуктивність підготовчого відділення $q_{з.оч.}$ за одну годину визначаємо за формулою

$$q_{з.оч.} = \frac{Q_{з.оч.}}{24}, \quad (5.6)$$

де **24** – коефіцієнт перерахунку добової продуктивності у продуктивність за годину. При цілодобовій роботі заводу складає 24 год, в інших випадках – згідно кількості годин роботи заводу за добу.

$$q_{з.оч.} = \frac{335,5}{24} = 14 \text{ т/год}$$

Так як передбачається підготовка 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 розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{0,5 \cdot q_{з.оч.}}{q_m}, \quad (5.7)$$

Ситоповітряний сепаратор БСХ-12:

$$n = \frac{0,5 \cdot 14}{12} = 0,6 = 1$$

КаменевідбірникРЗ-БКТ-100:

$$n = \frac{0,5 \cdot 14}{7} = 1$$

Трієрний блок РЕТКУС ЗА 731:

$$n = \frac{0,5 \cdot 14}{8} = 0,9 = 1$$

Магнітний сепаратор БМПО «OLIS»:

$$n = \frac{0,5 \cdot 14}{7} = 1$$

Оббивальна машина MAO-6«OLIS»:

$$n = \frac{0,5 \cdot 14}{6} = 1,16 = 1$$

Інтенсивний зволожувач зерна MILLERALMIDI 35x300:

$$n = \frac{0,5 \cdot 14}{10} = 0,7 = 1$$

Зволожувач зерна А1-БШУ-1:

$$n = \frac{14}{12} = 1,2 = 1$$

Оббивальна машина РЗ-БГО-8:

$$n = \frac{14}{8} = 1,75 = 2$$

Ентолейтор-стерілізатор MJZH-200:

$$n = \frac{14}{15,8} = 0,9 = 1$$

Повітряний сепаратор ALMA-15:

$$n = \frac{14}{15} = 0,93 = 1$$

Таблиця 5.5 – Кількість технологічного обладнання підготовчого відділення

Найменування технологічного обладнання	Марка технологічного обладнання	Кількість машин
Бункери для неочищеного зерна		7
Випускні воронки	У2-БВВ	7
Регулятор потоку зерна	УРЗ-1	7
Конвеєр гвинтовий	РЗ-БКШ	10
Магнітний сепаратор	БМПО «OLIS»	8
Норії стрічкові	НКЗ-10	6
Ваги автоматичні	АД-50 ЗЕ	2
Ситоповітряний сепаратор	БСХ-12	1
Камневідбірник	РЗ-БКТ-100	1
Трієрний блок	PETKUS ZA 731	1
Оббивальна машина	МАО-6 «OLIS»	1
Інтенсивний зволожувач зерна	MILLERAL MIDI 35x300	1
Бункери первинного відволоження		7
Бункери другоговідволоження		2
Оббивальна машина	РЗ-БГО-8	2
Ентолейтор-стерілізатор	MJZH-200	1
Повітряний сепаратор	ALMA-15	1
Зволожувальна машина	А1-БШУ-1	1
Бункер перед І драною		1

5.7 Охорона праці

Законодавчими актами, що визначають основні положення про охорону праці, є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти. До загальних законів, що визначають основні положення про охорону праці належать: Конституція України [73], Закони України «Про охорону праці» [74], «Основи законодавства України про охорону здоров'я» [75], «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист» [76], «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного

захворювання, які спричинили втрату працездатності» [77], Кодекс законів про працю України (КЗпП) [78]. Спеціальними законодавчими актами в галузі охорони праці є Державні нормативні акти про охорону праці, Державні стандарти Системи стандартів безпеки праці, Будівельні норми та правила, Санітарні норми, Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів та інші нормативні документи [79].

Основним законом, що гарантує право громадян на безпечні та нешкідливі умови праці, є Конституція України, в якому питанням охорони праці присвячені статті 43, 45 та 46[79].

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці[79];
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці[79];
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля[79];
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності[79];
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану[79];
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству[79];

- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці[79];

- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях[79];

- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва[79].

Технологічні процеси зберігання і переробки зерна пов'язані з ризиком отримання травм від затягування працівників в зернову масу чи завалювання зерном, що обрушилося в складі, падіння з висоти або в відкриті люки бункерів чи силосів. Також можливі травми при проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт в зерноскладах. Небезпечна ситуація виникає при обслуговуванні стаціонарного зернотранспортного обладнання. Тому потрібно пам'ятати про забезпечення постійного нагляду за роботою працівників, організувати проведення робіт з зерном з дотриманням карт технологічного процесу[80].

З метою підтримання стану охорони праці на належному рівні та запобігання травмування працюючих, керівникам зернозаготівельних і зернопереробних підприємств необхідно вжити наступних заходів:

-отримати дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки та зареєструвати декларацію відповідності його матеріально — технічної бази;

- затвердити схему переробки та обробки зерна;

- забезпечити встановлення знаків безпеки і захисту здоров'я працівників для позначення небезпечних зон відповідно до вимог Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників[80];

- провести атестацію робочих місць за умовами праці на робочих місцях, де технологічний процес, використовувані обладнання, сировина чи матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть несприятливо впливати на стан здоров'я працюючих[80];

- розробити та впроваджувати на підприємстві ризик-орієнтовний підхід у сфері охорони праці[70];

- розробити плани локалізації і ліквідації аварійних ситуацій та аварій[80];

- розробити графіки прибирання пилу у виробничих приміщеннях[80];

- у процесі роботи, щоквартально проводити відповідні тренувальні навчання з персоналом та відпрацювати можливі дії працівників у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру[80];

- організувати проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці посадовим особам та працівникам, які виконують роботи підвищеної небезпеки[80];

- призначити посадових осіб, які пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці відповідальними за виконання конкретного виду робіт підвищеної небезпеки[80];

- забезпечити працівників необхідними інструкціями з охорони праці[80];

- організувати проведення попередніх (під час прийняття на роботу) та періодичних медичних оглядів працівників[80];

- забезпечити працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до галузевих норм[80];

- провести чергові профілактичні вимірювання опору заземлюючих пристроїв, ізоляції електромереж; облаштувати зерносклади блискавкозахистом; провести опосвідчення стану безпеки електроустановок[80];

- перевірити наявність на рухомих частинах виробничого обладнання, устаткування, натяжних пристроях конвеєрів – захисних огорожень[80];

- перевірити наявність та справність на зернових складах засобів аварійної зупинки транспортерів нижніх і верхніх галерей[80];

- забезпечити виконання робіт в силосах, бункерах та інших закритих ємностях тільки за умови оформленого наряд-допуску [80];
- роботи починати тільки після провітрювання і перевірки стану загазованості приміщень[80];
- забезпечити працівників в необхідній кількості перевіреними засобами захисту і пристосуваннями для безпечного проведення робіт[80];
- перевірити справність і ефективність роботи аспіраційних систем; провести випробування аспіраційних систем та оформити на них паспорти[80];
- перевірити на зернозаготівельних та зернопереробних пунктах наявність та справність засобів дистанційного контролю температури зерна в силосах та бункерах[80];
- перевірити наявність на норіях вибухорозрядників та їх справність;
- перевірити наявність та справність на стаціонарних стрічкових конвеєрах реле контролю швидкості[80];
- перевірити наявність та справність на ланцюгових конвеєрах датчиків підпору, які мають відключати конвеєр при переповненні короба зерном[80];
- всі завальні ями для зерна на токових господарствах закрити решітками;
- перевірити наявність та справність на конвеєрах в головній та хвостовій частинах, аварійних кнопок для зупинки[80];
- конвеєри довжиною понад 10 м обладнати тросовим захистом для зупинки в аварійній ситуації у будь-якому місці з боку проходу для обслуговування[80];
- проходи біля башмака обов'язкові з трьох сторін, ширина не менше 0,7 м.; сходи мають бути надійними, а прямки –обладнаними поручневим огороженням висотою не менше 1 м[80];
- у місцях машин та механізмів, де не виключений ризик падіння з висоти, більшої ніж 500 мм, установлюють перила або інші рівноцінні засоби, спроможні захистити людину від падіння з висоти[80];
- проходи над конвеєрами мають бути обладнані перилами та бортиками;
- у робочій зоні в місцях, де відстань між рухомими та нерухомими частинами обладнання менша ніж 0,5 м, безпеку персоналу гарантують за

допомогою нерухомої огорожі або захисних пристроїв, що запобігають небезпечному переміщенню[80];

- у разі завантаження складів зерном насипом відстань від верху насипу до горючих конструкцій покриття, а також світильників та електропроводів має бути не менше 0,5 м[80];

- сушильні агрегати, які працюють на рідкому паливі, повинні бути обладнані приладами контролю теплоносія та автоматики безпеки, що забезпечують відключення подавання палива в разі згасання факела в топці, підвищення температури та падіння тиску повітря перед форсункою[70];

- під час роботи сушарки слід здійснювати контроль за температурою зерна шляхом відбирання проб що дві години[80];

- дерев'яні конструкції (опори, галереї) всередині зерноскладів, очисних та робочих башт повинні бути оброблені вогнезахисною речовиною[80].

Роботодавцям та посадовим особам хлібоприймальних підприємств (елеватори, сільськогосподарські підприємства) необхідно вживати заходів щодо приведення робочих місць, обладнання, машин і механізмів відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці та рекомендацій Держпраці щодо організації виконання робіт підвищеної небезпеки під час воєнних (бойових) дій[80].

Розділ 6 Техніко-економічні показники

6.1 Визначення інноваційного бюджету і інвестицій у виробництво

Розмір інвестицій розраховується по формулі:

$$I = I_{ін} + I_{пр} \quad (6.1)$$

де: $I_{ін}$ - інноваційний бюджет;

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

Визначаємо затрати інноваційного бюджету – $I_{ін}$

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

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

$C_{ндр}$ - ціна НДР;

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

$V_{серт}$ - затрати на сертифікацію продукції (20% $C_{ндр}$);

$V_{пат}$ - затрати на патентування (10% от $C_{ндр}$).

Основою інноваційного бюджету являється $C_{ндр}$.

Ціну НДР визначаємо по формулі:

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

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

П - прибуток від НДР;

ПДВ – податок на додану вартість.

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

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.ІІ.2.2</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ємельянова О.В.			Розділ 6 Техніко-економічні показники	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					74	91
Консульт.		Басюркіна Н.Й.						
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						
						ОНТУ, ЗТЗ 71-а		

6.2 Визначення витрат на матеріали

Для виконання науково-дослідної роботи було використано матеріали, витрати на які наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Витрати на матеріали

Сировина	Масасировини, кг	Ціна за 1 кг, грн	Загальна ціна, грн
Борошно «Аміна»	2	25,5	51
Борошно «Богуміла»	2	22,5	45
Борошно «Хуторок»	2	20,5	41
Борошно «Київмлин»	1.8	20,5	37
Борошно «Благомлин»	2	19	38
Хім. реактив CaCl ₂	1	35	35
Іонообмінна смола	0,5	190	95
Трилон Б	0,5	300	150
Індикатор Еріохромчорний	0,01	3200	32
Амонійхлористий	0,1	690	69
Аміак	1	116	116
Всього	12,91	-	709

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

- рушники – 2 шт. – 16 грн.;
- білий халат – 1 шт. – 250 грн.;
- ручки – 3 шт. – 15 грн.;
- олівець – 1 шт. – 4 грн.;
- файли – 100 шт. – 25 грн.;
- витрати на ксерокс – 100 грн.;
- папір – 1 уп. – 180 грн.;
- папки – 3 шт. – 15 грн.

Загальні витрати на матеріали складають $709 + 605 = 1314$ грн.

-Визначення витрат на електроенергію

Витрати на електроенергію розраховуємо за формулою:

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

де t_i – 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
СЭШ – ЗМУ	1	8	3,96	31,68
ТЛ-2	1	4		15,84
ІДК	0,02	20		1,6
Ваги	1	2		7,92
Аналітичні ваги	0,01	10		0,4
Муфельна піч	0,5	10		19,8
Прилад ПЧП-7	1,7	1		6,73
Білизномір	0,01	1		0,04
Розсів	0,015	1		0,06
Всього	84,07			

- 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	12000	2,5	46	13500
Керівник з курсової роботи	12000	2,5	35	10500
Лаборант	8000	2,5	10	2000
Студент-дослідник	8000	2,5	10	2000
Всього:				28000
Відрахування на соціальні потреби	28000*0,22=6160			

Відрахування на соціальні заходи – 22% від величини заробітної плати.

- Амортизаційні відрахування:

Амортизаційні відрахування беремо від вартості основних виробничих фондів. Обладнанням користуються в лабораторії академії протягом 2,5 місяців. Норма амортизації складає 20 % від балансової вартості працюючих, 60 % від балансової вартості комп'ютера. Комп'ютер і електронні ваги 12,5%(60/12*2,5), інше обладнання 4 % (20/12*2,5).

Розрахунок амортизації обладнання наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Вартість обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Аобл, %	Ваморт., грн
СЭШ – ЗМУ	11 000	4	440
ТЛ-2	5 200	4	208
ІДК	8 000	4	320
Ваги	6 000	4	240
Аналітичні ваги	15 000	12,5	1875
Муфельна піч	21 000	4	840
Прилад ПЧП- 7	18 000	4	720
Білизномір	17 800	4	712
Розсів	23 500	4	940
Всього			6 295

Загальна площа лабораторії, що використовується складає 35 м².

Ціна 1м² площі приміщення складає 9600 грн, тому загальна вартість лабораторії: 336000 грн (35·9600 = 336000)

Норма амортизації приміщення - 5%.

Амортизаційні відрахування за 2,5 місяці

$$V_{\text{ам.пр.}} = 336000 \cdot (2/12) \cdot 0,05 = 3500 \text{ грн}$$

Загальні амортизаційні відрахування обладнання і приміщення:

$$V_{\text{ам}} = 6\,295 + 3500 = 9\,795 \text{ грн}$$

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

$$V_{\text{ін}} = (V_{\text{мат}} + V_{\text{ел.ен}} + V_{\text{з/п}} + V_{\text{соц}} + V_{\text{аморт}}) \cdot 0,1 \quad (6.5)$$

$$V_{\text{ін}} = (709 + 84,07 + 28\,000 + 6160 + 9\,795) \cdot 0,1 = 4\,474,8 \text{ грн.}$$

- Накладні витрати:

Накладні витрати складають 30% від усіх витрат, і розраховуються за формулою:

$$V_{\text{накл}} = (V_{\text{мат}} + V_{\text{ел.ен}} + V_{\text{з/п}} + V_{\text{соц}} + V_{\text{аморт}} + V_{\text{ін}}) \cdot 0,3 \quad (6.6)$$

$$V_{\text{накл}} = (709 + 84,07 + 28\,000 + 6\,160 + 9\,795 + 4\,474,8) \cdot 0,3 = 14\,766,9 \text{ грн.}$$

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	709
2. Електроенергія	84,07
3. Заробітна плата (основна і додаткова)	21 840
4. Відрахування на соціальні заходи	6160
5. Амортизаційні відрахування	9 795
6. Інші витрати	4 474,8
7. Накладні витрати	14 766,9
ВСЬОГО	57 830

Витрати на проведення НДР – 62,953 тис. грн.

Ціна НДР складає:

$$C_{\text{ндр}} = V_{\text{ндр}} + \Pi + \text{ПДВ} \quad (6.7)$$

$$\Pi = V_{\text{ндр}} * 0,2 = 57\,830 * 0,2 = 11\,566 \text{ грн}$$

$$\text{НДС} = (V_{\text{ндр}} + \Pi) * 0,2 = (57\,830 + 11\,566) * 0,2 = 13\,879,2 \text{ грн}$$

$$C_{\text{ндр}} = 57\,830 + 11\,566 + 13\,879,2 = 83\,275,2 \text{ грн} = 83 \text{ тис.грн}$$

Інноваційний бюджет:

$$I_{\text{ін}} = V_{\text{кон}} + C_{\text{ндр}} + V_{\text{екс}} + V_{\text{сер}} + V_{\text{пат}}, \quad (6.8)$$

де $V_{\text{кон}}$ – витрати на розробку концепції (30% від $C_{\text{ндр}}$);

$C_{\text{ндр}}$ - ціна НДР;

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

$V_{\text{сер}}$ – затрати на сертифікацію продукції (20% $C_{\text{ндр}}$);

$V_{\text{пат}}$ – затрати на патентування (10% от $C_{\text{ндр}}$).

$$I_{\text{ін}} = 83 * (0,3 + 1 + 0,5 + 0,2 + 0,1) = 174,3 \text{ тис.грн.}$$

6.3 Визначення інвестицій для впровадження у виробництво

Інвестиції для впровадження в виробництво результатів НДР:

$$I_{\text{пр}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} + I_{\text{рек}} \quad (6.9)$$

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.

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{стр}} + I_{\text{об}}, \quad (6.10)$$

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:

$$I_{\text{об}} = V_{\text{п. об}} \quad (6.11)$$

Витрати на купівлю обладнання не потребуються.

$I_{ок}$ – інвестиції в оборотні кошти, 5% от ΔRP :

$$I_{ок} = 0,05 * \Delta RP = 0,05 * 264,9 = 13,245 \text{ тис. грн}$$

$I_{рек}$ – витрати на рекламу, 5% от ΔRP :

$$I_{рек} = 0,05 * \Delta RP = 0,05 * 264,9 = 13,25 \text{ тис. грн}$$

Інвестиції у виробництво:

$$I_{пр} = I_{овф} + I_{ок} + I_{рек} = 13,245 + 13,25 = 26,50 \text{ тис. грн}$$

Інноваційний бюджет:

$$I = I_{ін} + I_{пр} = 174,3 + 26,50 = 200,8 \text{ тис. грн}$$

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

$$T_{ок} = I / \Delta П = 200,8 / 217,4 = 0,92$$

Виходячи з отриманих даних, можемо зробити висновок, що термін окупності 1 рік. НДР є вигідним проектом.

Висновки та рекомендації

1. Пшениця – це один з перших злаків, який до цього часу залишається основним продуктом харчування у більшості країн світу для великої кількості населення. Головним показником, який характеризує якість зерна пшениці та продуктів його переробки є показник кількості та якості клейковини. Параметри клейковини в оцінці якості зерна пшениці з метою її класифікації та використання в хлібопекарському виробництві займають важливе місце. Великий вміст клейковини в зерні характеризує хлібопекарську якість. Клейковина покращує споживчу цінність хліба, крім цього є основним чинником технологічних властивостей борошна. Але існує багато факторів, які впливають та змінюють її якісно – кількісні характеристики, від сорту та умов пророщування пшениці до складу та температури рідини, що використовується для визначення.

2. Сьогодні підприємства, які займаються експортом та переробленням зернових знаходяться в складних економічних умовах. Проблемними питаннями є підвищення вартості сировини, зниження обсягів реалізації зернових культур на переробні підприємства та світові ринки, нестабільність або й зниження попиту на готову продукцію. При визначенні клейковини за умов нормування жорсткості води, при середній жорсткості 3-4 ммоль/дм³, дасть можливість уникнути спірних питань при виготовленні і продажі борошна за рахунок визначення клейковини в одних умовах, при одній і тій же температурі та жорсткості води. При продажі зерна на експорт прибуток буде отримано за рахунок віднесення зерна пшениці до вищого класу з вищою закупівельною ціною.

3. ДП «Куліндорівський КХП» є одним з найбільших підприємств борошномельної галузі і своєю високоякісною продукцією забезпечує південь України. Дослідження впливу показника жорсткості води та її температури проводились з можливістю впровадження на підприємстві. В ході проведення досліджень вивчили та узагальнили показник жорсткості водопровідної води по

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.2.02</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ємельянова О.В.			Висновки та рекомендації	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Жигунов Д.О.					81	91
Консульт.						ОНТУ, ЗТЗ 71-а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

областям України. В Одеській області жорсткість водопровідної води становить 2,2 ммоль/дм³. Вода за класифікацією відноситься до м'якої води. В інших регіонах України, вода відноситься до помірно жорсткої та жорсткої і необхідно проводити процедури з її пом'якшення одним з рекомендованих методів: кип'ятіння впродовж щонайменше 10 хв, реагентним методом – додавання гідрокарбонату кальцію, або ж шляхом фільтрування води через іонообмінні фільтри, що дають найкращий результат з пом'якшення води. Для водопровідної води м. Одеси та регіонів з дуже м'якою водою (Полтавська область) підвищити жорсткість води можливо шляхом додавання розчину хлориду кальцію або хлориду магнію (додавання 1 мл 10 % розчину CaCl₂ до 100 мл води підвищує її жорсткість води на 8,5 ммоль/дм³).

На основі отриманих результатів дослідження можна зробити висновок, що показник якості та кількості клейковини у п'яти зразках борошна з різних регіонів України збільшувався зі збільшенням жорсткості води. Що ж до впливу температури води, то вихід клейковини та її якісні характеристики зменшувалися з зростанням температури води. Рекомендовано проводити відмивання клейковини у воді з жорсткістю 3,5±0,5 ммоль/дм³ та температурою 18±0,5°C.

Для впровадження наукового дослідження на ДП «Куліндорівський КХП» необхідно розробити процедури щодо підвищення жорсткості водопровідної води м. Одеса, а саме підвищенню до рекомендованого значення 3,5-4,0 ммоль/дм³. Щоб підвищити жорсткість 1л води з показником жорсткості 2,2 ммоль/дм³ до показника 3,5 ммоль/дм³реагентним методом (додавання хлориду кальцію) необхідно додати 1,5 мл 10 % розчину хлориду кальцію. Контроль жорсткості проводити відповідно до діючої методики.

Але регулюванню підлягає не тільки показник жорсткості води, контролювати необхідно і температуру води, що використовується для відмивання клейковини. Результати дослідження показали, що з підвищенням температури води кількість клейковини та її якість зменшуються. Тому оптимальна температура для відмивання клейковини є 18±0,5 °C. Регулювання та підтримання заданих параметрів жорсткості і температури води при визначенні

клейковини дозволить максимально правильно визначити цей показник в різних регіонах країни та уникнути непорозумінь при розбіжності результатів визначення між лабораторіями. Розраховали ефективність впровадження наукового дослідження на прикладі ДП «Куліндорівський КХП». Порівнюючи суму інвестицій на проведення НДР і впровадження результатів у підприємстві з прибутком визначили, що термін окупності НДР становитиме 1 рік, що свідчить про доцільність проведення НДР та ефективність впровадження її результатів у виробництві

Таким чином, слід відзначити високу ефективність проекту і доцільність його практичної реалізації на підприємстві.

Список літератури

1. Мельник Л. В., Кравчук О.О., Мельник Т. В. Суспільно - географічні особливості розвитку зернопромислового комплексу подільського суспільно - географічного району// Економічна та соціальна географія. – 2014. – вип. 2
2. Юрченко А.Ю. Особливості функціонування та інноваційного розвитку борошномельних підприємств на продовольчому ринку України//Економіка і суспільство Випуск 11 / 2017 С. 344-348
3. Ю. О. Лещенко Український ринок борошна – що відбувається сьогодні? стан та тенденції розвитку борошномельної галузі//Ефективна економіка № 11, 2013
4. Єремєєва О. А., Харченко Є. І., Любич В. В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: моногр. / Київ, 2021. 160 с.
5. Якість українського зерна, 2019 [Електронний ресурс]. <https://ambarexport.ua/blog/quality-of-ukrainian-grain> (дата звернення 13.01.2023 р.)
6. Хмельницький К.В. Шкідник клоп-черепашка [Електронний ресурс]: http://www.nibulon.com/r/files/1082;1083;1086;1087;_1095;1077;1088;1077;1087;1072;1096;1082;1072;.pdf. (дата звернення 13.01.2023 р.)
7. Станкевич Г.М., Борта А.В., Пенаки А.А. Порівняльні характеристики різних способів відмивання клейковини //Наукові праці, Том 82, Випуск 2
8. Важова В.О. Про якість клейковини зерна пшениці Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (repo.btu.kharkov.ua)
9. Wieser, H. Comparative investigations of gluten proteins from different wheat species. I. Qualitative and quantitative composition of gluten protein types // European Food Research and Technology. 2000. № 211. P. 262-268.
10. Anderssen R., Bekes F., Gras P. Wood. Wheat flour dough extensibility as a discriminator for wheat varieties // Journal of Cereal Science. 2004. № 39. P. 195-203
11. Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко Біохімія зерна і хлібопродуктів. К. 2005. — 512 с.

12. А. Б. Вакар. Клейковина пшениці [Текст] / А.Б. Вакар., 1961. – 252 с.
13. Показники якості зерна пшениці фактори, що впливають на них [Електронний ресурс]: <https://www.syngenta.ru/crops/cereals/20100728-wheat-grain-quality> (дата звернення 15.01.2023 р)
14. Хмельницький К.В. Шкідник клоп-черепашка [Електронний ресурс]: http://www.nibulon.com/r/files/1082;1083;1086;1087;_1095;1077;1088;1077;1087;1072;1096;1082;1072;.pdf. (дата звернення 13.01.2023 р.)
15. Д.О. Жигунов, М.О. Ковальов, В.П. Ковальова Дослідження переваг і недоліків при визначенні клейковини автоматизованим і ручним способом. *Зернові продукти і комбікорми* Vol.17, I. 3 / 2017.С. 21-26
16. Україна 2022. Як не втратити свій шанс стати сильною державою. URL: <https://uifuture.org/publications/ukrayina-2022-yak-ne-vtratyty-svij-shans-staty-sylnoyu-derzhavoyu/>(дата звернення 13.05. 2023)
17. Світ перебуває на початку продовольчої кризи, або який врожай вангує NASA Harvest Україні. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1338-svit-perebuyaye-na-pochatkoviy-stadiyi-prodovolchoyi-krizi-yakiy-vrojayvanguyue-nasa-harvest-ukrayini> (дата звернення 11.05.2023)
18. Полонська О.М., Солошонок А.Л., Некова Г.П. Аналіз обігу зернових та виробництва борошномельно-круп'яної продукції в Україні *ЕКОНОМІКА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ* Том 13, Випуск 3/2021
19. Hipzmag.com: [научно-практический портал «Хранение и переработка зерна»]. Київ, 2021. URL: <https://hipzmag.com/o-portale/> (дата звернення 11.05. 2023).
20. Савченко Т. В. Стан та перспективи експорту українського борошна / Т. В. Савченко // Зб. тез доп. 80-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 7–8 трав. 2020 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій ; під заг. ред. Б. В. Єгорова. – Одеса : ОНАХТ, 2020. – С. 335–336 : табл. – Бібліогр.: 2 назв.
21. Експорт борошна з України в кінці 2022 року значно прискорився URL: <https://ukragroconsult.com/news/eksport-boroshna-z-ukrayiny-v-kinczi-2022-roku-znachno-pryskoryvsya/> (дата звернення 19.05. 2023).

22. Ляховська О. В. Підприємства борошномельної промисловості України: актуальний стан та перспективи розвитку <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/249.pdf> (дата звернення 18.05. 2023)

23. Рибалка О.І., Топораш І.Г. Показники якості клейковини в зерні пшениці врожаю 2004 року// КАЧЕСТВО ЗЕРНА грудень 12 (66) 2004

24. Офіційний вебсайт ДП «Куліндорівський КХП» URL: https://www.bogumyla.odessa.ua/index_r.html (дата звернення: 2.11.2023)

25. Інтернет ресурс URL: <https://kulindorivskiy-kombinat-hliboproduktiv.business-guide.com.ua/products/unit?pid=206681> (дата звернення: 2.11.2023)

26. Клейковина пшенична – глютен URL: <https://jak.koshachek.com/articles/klejkovina-pshenichna-gljuden.html> (дата звернення: 2.11.2023)

27. Хімічний склад пшеничного борошна URL: http://ni.biz.ua/11/11_20/11_20801_hImIchniy-sklad-pshenichnogo-boroshna.html (дата звернення: 2.11.2023)

28. Шмайлова Т.А., Сидельникова Н.А. Моніторинг технологічних властивостей борошна різних виробників URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2014/6/1544.pdf> (дата звернення: 2.11.2023)

29. 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» / Вінниця: 2009.

30. Переваги і недоліки різних методів відмивання клейковини URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2014/6/1544.pdf> (дата звернення: 2.11.2023)

31. Практикум. Визначення якості борошна та розрахунок складу помольних сумішей / О.В. Богомоллов, В.С. Шерстюк, Л.П. Гарник, П.В. Гурський - Харків, 2021. – 138 с.

32. Система Глютоматик для визначення кількості та якості клейковини
URL: <https://soctrade.ua/obladnannya/katalog/glutomatic-2200/> (дата звернення:
7.06.2023)

33. Устаткування для оцінки якості сировини і продукції за специфічними показниками URL: http://ni.biz.ua/16/16_8/16_84339_oborudovanie-dlya-otsenki-kachestva-sirya-i-produktsii-po-spetsificheskim-pokazatelyam.html (дата звернення:
7.06.2023)

34. ДСТУ ISO 21415-1:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT) [чинний] Наказ від 14.12.2009 № 448

35. Які чинники впливають на якість клейковини в зерні пшениці URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/yaki-chynnyky-vplyvayut-na-yakist-klejkovyny-v-zerni-pshenydzi/> (дата звернення 15.03.2023 р)

36. Гідратація клейковини URL: <https://www.activestudy.info/gidrataciya-klejkoviny/> (дата звернення 15.01.2023 р)

37. Фактори, що визначають склад клейковини URL: <https://visacon.ru/kleykovina-pshenicy/2496-factory-opredelyayushchie-sostavkleykoviny-chast-3.html> (дата звернення 15.01.2023 р)

38. Хімічний склад клейковини. Фактори, що визначають клейковини URL: <https://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-klejkoviny-factoryopredelyayush-hie-sostav-klejkoviny/> (дата звернення 15.01.2023 р)

39. Левін І.Ф., Лутфулін У.А., Узун Л.Н. Спосіб оцінки якості клейковини в зерне пшениці. URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2103680> (дата звернення 15.01.2023 р)

40. Поняття про жорсткість води URL: <https://demskot.blogspot.com/2021/05/ponyattya-pro-tverdost-vodi.html> (дата звернення 14.04.2023 р)

41. Жорсткість води: що потрібно знати URL: <https://www.products.pcc.eu/uk/academy/zhorstkist-vodi-sho-potribno-znati/> (дата звернення 14.04.2023р.)

42. Твердість води URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Твердість_води (дата звернення 14.04.2023р.)

43. Твердість води URL: <https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/> (дата звернення 14.04.2023р.)

44. ФІЛЬТРИ ДЛЯ ЖОРСТКОЇ ВОДИ URL: <https://akvantis.com.ua/stati-i-obzory/filtry-dlya-zhestkoj-vody-ua> (дата звернення 14.04.2023р.)

45. Інтернет ресурс <https://delta-term.ua/ru/poleznye-stati/aktualnost-i-neobhodimost-sistem-umyagcheniya-vody> (дата звернення 24.10.2023 р.)

46. Твердість води та способи її усунення URL: <https://subject.com.ua/textbook/chemistry/10klas/66.html> (дата звернення 24.10.2023 р.)

47. Танашук Л.І. Основи загальної екології. Лаборатор. практикум: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2005. – 161 с.

48. Що таке жорстка вода і як її пом'якшити? URL: <https://aquakut.com/ua/zhestkaya-voda> (дата звернення 24.10.2023 р.)

49. Які бувають методи пом'якшення води URL: <https://formulavody.com.ua/uk/metody-umyagcheniya-vody> (дата звернення 24.10.2023 р.)

50. Завдання та методичні рекомендації для самостійної роботи при підготовці до лабораторних робіт з курсу “Загальна хімічна технологія” для студентів факультету природничих наук . Спеціальність - “хімія” /Укл.: Забава Л.К., Цебренко М.В. - К.: НаУКМА, 2005. - 51 с.

51. ДСТУ ISO 712:2015 Зернові та продукти з них. Визначення вмісту вологи. Контрольний метод [діючий] Наказ ДП від 25.12.2015 № 208

52. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологія хлібопекарського виробництва" Ч. 1: для студентів спец. 181 "Харчові технології" ден. і заоч. форм навчання / Т. Є. Лебеденко, Н. Ю. Соколова, К. В. Хвостенко; відп. за вип. К. Г. Іоргачова. — Одеса: ОНАХТ, 2020. — 147 с.

53. ГОСТ 13586.1-68 Зерно. Метод визначення кількості клейковини в пшениці

54. ДСТУ 4077 Якість води. Визначання рН (ISO 10523:1994, MOD) [Текст] / - Офіц. вид. – Чинний від 01.07.2003. - К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. - IV, 11 с.: (Національний стандарт України)

55. ДСТУ ISO 6059-2003 Якість води. Визначання сумарного кальцію та магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти (ISO 6059:1984, IDT)

56. Озима пшениця [Електроний ресурс]: <https://nesvich.com.ua/uk/agticultural-product/product/ozima-psenica> (дата звернення 13.01.2023 р.)

7. Н.П. Козіна Зерно і продукційого переробки [Текст]:1961. -511 с.

58. Зерно: будова, структура та хімічний склад URL: <https://what.com.ua/zerno-bydova-stryktyra-ta-hi/7/> (дата звернення 20.10.2022 р.)

59. Хімічний склад основного компонента зернової маси [Електроний ресурс]: <https://buklib.net/books/22309/> (дата звернення 13.01.2023 р.)

60. Технологія та оцінка якості зернових продуктів: монографія / Д. О. Жигунов, Волошенко О. С., Брославцева І. В. та ін.; за ред. д-ра техн. наук Д. О. Жигунова, канд. техн. наук О. С. Волошенко. – Одеса : Видавництво ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 364 с.

61. ДСТУ 3768:2019 Пшениця. Технічні умови [Текст] / - Офіц. вид. - Чинний від 22.05.2019.

62. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна. – Одеса: Друк, 2001. – 348с.

63. Хосни Р.К. Зерно ізернопродукти (зернопереробка) //Професія: 2006 – 330 с.

64. Мерко, І. Т. Технології мукомельного і круп`яного виробництва [Текст] : підручник для студентів вищ. навч. закл., що навчаються за спец. «Технологія

зберігання та переробки зерна» / Мерко Іван Тимофійович. - Вид. 2-ге, перероб. та допов. - Одеса : Друк. дім, 2010. - 472 с.

65. Технологія переробки і зберігання продукції рослинництва: курс лекцій / Дудяк, І. Д. Миколаїв: МНАУ, 2014.-148 с.

66. Єгоров Г.А. Технологія борошнаї крупи:, 1999. – 178 – 180 с.

67. Айзикович Л.Е., Хорцев Б.Н. Технологія виробництва борошна: Заготпромиздат, 1968. — 391 с.

68. Єремєєва О. А., Харченко Є. І., Любич В. В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: моногр. / Київ, 2021. 160 с.

69. Малін Н. И. Технологія зберігання зерна. –КолосС, 2005. 280 с.

70. Єгоров Г. А. Технологія борошна. Технологія крупи : 4-е вид: КолосС, 2005

71. Бутковський В.А., Мельников Є.М. Технологія мукомельного, круп'яного и комбікормового виробництва - М.: Агропромвид. 1989, 464 с

72. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник / за ред. чл.-кор. В.І. Дробот – К.: Кондор-Видавництво, 2015.– 958 с.

73. Конституція України URL: <https://www.president.gov.ua/documents/constitution> (дата звернення 13.11.2023 р.)

74. Закон України «Про охорону праці». URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення 13.11.2023 р.)

75. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (дата звернення 13.11.2023р.)

76. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 13.11.2023 р.)

77. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного

захворювання, які спричинили втрату працездатності» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text> (дата звернення 13.11.2023 р.)

78. Кодекс законів про працю України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text> (дата звернення 13.11.2023 р.)

79. Варивода К. С., Горденко С. І. Охорона праці в галузі: підручник. Переяслав-Хмельницький (Київ. обл.) : Домбровська Я. М., 2019. 446 с.

80. Охорона праці під час зберігання та переробки зерна URL: <https://te.dsp.gov.ua/ohorona-pratsi-pid-chas-zberigannya-ta-pererobky-zerna-2/> (дата звернення 13.11.2023 р.)