МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра Харчових технологій

Допущено до захисту
_____ _____ 20____ р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н, доцент
_____ Андрій ЧЕРНЕГА
(підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Удосконалення процесу водотеплового оброблення зерна пшениці спельти за виробництва крупів лущених

Виконала – студент (ка) ІІ курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерна та
зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Країло Марина Сергіївна

Науковий керівник – к.т.н., доцент
Новіков Володимир Вікторович

УМАНЬ – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій
Освітня програма Технології зерна та зернопродуктів
Спеціальність 181 Харчові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Андрій ЧЕРНЕГА
«____» _____20_____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентці Країло Марині Сергіївні

1. Тема роботи Удосконалення процесу водотеплового оброблення зерна пшениці спельти за виробництва крупів лущених
керівник роботи Новіков Володимир Вікторович
затверджено наказом по університету від «__» _____ 20___ р. №_____
2. Строк подання студентом роботи – **_____ 2023 р.**
3. Вихідні дані до роботи Сировина, що передбачена до перероблення - пшениця спельта сорту Зоря України. Методи дослідження - емпіричні та теоретичні. Характеристика цільового продукту: крупа пшенична, що відповідає вимогам ДСТУ 7699:2015 та вироблення із використанням комплексного ультразвукового оброблення в полі ультразвукового випромінювання. Об'єкт дослідження - технологія круп'яних продуктів. Предмет дослідження - водотеплове оброблення зерна.
4. Перелік питань, які потрібно розробити (завдання роботи). Вступ; 1. Огляд джерел літератури; 2. Умови, схема та методика проведення дослідження; 3. результати дослідження; 4. Технологічна частина; 5. Охорона праці, 6. Економічна ефективність, Висновки, Рекомендації виробництву, Список використаних джер.
5. Перелік графічного матеріалу технологічна схема удосконаленої технології
6. Перелік матеріалів для презентації 1. титульний аркуш із зазначенням теми роботи, відомостей про автора та керівника; 2. анотація роботи (викладають та подають іноземною мовою); 3. методика дослідження; 4. результати дослідження (слід подавати у вигляді узагальнюючих таблиць або рисунків); 5. технологічна (прицепова) схема удосконаленої технології та/або технологічного процесу; 6. техніко-економічні показники запропонованих технологічних рішень; 7. висновки роботи; 8. рекомендації виробництву.

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			

6. Дата видачі завдання – 10 жовт. 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Кінцевий термін виконання етапів	Примітка	
			студент	керівник
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи	2022-10-10	виконано	
2	Одержання індивідуального завдання	2022-10-14	виконано	
3	Уточнення теми кваліфікаційної роботи	2023-01-30	виконано	
4.1	Підготовка **першого** розділу	2022-10-31	на перев.	прийн.
4.2	Підготовка **другого** розділу	2022-12-31	на перев.	прийн.
4.3	Підготовка **третього** розділу	2023-05-31	на перев.	прийн.
4.4	Підготовка **четвертого** розділу	2023-06-30	на перев.	прийн.
4.5	Підготовка **п'ятого** розділу	2023-07-31	на перев.	прийн.
4.6	Підготовка **шостого** розділу	2023-08-31	на перев.	прийн.
5	Формування і оформлення списку використаних джерел літератури; рекомендацій виробництву; висновків	2023-09-11	на перев.	прийн.
6	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахування зауважень наукового керівника	2023-11-20	на перев.	прийн.
7	Написання та оформлення роботи в остаточному варіанті	2023-11-23	виконано	
8	Перевірка роботи на академічний плагіат	2023-12-04	виконано	
9	Одержання відгуку наукового керівника	2023-12-05	виконано	
10	Попередній захист роботи на кафедрі	2023-12-07	виконано	
11	Затвердження роботи завідувачем кафедри	2023-12-11	виконано	
12	Одержання рецензії	2023-12-12	виконано	
13	Захист кваліфікаційної роботи	2023-12-14	виконано	

Студент _____ _____

Керівник роботи _____ _____

Відгук наукового керівника

на кваліфікаційну роботу студентки денної форми навчання Уманського НУС **Країло Марини Сергіївни** на тему: «**Удосконалення процесу водотеплового оброблення зерна пшениці спельти за виробництва крупів лущених**», подану на здобуття ступеня вищої освіти магістр зі спеціальності 181 Харчові технології

Сьогодні питання ресурсозбереження стоїть особливо гостро. Це пов'язано із нестабільністю, що є наслідком проведення військових дій як на території сучасної Європи, так і інших частинах світу.

Ведення в експлуатацію новітніх способів перероблення харчових продуктів має практичне значення, оскільки зумовлює варіативність вибору енергоносіїв та гнучкість виробничого процесу. Робота **Марини Сергіївни** має на меті вирішення важливих питань сучасності, а тому є актуальною.

Під час виконання кваліфікаційної роботи, здобувачем продемонстровано уміння працювати з джерелами літератури, аналізувати теоретичний і практичний матеріал, користуватися загальноприйнятими методами дослідження, обробляти та аналізувати результати одержаних даних.

Особистий внесок здобувача в роботу складає 85 %. Здобувачем особисто був сформований огляд літератури, проведена основна частина експериментальних досліджень, проведене їх статистичне оброблення. Основні закономірності, що виносяться на захист роботи були сформовані особисто здобувачем.

Робота, що виноситься на захист має наукову новизну та практичне значення, її результати апробовані на Всеукраїнських конференціях, вона відповідає методичним вимогам до магістерських робіт. Завдання, що поставлені здобувачу виконано в повному обсязі, а **КРАЇЛО Марина Сергіївна** заслуговує на присвоєння кваліфікації магістр із харчових технологій.

Науковий керівник _____Володимир НОВІКОВ

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....3

АНОТАЦІЯ.....5

ВСТУП.....8

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....11

1.1. Місце круп'яних продуктів у сучасному раціоні харчуванні.....11

1.2. Властивості зерна пшениці спельти.....13

1.3. Основні етапи виробництва крупів лущених та подрібнених.....15

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....18

2.1. Умови проведення дослідження.....18

2.2. Схема проведення дослідження.....18

2.3. Методика та обладнання.....20

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....21

3.1. Первинне оброблення даних.....21

3.2. Вплив тривалості лущення на технічні показники.....27

3.3. Вплив вологості на технічні показники.....31

3.4. Вплив тривалості відволожування на технічні показники.....34

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....37

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....39

5.1 Організація умов охорони праці на робочому місці.....39

5.2 Розроблення заходів з охорони праці.....41

5.3 Моделювання небезпечних ситуацій.....41

РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.....43

ВИСНОВКИ.....45

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....46

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....47

ДОДАТКИ.....54

Додаток А.....55

Додаток Б.....56

Додаток В.....88

АНОТАЦІЯ

Currently, wheat grain processing products are in high and stable demand among consumers. Wheat is one of the first crops to be domesticated by man and today is one of the leaders in terms of cultivation in the world. The value of wheat by-products lies in their biological characteristics, in particular, the properties of a protein complex that is able to form gluten in contact with water. Due to its biological characteristics, wheat can be used for the production of a wide range of products, including feed, bread and bakery products, confectionery and cereals.

Wheat cereals are a promising type of food product, especially in times of instability and food difficulties associated with hostilities on the territory of Ukraine.

Wheat cereals have a high taste and can be stored for a long period of time. A characteristic feature of cereal production is partial liberation from surface layers. This means that cereals, in comparison with premium flour, contain a higher proportion of micro and macro elements, vitamins of groups B and PP. Therefore, research aimed at finding new and rational modes of cereal production is now relevant.

Justification of the research topic.

Spelt wheat is a promising crop that has been gaining popularity over the past ten years. The increased interest of consumers in spelt wheat by-products is associated with a high protein content with a balanced amino acid composition. The protein complex of spelt arable has worse properties for bread production compared to traditional types of wheat used in industry. However, spelt is better suited for the production of cereals, since it contains a significant proportion of water-soluble proteins, which gives the finished product high culinary properties. The difference in spelt wheat is the properties of the surface layers, which have a less rigid structure compared to traditional types of soft wheat. This feature determines the best culinary qualities of spelt groats, which contain a high content of shells. This feature makes it possible to produce products with a high fiber content, which is positive for the implementation of the marketing strategy and technical indicators of production due to obtaining an increased product yield.

The distinctive properties of wheat shells from traditional wheat grains may be the reason for the special course of the moistening process during the water-heat treatment of

grain before peeling. It is known that WHP is an important technological process used to increase the efficiency of dehulling processes in the production of cereal products. The lack of sufficient information on the rational modes of moistening and dampening of spelt wheat in the production of cereals is an urgent task and substantiates the topic of this study.

Purpose and objectives of the study.

The purpose of the work was to substantiate the rational modes of water heat treatment and hulling of spelt wheat grain during the production of hulled cereals using the modernized technology.

Task:

– to determine the influence of production parameters on the yield and quality of spelt wheat groats;

- to substantiate rational modes of production of groats from spelt wheat grains.

Object of study.

Groats production technology.

Subject of research.

Modes of water-heat treatment. Peeling modes.

Research methods.

Theoretical and empirical.

Scientific novelty of the results obtained.

For the first time, a complex mathematical modeling of the process of water-thermal treatment of spelt wheat in the production of shelled groats was carried out. According to the results of scientific research and statistical processing, dependencies and patterns that were previously unknown were revealed. The mechanisms of moisture penetration to the peripheral parts of spelt wheat grain during water heat treatment have been identified and described. A technological scheme using rational modes of WHP and peeling has been developed and substantiated.

Practical significance of the research results obtained.

On the basis of complex mathematical and statistical processing, a technological scheme has been developed, which allows to obtain an increased yield of groats and is focused on further processing of the resulting product into rolled groats or direct sale of hulled groats. The developed product is not available on the domestic market in sufficient quantities, which leads to a high probability of demand for it. The developed recommendations are expedient for implementation on farms that carry out economic activities through the cultivation of agricultural products. The organization of a spelt wheat grain processing line at such enterprises will significantly increase the added value of the product.

ВСТУП

Нині продукти перероблення зерна пшениці користуються високим та стабільним попитом серед споживачів. Пшениця – одна із перших сільськогосподарських культур, що була одомашнена людиною і на сьогодні є одним із лідерів за обсягів вирощування у світі. Цінність продуктів перероблення пшениці полягає у їх біологічних особливостях, зокрема властивостях білкового комплексу, що здатний утворювати клейковину за контакту із водою. За рахунко біологічних особливостей пшеницю можна використовувати для виробництва широкого асортименту продуктів, зокрема кормів, хліба та булочних виробів, кондитерських виробів та крупів.

Крупи із зерна пшениці – перспективний вид харчового продукту, особливо у час нестабільності та продовольчих складностей, що пов’язані із військовими діями на території України.

Крупи із зерна пшениці володіють високими показниками смаку та можуть зберігатись довгий проміжок часу. Характерною особливістю круп’яного виробництва є часткове звільнення від поверхневих шарів. Це означає, що крупи у порівнянні із борошном вищого гатунку містять більшу частку мікро та макро елементів, вітамінів груп В та РР. Тому дослідження, спрямовані на пошук нових та раціональних режимів виробництва крупів нині є актуальними.

Обґрунтування теми дослідження.

Пшениця спельта – перспективна культура, що набуває популярності впродовж останніх десяти років. Підвищена зацікавленість споживачів до продуктів перероблення пшениці спельти пов’язана із високим вмістом білка, що має збалансований амінокислотний склад. Білковий комплекс пашниці спельти володіє гіршими властивостями для виробництва хліба, порівняно із традиційними видами пшениці, що використовують в промисловості. Проте спельта краще підходить для виробництва крупів, оскільки має у своєму складі значну частку водорозчинних білків, що надає готовому продукту високих кулінарних властивостей. Відмінністю у пшениці спельти є властивості поверхневих шарів, що мають менш жорстку структуру порівняно із традиційними видами пшениці м’якої.

Така особливість зумовлює кращі кулінарні якості крупи із спельти, що містить підвищений вміст оболонок. Зазначена особливість зумовлює можливість виробляти продукти із підвищеним вмістом клітковини, що є позитивним для провадження маркетингової стратегії та технічних показників виробництва за рахунок отримання підвищеного виходу продукції.

Відмінні властивості оболонок пшениці від зерна традиційних пшениць можуть бути причиною особливого протікання процесу зволожування під час проведення водотеплового оброблення зерна перед лущенням. Відомо, що ВТО – важливий технологічний процес, що застосовують для підвищення ефективності процесів лущення за виробництва круп'яних продуктів. Відсутність достатньої кількості інформації що до раціональних режимів зволожування та відволожування пшениці спельти за виробництва крупів є актуальним завданням та обґрунтовує тему даного дослідження.

Мета і завдання дослідження.

Мета роботи полягала в обґрунтуванні раціональних режимів водо теплового оброблення та лущення зерна пшениці спельти під час виробництва крупів лущених за модернізованою технологією.

Завдання:

- встановити вплив параметрів виробництва на вихід та якість крупи із пшениці спельти;
- обґрунтувати раціональні режими виробництва крупи із зерна пшениці спельти.

Об'єкт дослідження.

Технологія виробництва крупи.

Предмет дослідження.

Режими водотеплового оброблення. Режими лущення.

Методи дослідження.

Теоретичні та емпіричні.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше проведено комплексне математичне моделювання процесу водотеплового оброблення пшениці спельти за виробництва крупи лущеної. За результатами наукового дослідження та статистичного оброблення виявлені залежності та закономірностей, що раніше були не відомі. Виявлені та описані механізми проникнення вологи до периферійних частин зерна пшениці спельти за здійснення водо теплового оброблення. Розроблено та обґрунтовано технологічну схему за використання раціональних режимів ВТО та лущення.

Практичне значення отриманих результатів досліджень.

На основі комплексного математичного й статистичного оброблення розроблено технологічну схему, що дозволяє отримати підвищений вихід крупи та орієнтована на подальше перероблення отриманого продукту на крупи плющені або безпосередню реалізацію крупи лущеної. Розроблений продукти відсутній на вітчизняному ринку у достатній кількості, що зумовлює високу ймовірність попиту на нього. Розроблені рекомендації доцільні до впровадження на фермерських господарствах, що здійснюють господарську діяльність за рахунок вирощування сільськосподарської продукції. Організації лінії перероблення зерна пшениці спельти на таких підприємствах дозволить суттєво збільшити додану вартість на продукт.

Апробація результатів роботи.

Робота обговорена на засіданнях наукового гуртка. Розділ 3 роботи представлено на Всеукраїнській науковій конференції в рамках роботи секції кафедри.

Публікації.

Публікації наведено у Додатку А.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Місце круп’яних продуктів у сучасному раціоні харчуванні

Формування раціону харчування є складним і многогранним процесом, що базується на теоретичних основах з фізіології, біохімії, харчової технології та інших наукових дисциплін. Головною метою цього процесу є забезпечення організму всіма необхідними поживними речовинами для здоров'я, нормального функціонування та уникнення розвитку захворювань [1].

Один з ключових аспектів формування раціону - це збалансованість. Раціон повинен містити оптимальне співвідношення білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та мінералів. Білки є будівельним матеріалом для клітин та тканин, жири важливі для енергетичного обміну та функціонування нервової системи, а вуглеводи є джерелом енергії [2].

Калорійність раціону повинна враховувати енергетичні потреби організму. Середня добова калорійність для дорослої людини зазвичай складає приблизно 2000-2500 ккал, але ця цифра може варіюватися в залежності від різних факторів, таких як стать, вік, фізична активність та інші індивідуальні особливості [3].

Необхідно також враховувати особливості здоров'я та можливі індивідуальні реакції на певні продукти. Наприклад, людям з певними захворюваннями може бути рекомендовано обмеження споживання солі, цукру чи жирів [4].

Однак формування раціону - це динамічний процес, і рекомендації можуть змінюватися в залежності від нових досліджень та відкриттів у галузі харчування та медицини. Важливо слідкувати за оновленнями і коригувати свій раціон відповідно до власних потреб і умов життя [5].

Крупи відіграють важливу роль у сучасних раціонах харчування і залишаються ключовим джерелом поживних речовин для людей у багатьох культурах по всьому світу. Крупи є багатими джерелами вуглеводів, білків, вітамінів, мінералів і дієтичного волокна. Вони можуть включати в себе пшеницю, рис, ячмінь, гречку, овес, квіноа, перловку та інші [6].

Крупи, такі як рис і пшениця, є основним джерелом енергії для організму. Вони забезпечують необхідну глюкозу, яка є паливом для мозку та м'язів [7].

Багато крупів містять білок, який необхідний для росту та ремонту тканин, будівництва клітин і підтримки імунітету [8].

Крупи також є джерелом важливих вітамінів і мінералів, таких як залізо, магній, фосфор, вітаміни групи В та інші. Ці поживні речовини грають ключову роль у різних фізіологічних процесах [9].

Крупи, особливо непереробленні, містять значну кількість діетичного волокна, яке сприяє здоров'ю кишечнику та зниженню ризику захворювань серця [10].

У сучасних раціонах харчування також звертають увагу на різноманітність, тобто включення різних типів крупів, овочів, фруктів, білкових джерел і т.д., для забезпечення повного спектру поживних речовин. Це сприяє забезпеченню раціону всіма необхідними елементами для здоров'я та добробуту. Крім того, зростає популярність включення альтернативних крупинок, таких як кіноа або чіа, які мають високий вміст білка та інших корисних речовин [11].

Особливу частку асортименту крупів займають пшеничні. Особливістю крупи із пшениці є її висока поживна цінність, оскільки значну частину зерна пшениці складає крохмаль. Пшеничні крупи володіють високими вмістом білка, що містить до 9 незамінних та напівзамінних амінокислот, що суттєво збагачує раціон харчування за впровадження споживання саме таких продуктів [12].

Високими кулінарними властивостями володіють крупи подрібнені, що вироблені із твердих видів зерна. Такі круп не розварюються та не злипаються, володіють високими показниками запаху, смаку та консистенції. Крім цього, крупи із збільшеною площею зовнішньої поверхні мають короткий період приготування (не більше 10-15 хв, що є популярним серед споживачів [13].

Тому крупи із зерна пшениці не за рахунок своїх біологічних особливостей є цінними продуктами для збагачення щоденного раціону харчування [14].

1.2. Властивості зерна пшениці спельти

Пшениця спельта (Triticum spelta), відома також як древесна пшениця, є старовинною культурою, яка відіграла значущу роль в історії харчування людства. Її історія походження пов'язана з розвитком землеробства та формуванням сільських спільнот [15].

Пшениця спельта є однією з перших видів пшениці, яку люди виводили та вирощували. Її історія сягає тисяч років назад, до епохи неоліту, коли люди почали переходити від збирацько-мисливського способу життя до сільськогосподарської діяльності [16].

Пшениця спельта була однією з перших культур, яку почали обробляти в регіонах Середземномор'я та Близького Сходу. Вона відзначалася високою стійкістю до невгод кліматичних умов і добре росте на бідних грунтах, що робило її привабливою для сільськогосподарського використання [17].

З часом пшениця спельта стала однією з основних зернових культур в деяких регіонах Європи, зокрема в середньовіччі. Вона використовувалася для виробництва хліба, каш та інших продуктів. З її допомогою формувались характерні для деяких регіонів традиційні страви [18].

У науковому контексті, пшениця спельта також вивчається з генетичної точки зору. Дослідники вивчають її генетичну структуру та здатність адаптації до різних умов вирощування. Це допомагає розуміти еволюційні зміни у цьому виді пшениці та його значення для розвитку сучасних сортів [19].

Усі ці аспекти допомагають висвітлити важливість пшениці спельти в історії сільськогосподарського розвитку та забезпеченні харчової безпеки людства [20].

Технологічні властивості пшениці спельти (Triticum spelta) є об'єктом вивчення для забезпечення оптимальної обробки та використання цієї старовинної культури в харчовій та хлібопекарській промисловості. Важливо враховувати, що пшениця спельта відрізняється від звичайної пшениці (Triticum aestivum) своєю специфічною генетичною структурою та складом зерна [21].

Пшениця спельта містить відносно велику кількість білка, що робить її привабливою для виробництва хліба та інших харчових продуктів. Білок пшениці спельти має високий вміст гліадину, що надає тісту еластичність і забезпечує хороше утримання газів, утворених дріжджами під час бродіння [22].

Глютен — це білкова речовина, яка надає тісту його структуру та еластичність. Хоча пшениця спельта також містить глютен, її глютен може мати інші властивості порівняно з пшеницею. Це може впливати на технологічний процес виготовлення хліба та інших харчових продуктів [23].

Целіакія є хворобою, яка виникає в результаті непереносимості глютену — білка, який зустрічається в пшениці, ячмені, житі і овесі. Процес протікання целіакії ґрунтується на взаємодії генетичних, імунологічних та середовищних чинників [24].

Основною генетичною основою целіакії є наявність певних генетичних маркерів, зокрема HLA-DQ2 та HLA-DQ8. Більшість людей з целіакією мають один з цих генетичних маркерів [25].

Ризик розвитку целіакії значно збільшується, якщо у родини вже є випадки цієї хвороби [26].

При целіакії імунна система сприймає глютен як чужорідний елемент і виробляє антитіла, які атакують та пошкоджують внутрішній шар тонкої кишки. Це призводить до втрати структури великих ворсин, що призначені для поглибленого поглибленого всмоктування поживних речовин [27].

Протікання целіакії передбачає взаємодію генетичної схильності з екологічними факторами. Відсутність або обмежена експозиція до глютену в перший рік життя може впливати на розвиток целіакії [28].

Антитіла та інші клітинні елементи, активовані реакцією на глютен, спричиняють запалення та пошкодження ворсин тонкої кишки, що призводить до малабсорбції поживних речовин [29].

Процес протікання целіакії може виявлятися різнобічними симптомами, такими як гастроінтестинальні розлади, втома, втрата ваги, алергічні реакції і навіть ураження інших органів [30].

Розуміння теоретичних основ протікання целіакії допомагає в розробці ефективних методів діагностики, лікування та профілактики цієї хвороби. Дослідження в цьому напрямку спрямовані на подальше уточнення генетичних та імунологічних механізмів, а також на вдосконалення клінічних підходів до управління целіакією [31].

Пшениця спельта має вплив на реологічні властивості тіста, такі як його в'язкість і еластичність. Це може визначати специфіку обробки та виготовлення печива, булок, тістечок і інших хлібних виробів [32].

Пшениця спельта має свої характерні смакові властивості, які можуть вносити унікальний аромат і смак до харчових продуктів [33].

Технологічні аспекти вирощування та обробки пшениці спельти можуть варіювати в залежності від регіона та конкретних сортів. Важливо враховувати ці аспекти при виборі методів вирощування та обробки для забезпечення оптимальних результатів [34].

Узагальнюючи, технологічні властивості пшениці спельти роблять її важливим компонентом для виробництва різноманітних хлібних виробів та інших харчових продуктів, а також відкривають можливості для створення унікальних і смачних продуктів.

1.3. Основні етапи виробництва крупів лущених та подрібнених

Очищення зерна пшениці — це важливий етап в технології переробки пшениці, спрямований на видалення домішок, інородних речовин та іншого матеріалу з зернової маси. Цей процес впливає на якість кінцевого продукту, забезпечуючи високу чистоту та безпеку для споживача. Теоретичні основи очищення зерна пшениці включають ряд ключових аспектів [35].

Очищення має на меті видалення різноманітних домішок, таких як каміння, пил, попіл, солома, насіння бур'янів та інше, для покращення якості та безпеки кінцевого продукту [36].

Для досягнення цієї мети використовуються спеціальні машини, такі як вібраційні сита, вентилятори, магнітні сепаратори та інші, які різноманітність домішок і розділяють їх від зерна [37].

Великі домішки (каміння та солома) видаляються за допомогою сит та гравітаційних сепараторів. Пил та легкі домішки видаляються за допомогою вентиляції та відцентрових сепараторів. Магнітні сепаратори використовуються для видалення магнітної домішки, такої як металеві частки. Сухе очищення включає в себе використання сит, вентиляторів та інших механічних засобів. Вологе очищення застосовується водні методи, такі як вимочування та промивання, для видалення пилу та деяких типів домішок. Очищене зерно проходить візуальну інспекцію для виявлення залишкових домішок [38].

Використовується для підтвердження відсутності домішок та визначення якості зерна пшениці. Для забезпечення ефективності очищення важливо мінімізувати втрати зерна, щоб не втрачати цінний матеріал [39].

Очищення зерна пшениці є важливим етапом у виробництві круп’яних продуктів, і його ефективність впливає на безпеку та якість продукції. Крім цього технологія виробництва крупи передбачає застосування складного технологічного устаткування, що має ударно-стираючу дію на продукт. Потрапляння домішок металевих або мінеральних в робочу зону такого устаткування збільшує ризики відмови та суттєво скорочує термін його експлуатації [40].

Сучасні технології очищення надають можливість автоматизації та оптимізації цього процесу для досягнення високих стандартів якості продукції.

Лущення зерна є важливим етапом в технології переробки зерна, спрямованим на видалення оболонок та шкірок, що оточують зерно. Цей процес має на меті поліпшення якості та збільшення використання зерна в різних галузях, зокрема в харчовій та пивоварній промисловостях. Теоретичні основи лущення зерна включають ряд ключових аспектів, що визначають ефективність та результативність цього процесу [41].

Механічне лущення використання спеціальних механічних пристроїв, таких як лущильні барабани чи диски, для фізичного відділення оболонок від зерна [42].

Пневматичне лущення - Застосування потоку повітря для відділення оболонок від зерна на основі їхньої ваги та розмірів [43].

Сухе лущення застосування механічних або пневматичних методів при відсутності води [44].

Вологе лущення - використання води для зм'якшення оболок та полегшення їхнього відділення від зерна [45].

Під час лущення помітним є суттєве збільшення температури, що вимагає уникнення надмірного нагрівання зерна під час лущення для збереження якості та поживних властивостей [46].

Лущення зерна є ключовим етапом обробки зерна, спрямованим на покращення якості продукту та забезпечення його подальшого використання у різних галузях. Ефективне лущення вимагає компетентного вибору методів, обладнання та контролю технологічних параметрів [47].

Отже, крупи є традиційними та популярними продуктами харчування. Крупи пшеничні – одні із популярних продуктів. Використання пшениці спельти для виробництва крупи – перспективний напрям розширення асортименту готової продукції. Відмінність технологічних властивостей пшениці спельти від зерна класичних пшениць вимагає додаткового вивчення режимів її перероблення на крупи.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Умови проведення дослідження

В умовах випускової кафедри було організовано лабораторну установку, що імітувала технологічний процес виробництва крупів із можливістю регулювання та зміни параметрів круп'яного виробництва згідно із планом експерименту.

Для дослідження використовували зерно пшениці спельти сорту Зоря України, вирощеного в у мовах контрольованих. Географічне місце вирощування пшениці – лівобережний лісостеп. Умови вирощування – типові для даної культури. Технологічні властивості відповідають ознакам культури.

Вода для проведення зволожування проходила однократне очищення за допомогою вугільного фільтру. Очищення здійснювали перед початком досліджень.

2.2. Схема проведення дослідження

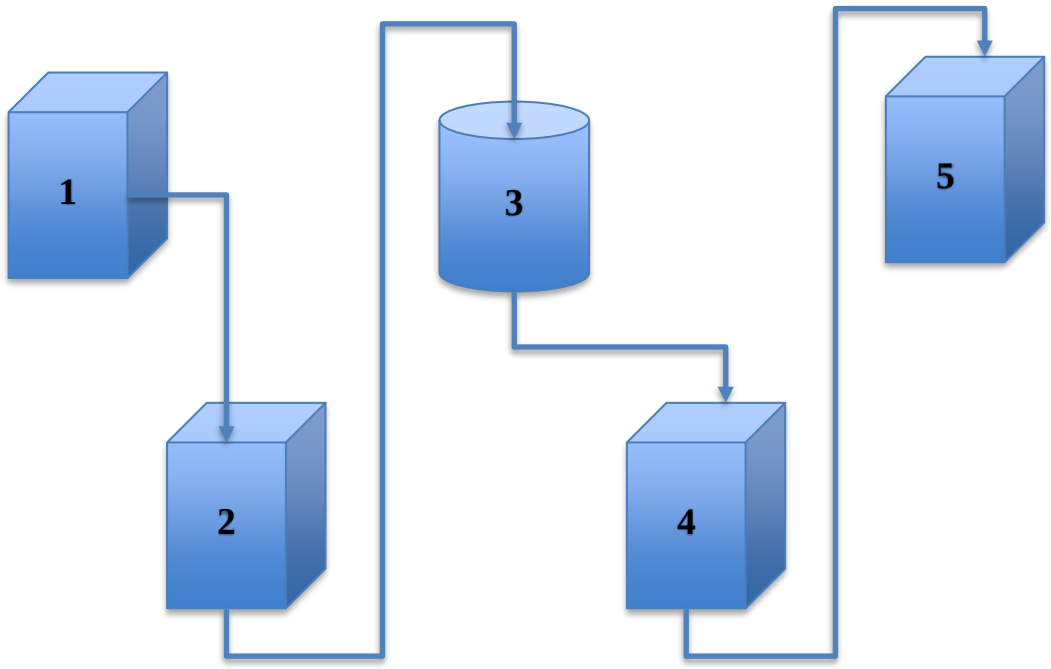


Рис. 2.1. Схема проведення водотеплового обробрення зерна в лабораторних умовах: 1 – бункер для зволожування зерна із примусовим його перемішуванням;

2 – бункер для відволожування зерна, 3 – лущильна машина із можливістю регулювання часу лущення зерна; 4 повітряний сепаратор; 5 – розсів лабораторний

План експерименту наведено на рис. 2.2.

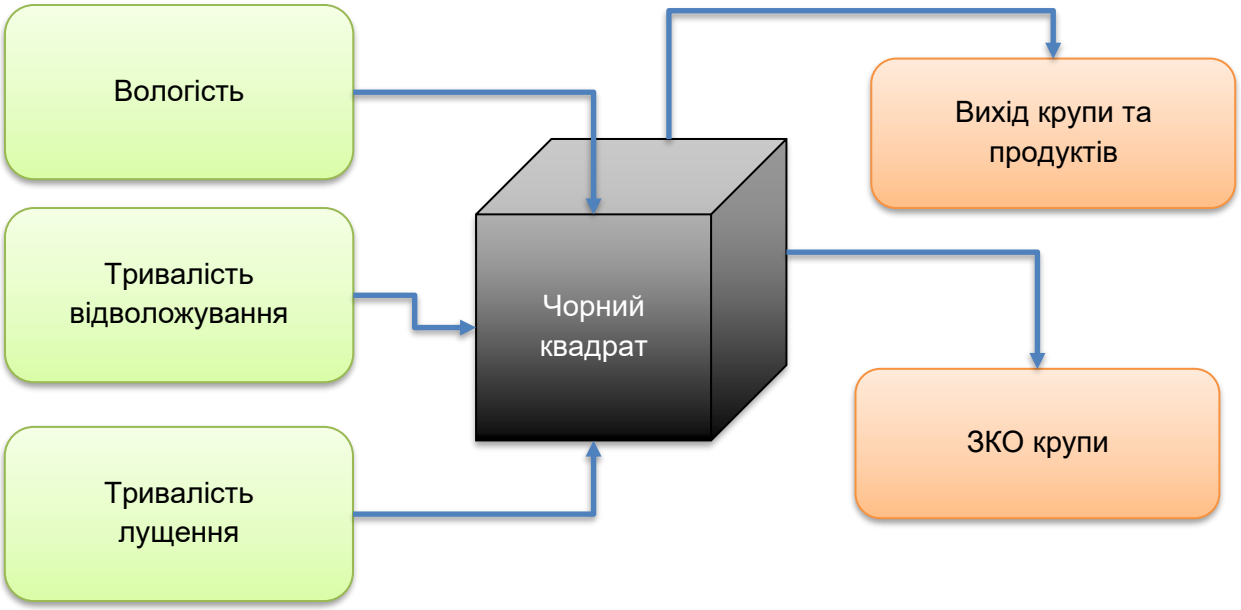


Рис. 2.2. План експерименту

Кроки та рівні показано у табл. 2.1

Таблиця 2.1

Кроки та рівні варіювання

Фактор	Тривалість лущення, с	К-сть періодів оброблення, од	Вологість перед обробленням, %
МІН	40	13	10
0	160	14,5	30
МАКС	280	16	50

2.3. Методика та обладнання

Загальна кількість експериментів за аналітичними повторюваннями – 4. Для подальшого оброблення обирали тільки такі вибірки, що не мали аналітичного повторювання. Дослідження проводили у різний час для виключення ймовірності впливу умов лабораторії або інших сторонніх чинників.

Лущення здійснювали за допомогою лабораторного лущильника УШЗ-1 (рис. 2.2а. Просіювання продуктів лущення здійснювали за домопгою розсіву РЛУ-1 (рис. 2.3б).



а б

Рис. 2.3. Лабораторне устаткування для проведення експерименту: а – лущильник; б - розсів

Для дослідження використовували наважку 150 г. Після проведення лущення, отримані продукти зважували на автоматичних вагах із точністю до 0,01 г. Час відволожування вимірювали електронним секундоміром із точністю до 10 с.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Первинне оброблення даних

Результати статистичного оброблення даних наведено у Додатку Б. варіювання даних аналітичних повторювань складало для показників виходу крупи та супутніх продуктів – не більше 4 %, а для показника загальної кулінарної якості – не більше 10 %. Твердження експертів додатково перевірені на рівень узгодження, зроблено позитивний висновок. Отримані результати свідчать про можливість подальшого математичного аналізу отриманих результатів дослідження.

Нормально розподіленими даними називають вибірки, що мають найбільшу кількість середніх значень. Визначення тип розподілення досить важливий етап статистичного оброблення, оскільки різні види розподілення вимагають застосування різних видів статистичного оброблення.

Згідно із аналізом (Додаток Б) вибірки даних були розподілені нерівномірно, що підтверджено графічним аналізом (рис. 3.1 – 3.4)

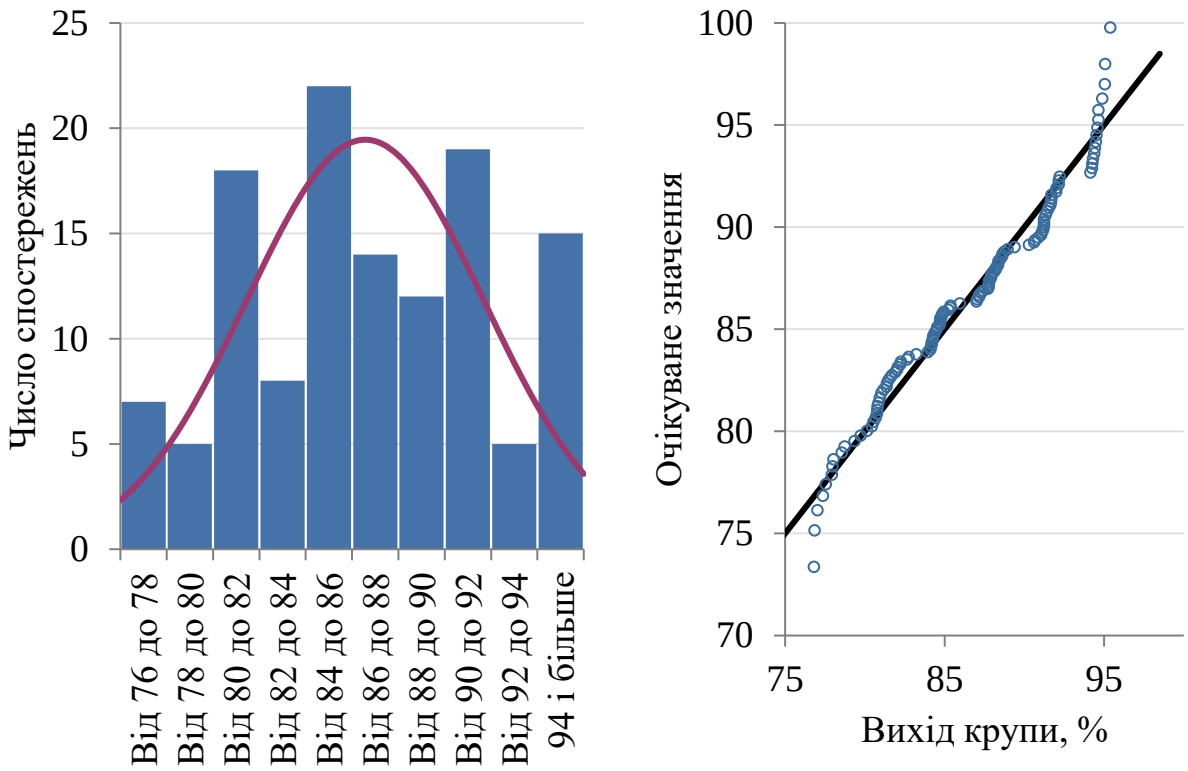


Рис. 3.1. Розподіл даних (вихід крупи)

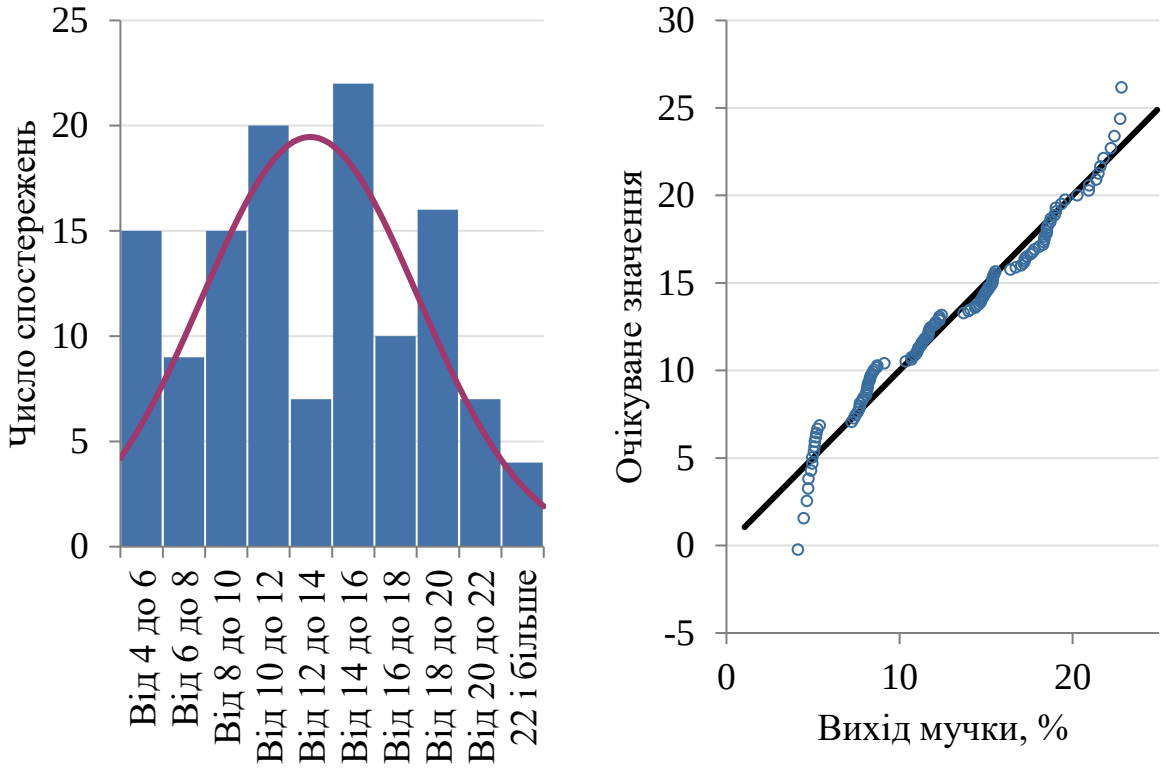


Рис. 3.2. Розподіл даних (вихід мучки)

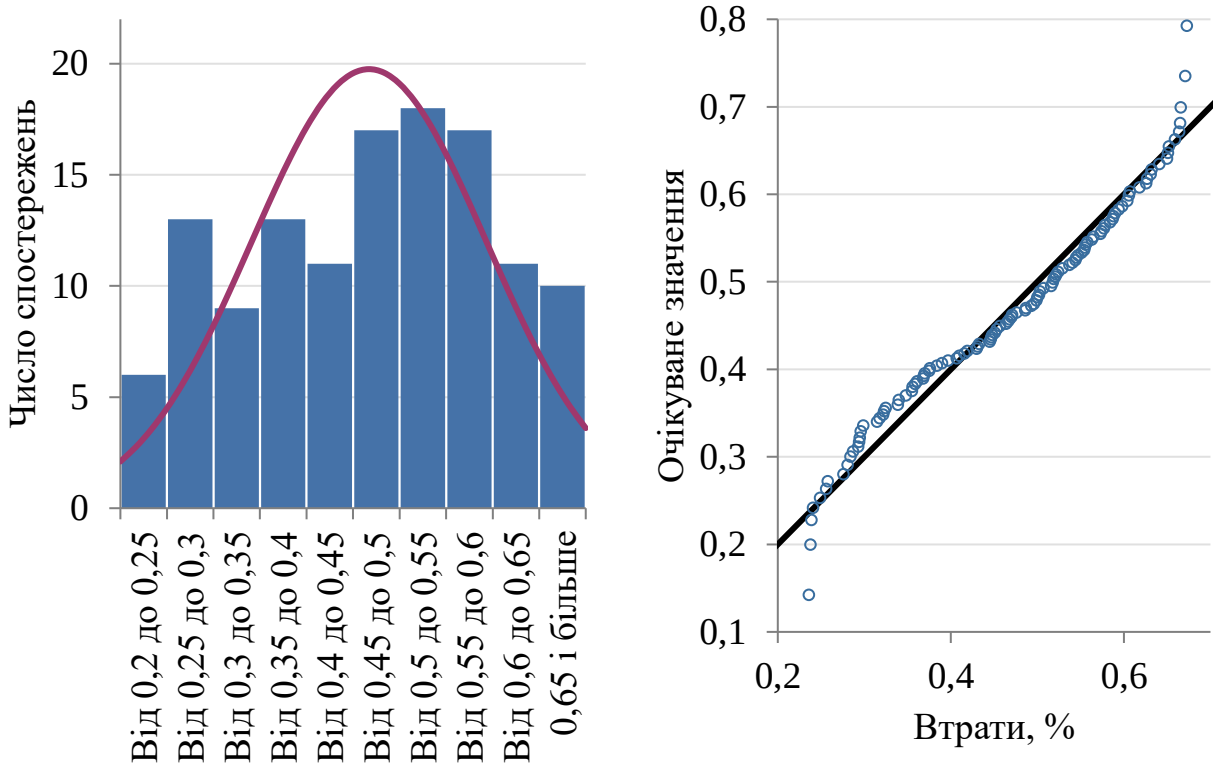


Рис. 3.3. Розподіл даних (механічні втрати)

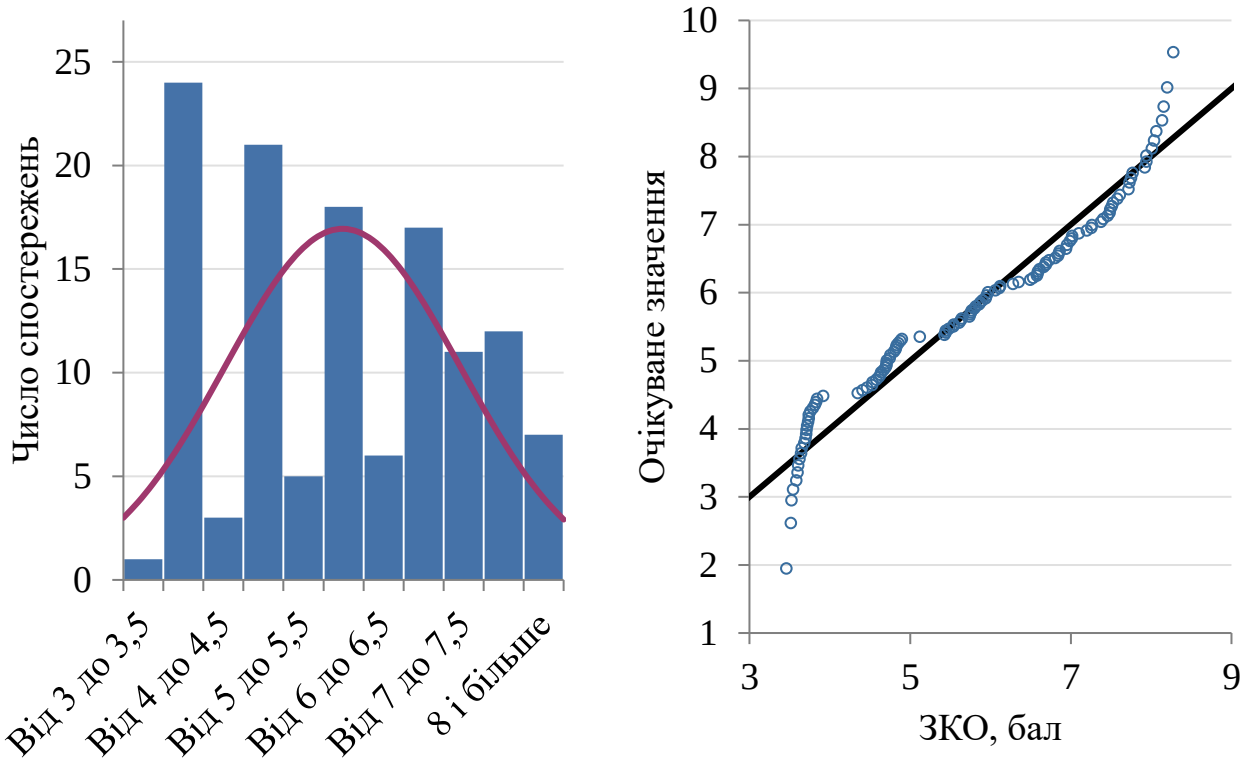


Рис. 3.4. Розподіл даних (загальна кулінарна оцінка)

Такі закономірності у розміщенні даних вимагають використання непараметричних видів статистичного оброблення.

Кореляційний аналіз – один із найбільш простих методів статистичного оброблення, що жає можливість встановити зв’язок між числовими виразами. Доведено, що між параметрами виробництва крупи та показниками виходу й кулінарної якості отриманого продукту був достовірний кореляційній зв’язок (Додаток Б).

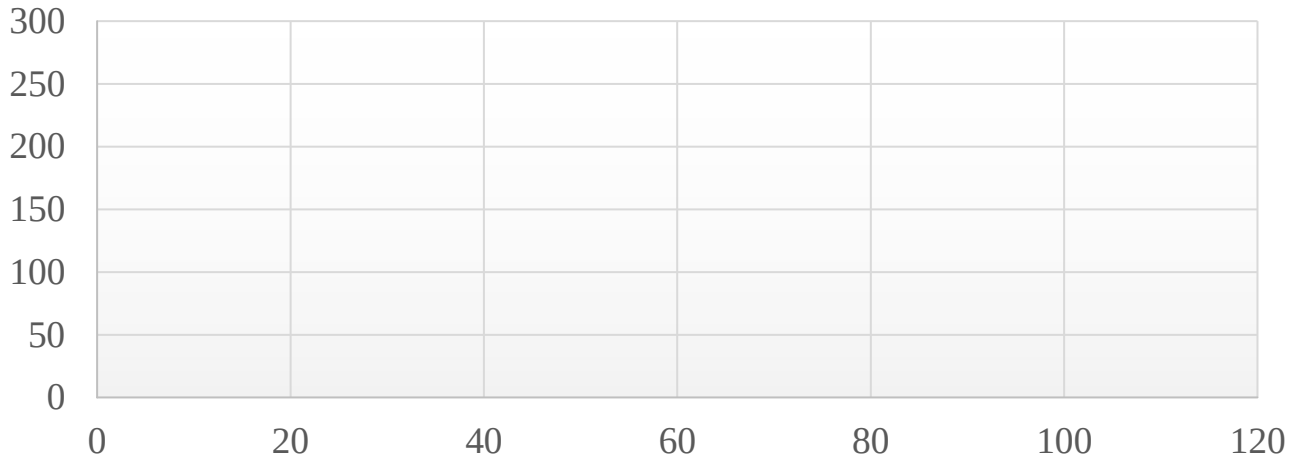


Рис. 3.5. Вихід крупи, % vs. Тривалість лущення, с (R = -0,94)

Між виходом крупи та тривалістю лущення встановлено сильний обернений кореляційний зв’язок (рис. 3.5).

Сильний прямий зв’язок виявлено між показниками виходу мучки, ЗКО та тривалістю лущення (рис. 3.6-3.7).

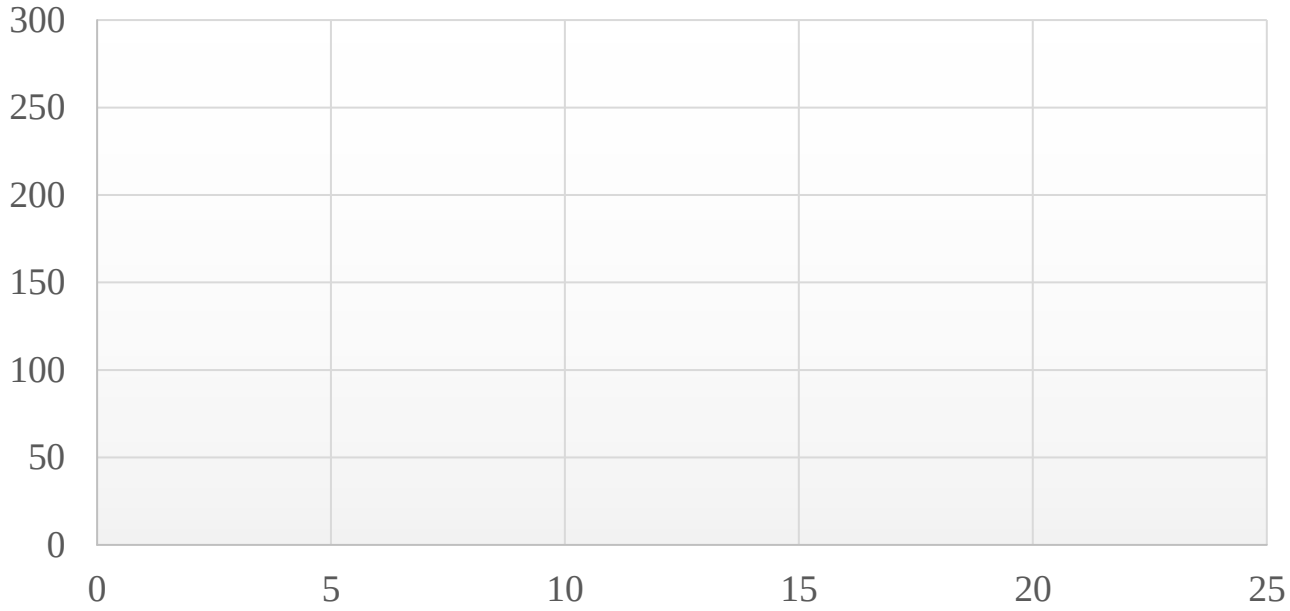


Рис. 3.6. Вихід мучки, % vs. Тривалість лущення, с (R = 0,94)

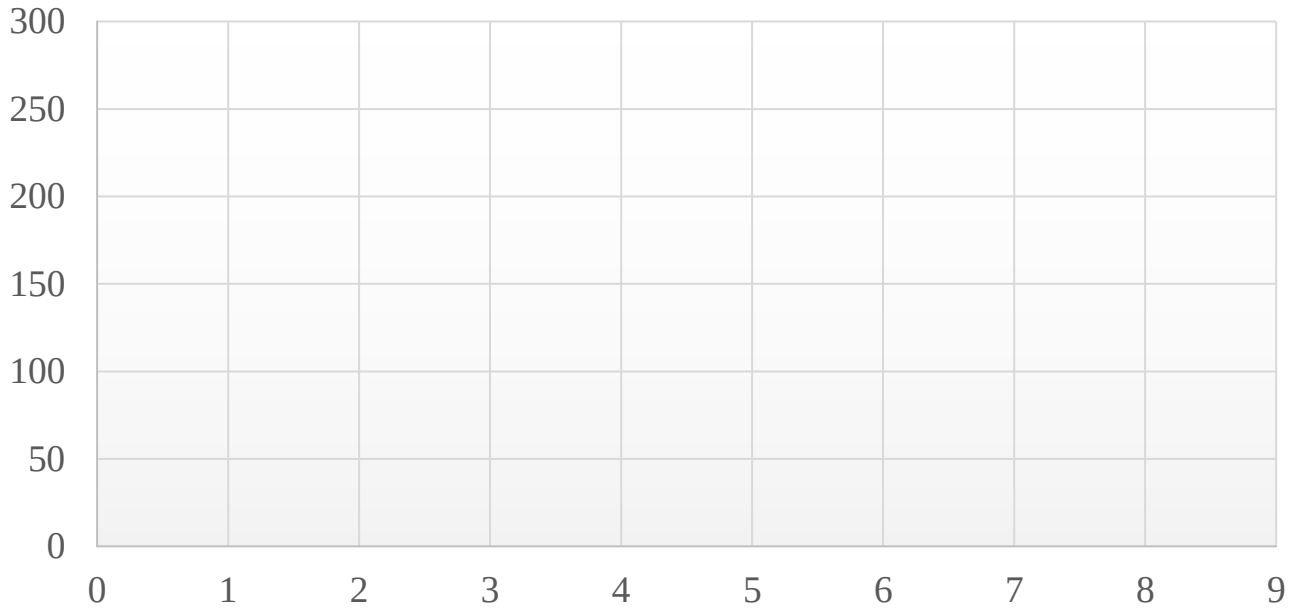


Рис. 3.7. ЗКО, бал vs. Тривалість лущення, с (R = 0,99)

Достовірний обернений слабкий зв’язок виявлено між виходом крупи та вологістю зерна перед лущенням (рис. 3.8).

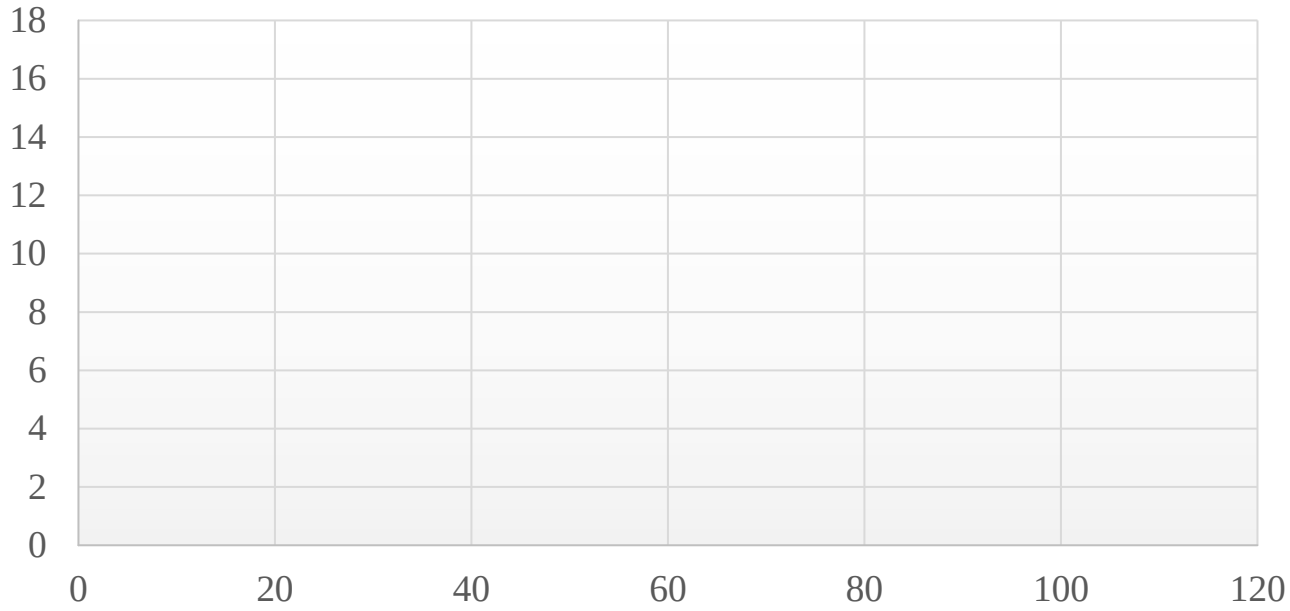


Рис. 3.8. Вихід крупи, % vs. Вологість, % (R = -0,27)

Подібний слабкий проте прямий зв’язок виявлено між вологістю та виходом мучки (рис. 3.9).

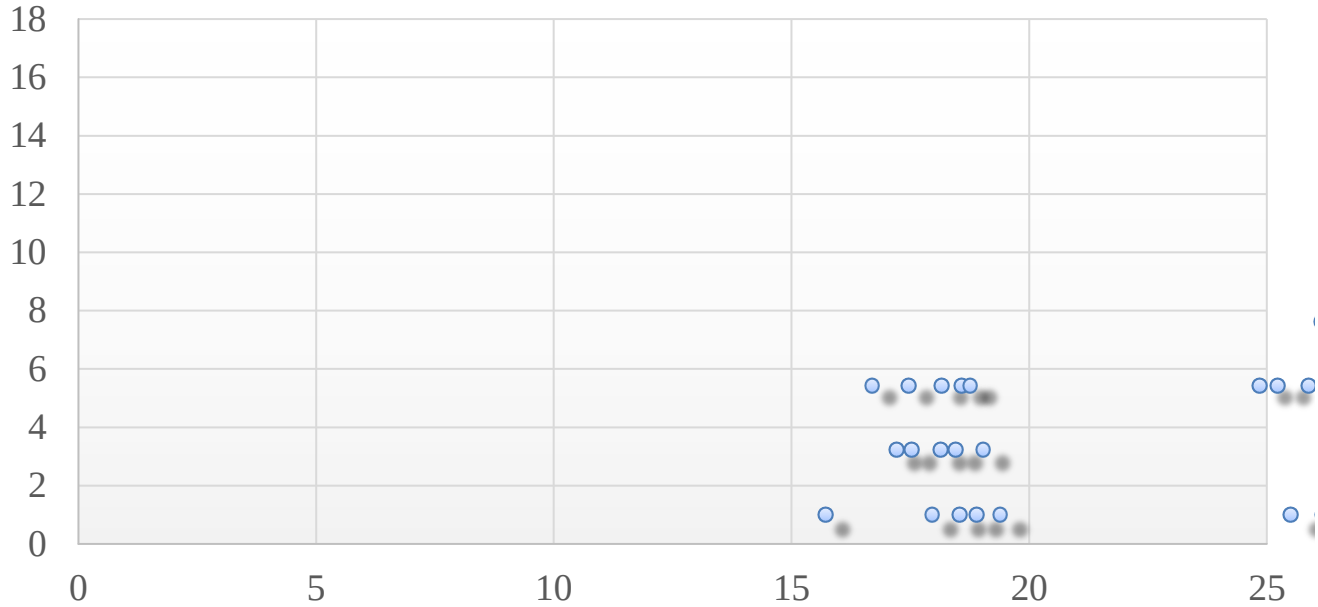


Рис. 3.9. Вихід мучки, % vs. Вологість, % (R = 0,27)

Між виходом крупи та мучки помітним був сильний обернений кореляційний зв’язок (рис. 3.11). Загальна кулінарна якість продуктів суттєво залежала від тривалості лущення, оскільки був виявлений сильний обернений кореляційний зв’язок (рис. 3.12). При цьому зв’язок вологості та ЗКО був слабким (рис. 3.10).

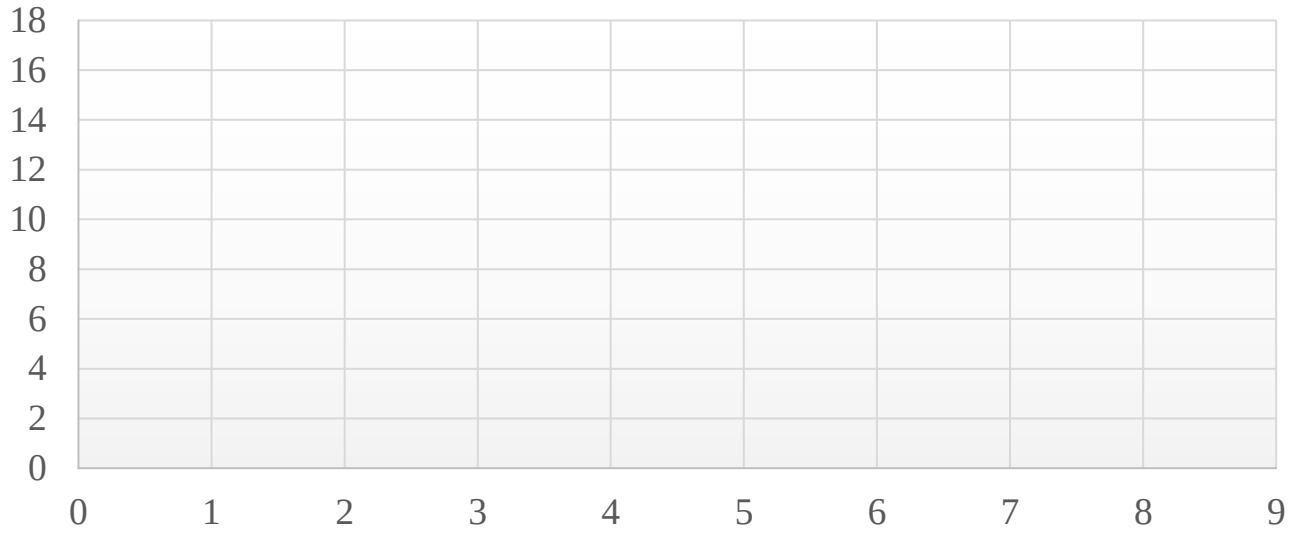


Рис. 3.10. ЗКО, бал vs. Вологість, % (R = -0,03)

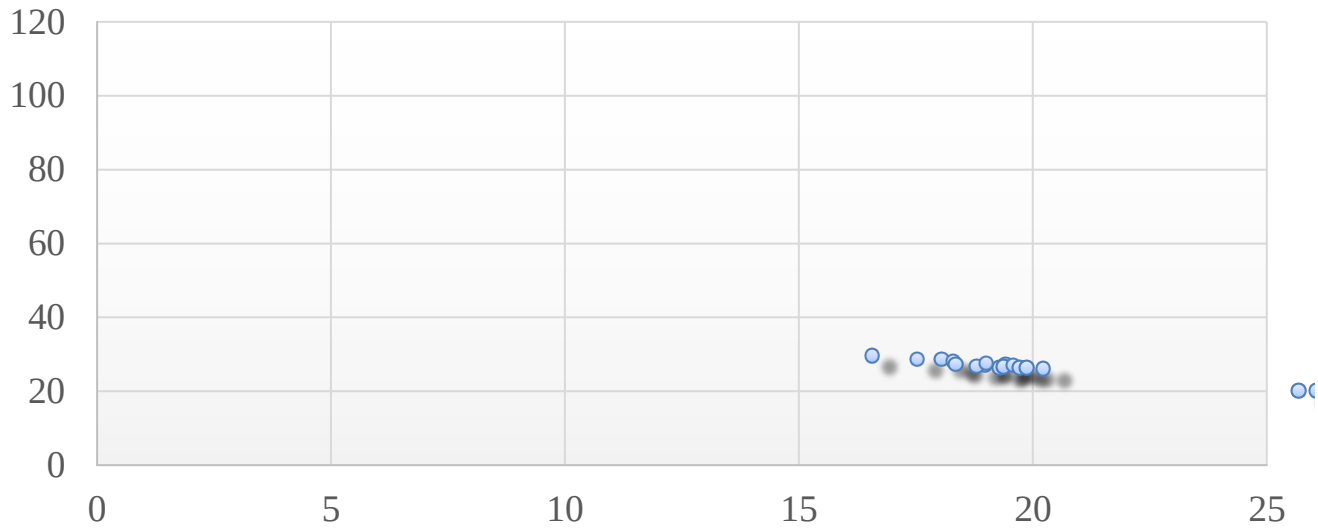


Рис. 3.11. Вихід мучки, % vs. Вихід крупи, % (R = -1)

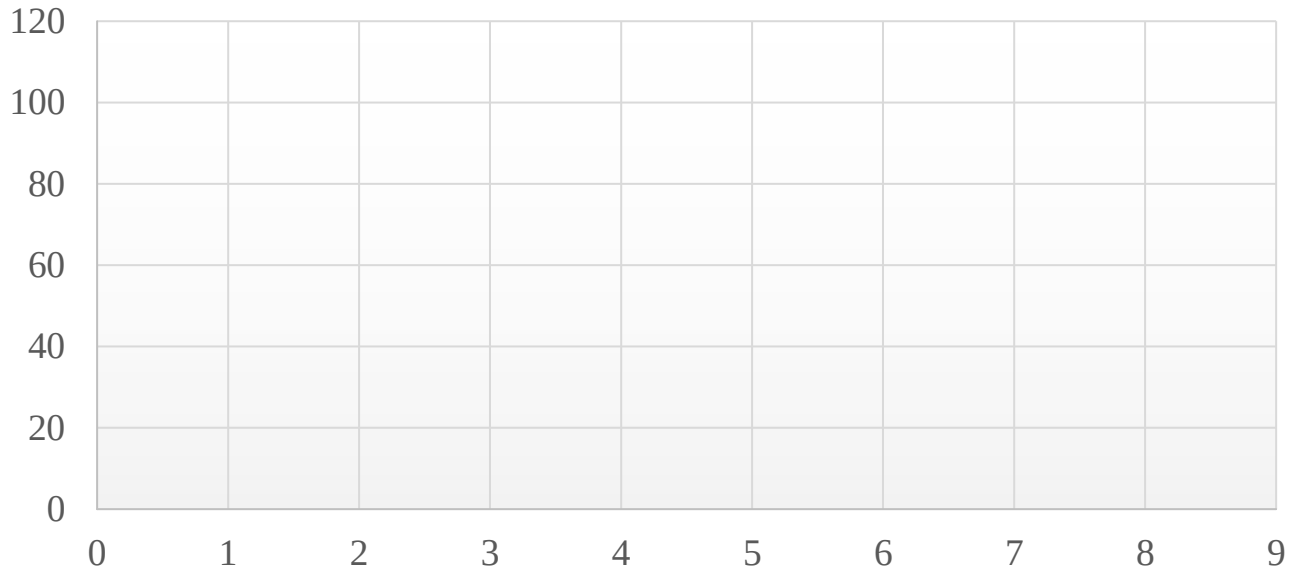


Рис. 3.12. ЗКО, бал vs. Вихід крупи, % (R = -0,93)

Збільшення кількості мучки зумовлювало суттєве підвищення рівня загальної кулінарної якості продукту (рис. 3.13).

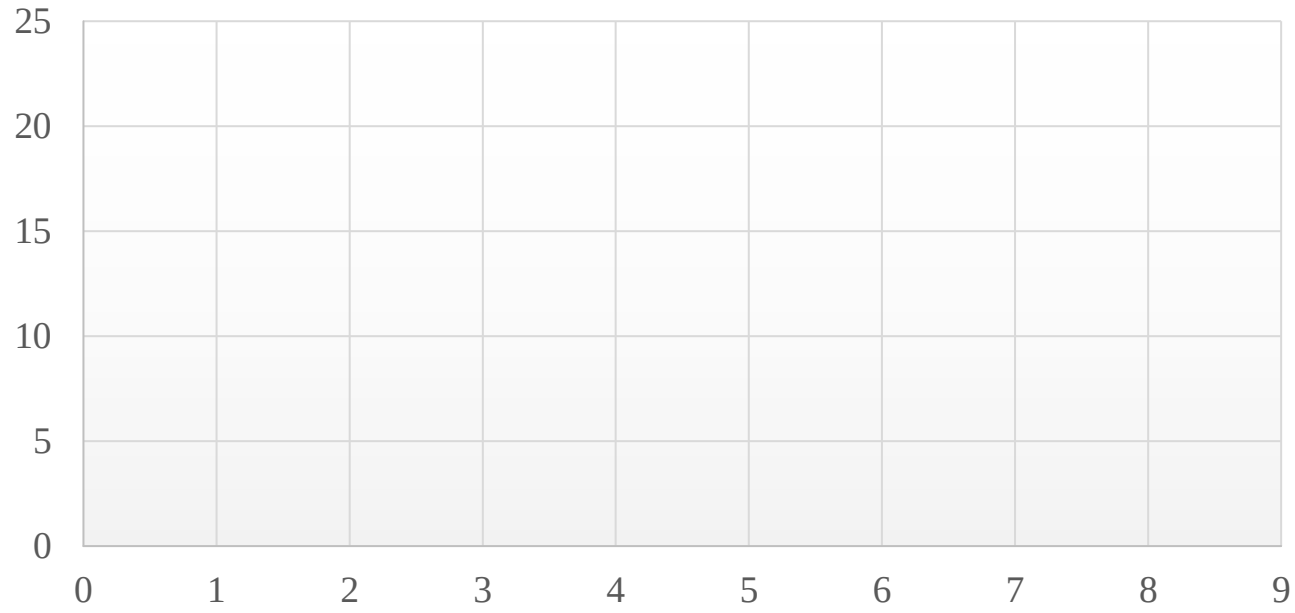


Рис. 3.13. ЗКО, бал vs. Вихід мучки, % (R = 0,93)

Отже, згідно із проведеним первинним обробленням результатів експерименту встановлено їх достатню надійність та можливість до відтворювання. Згідно із проведеними первинними заходами статистичного оброблення виявлені достовірні та сильні зв’язки, що свідчать про наявний вплив параметрів виробництва на критерії, що розглянуто до оптимізації.

3.2. Вплив тривалості лущення на технічні показники

Згідно із попередніми результатами дослідження, найбільший потенційний вплив на показники виробництва зумовлювала тривалість лущення. У результаті збільшення тривалості лущення з 40 до 280 с спостерігали суттєве зменшення виходу крупи в середньому на 12-15 % (рис. 3.14).

Зменшення виходу крупи може бути пояснений збільшення виходу мучки, що утворювалась у наслідок стирання поверхні зерна абразивним матеріалом робочих органів голендера (рис. 3.15).

Під час аналізу показників втрат (механічних або технічних) під час використання різних режимів виробництва крупи, тенденцій виявлено не було.

Це говорить про варіативність та випадковість значень втрат за різних режимів оброблення, що є типовим для виробництва.

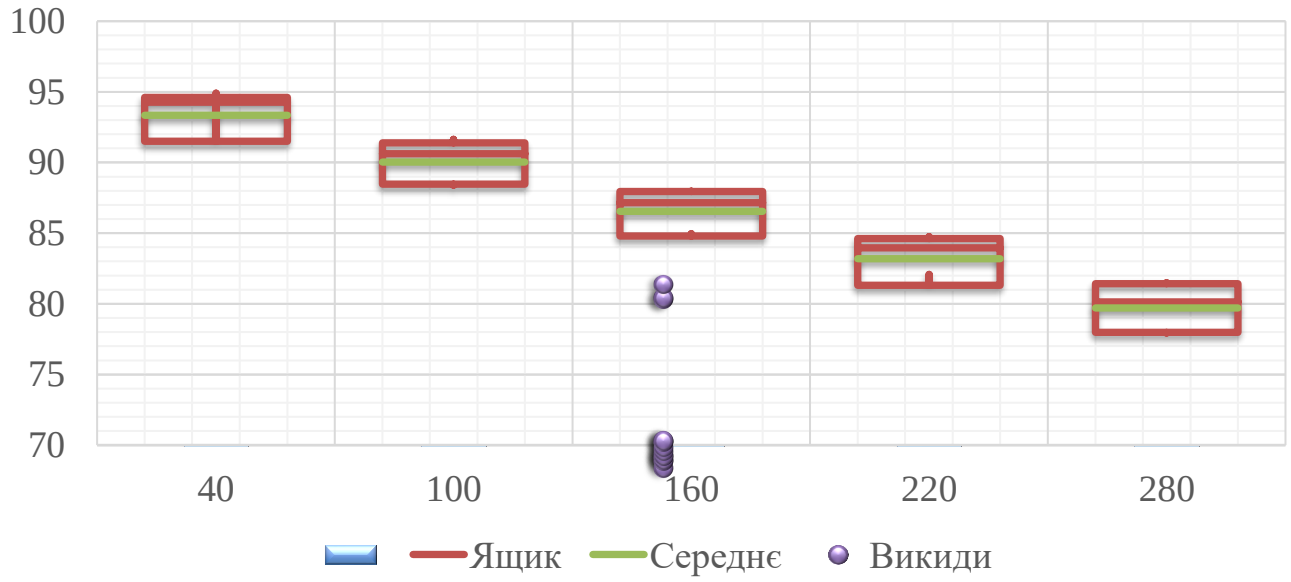


Рис. 3.14. Діаграма типу "ящик з вусами" Вихід крупи, % за Тривалість лущення, с

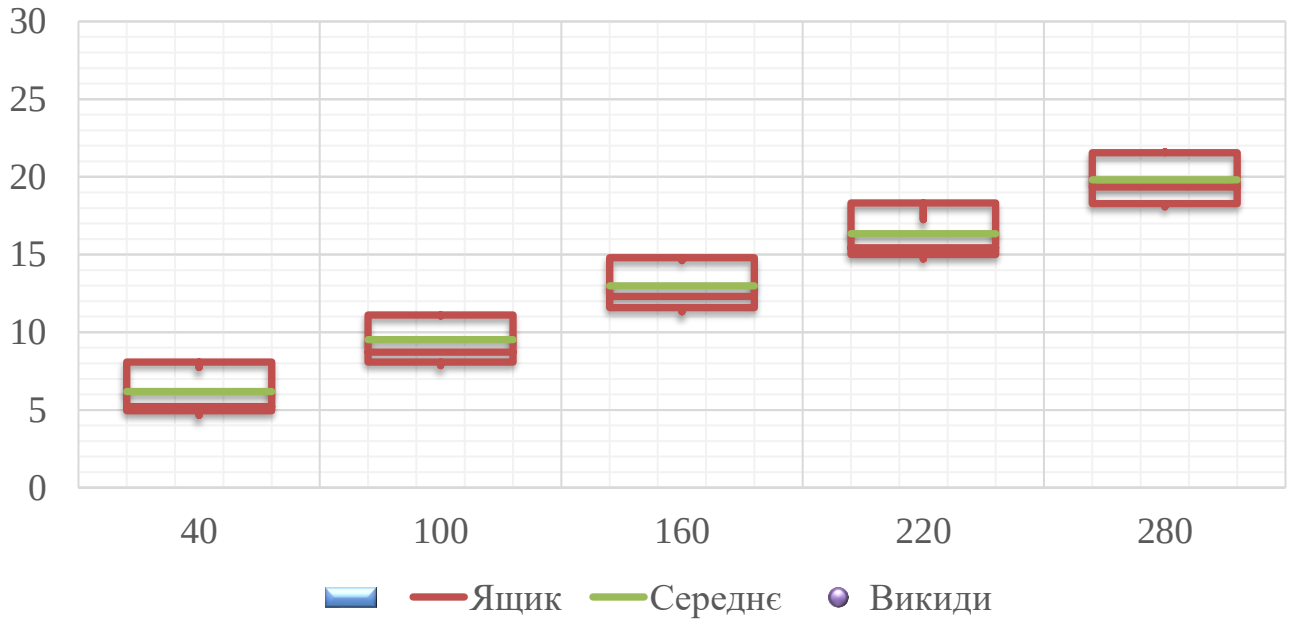


Рис. 3.15. Діаграма типу "ящик з вусами" Вихід мучки, % за Тривалість лущення, с

Збільшення тривалості лузення суттєво покращувало рівень кулінарної якості крупи (рис. 3.17). Мінімальне значення кулінарної оцінки було досить низьким (3,5

бали в середньому), що досягали за тривалості лущення 40 с. За такої тривалості лущення в готовому продукті залишалась значна кількість оболонок. Оболонки в зерні пшениці спельти складаються із клітковини, що є складним та термостабільним вуглеводом. Клітковина пшениці спельти має темний колір, зумовлює зменшення рівня показника кольору.

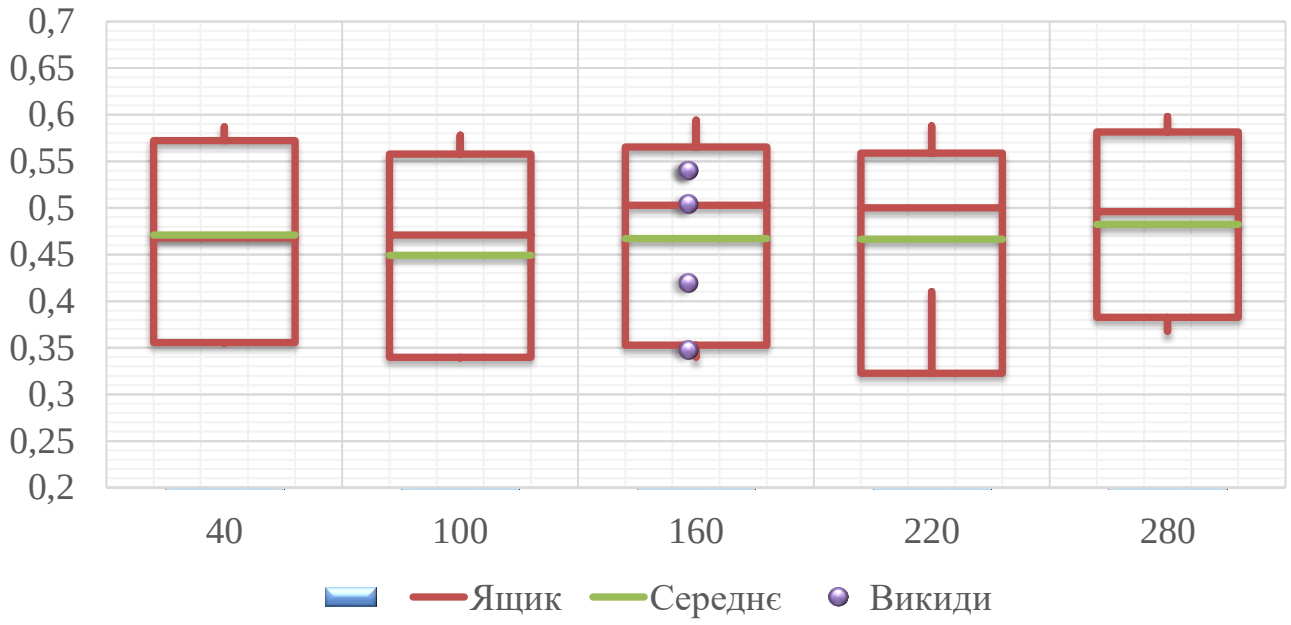


Рис. 3.16. Діаграма типу "ящик з вусами" Втрати, % за Тривалість лущення, с

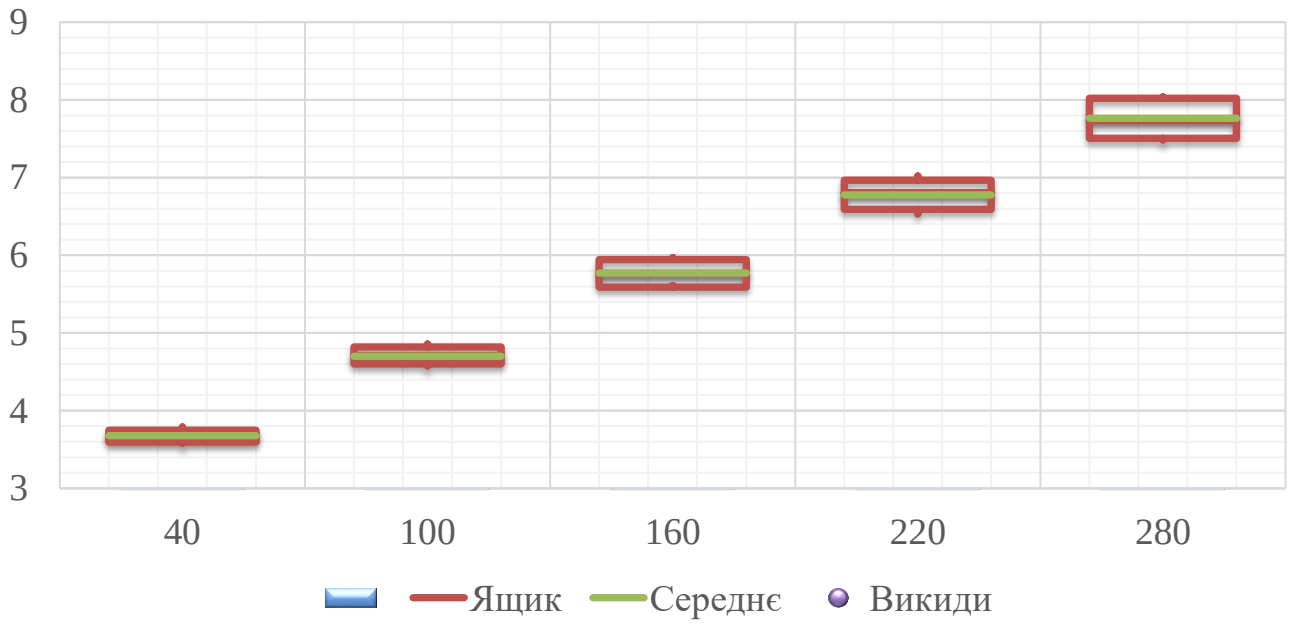


Рис. 3.17. Діаграма типу "ящик з вусами" ЗКО, бал за Тривалість лущення, с

Продукти із значною часткою харчових волокон (клітковини) мають виражений комірний запах. Причиною сторонніх запахів у готовому продукті є сорбційні властивості оболонок, що полягають у здатності сорбувати та утримувати запахи під час зберігання. Найбільше значення для зниження кулінарної якості зумовлювала особливість структури оболонок, що перебували у готовому продукті. Оскільки суть технології полягала у виготовлені крупи лущеної, додаткового здрібнювання не відбувалось, а тому поверхневі шари досить чітко відчувались під час розжовування у зразків із мінімальною тривалістю лущення.

Найкращі показники якості крупи отримано за максимальної тривалості лущення (280 с). За такої тривалості лущення відбувалось майже повне звільнення зерна від поверхневих шарів та частково від зародку. Тому каша, що виготовлена із зразків із максимальним звільненням від оболонок мала найкращі кулінарні якості.

Для отримання проміжних результатів були визначеня найкращі математичні моделі, що описують залежності між тривалістю лущення зерна та виходом крупи й загальною кулінарною якістю (рис. 3.18-3.19).

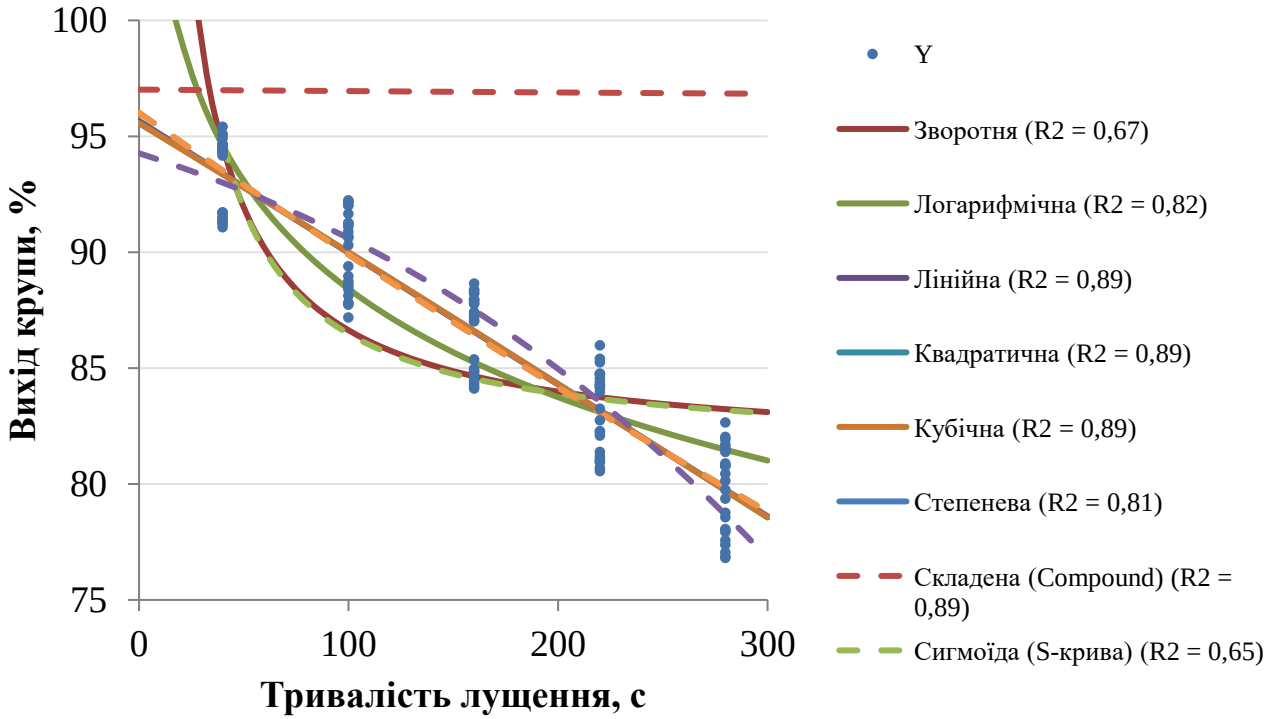


Рис. 3.18.Підгонка моделі виходу крупи залежно від тривалості лущення

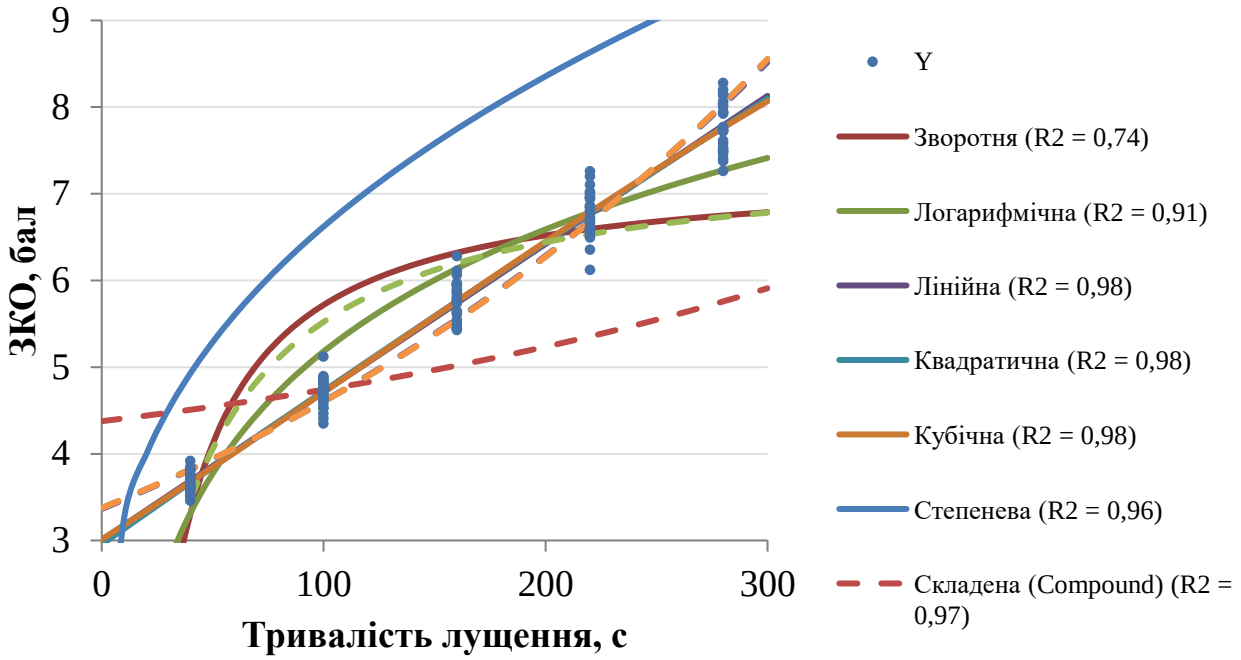


Рис. 3.19.Підгонка моделі ЗКО крупи залежно від тривалості лущення

Для використання отриманих закономірностей під час моделювання або автоматизації процесу, розраховано та обґрунтовано математичні залежності (Додаток Б).

Згідно із розрахунками вплив тривалості відволожування був несуттєвим для формування математичних залежностей, тому рекомендованим є використання мінімального значення тривалості відволожування як оптимального.

3.3. Вплив вологості на технічні показники

Використання водотеплового оброблення зумовлює несуттєвий, проте важливий ефект на круп'яне виробництво. Зазвичай на підприємствах низької продуктивності приріст виходу на 0,5-1 % не суттєве значення, проте зі збільшенням продуктивності вказаний показник приросту набуває вагомості.

Доведено, що вихід крупи за зволожування 15 % і більше був меншим на 2,5 % порівняно із зразками, що зволожували до 13-14 % (рис. 3.20). Протилежна залежність спостерігали під час дослідження виходу мучки залежно від рівня зволожування зерна (рис. 3.21). Втрати суттєво не залежали від рівня зволожування зерна перед лущенням (рис. 3.22).

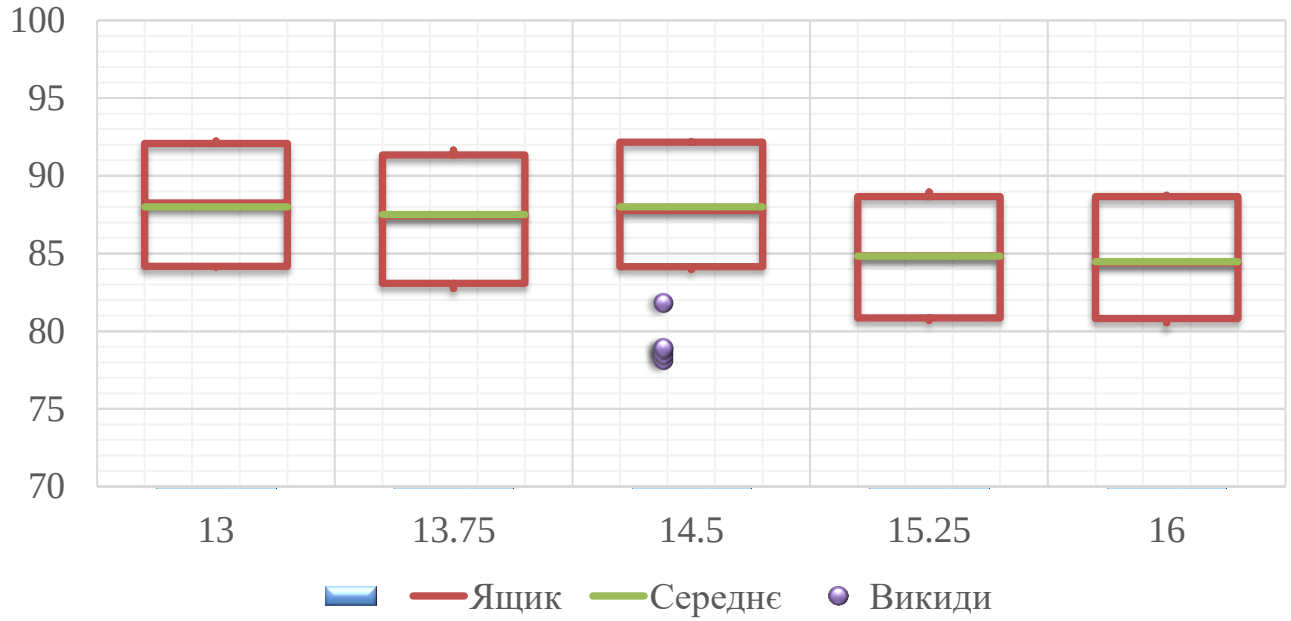


Рис. 3.20. Діаграма типу "ящик з вусами" Вихід крупи, % за Вологість, %

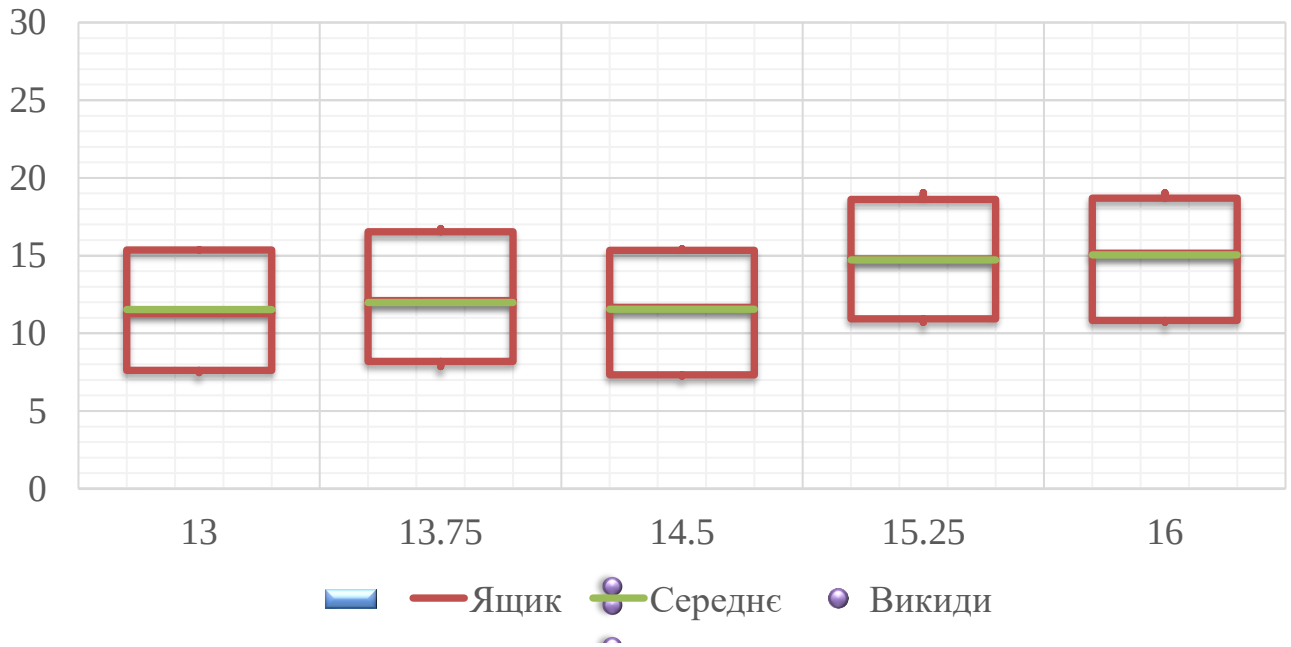


Рис. 3.21. Діаграма типу "ящик з вусами" Вихід мучки, % за Вологість, %

Аналогічно втратам, суттєвих змін рівня кулінарної якості не зафіксовано залежно від рівня зволожування зерна (рис. 3.23). Отримані залежності підтверджують пріоритетний вплив кількості клітковини на рівень кулінарної якості круп’яного продукту.

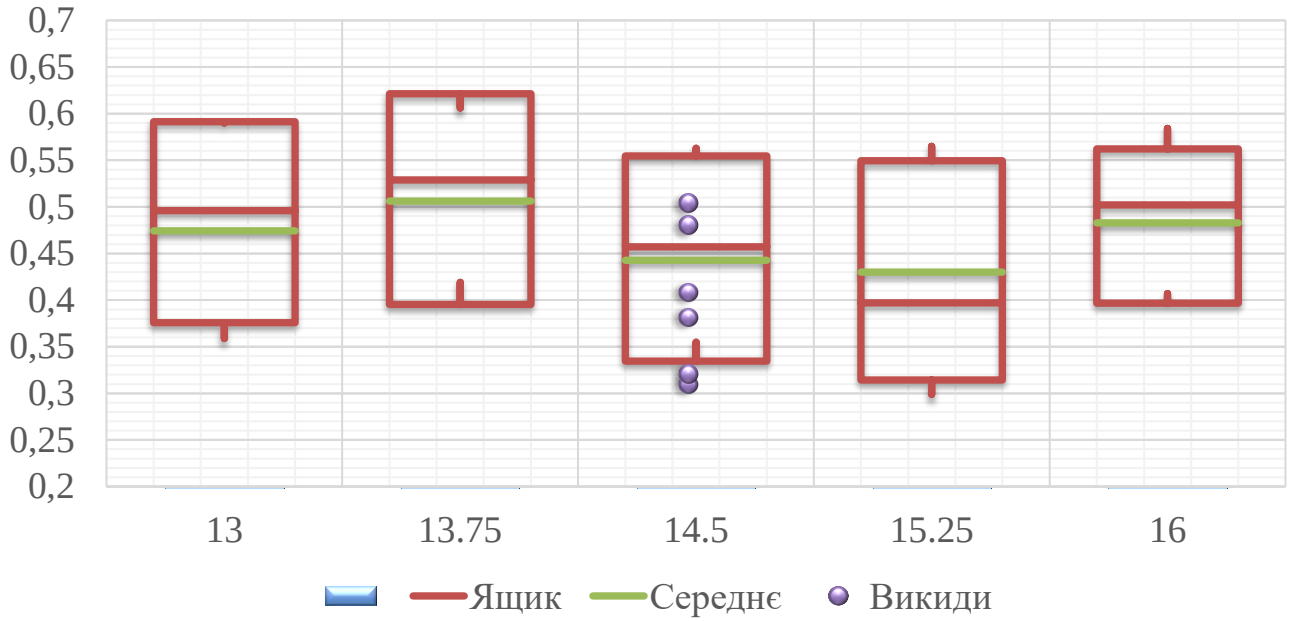


Рис. 3.22. Діаграма типу "ящик з вусами" Втрати, % за Вологість, %

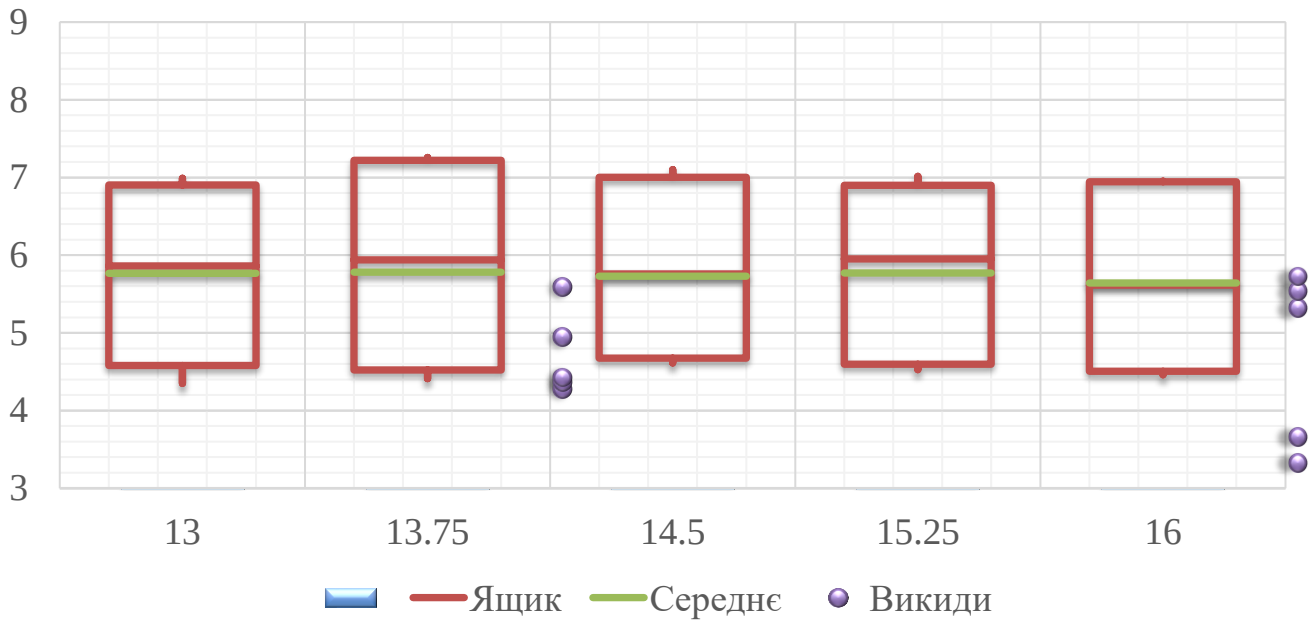


Рис. 3.23. Діаграма типу "ящик з вусами" ЗКО, бал за Вологість, %

Зміна кількості поверхневих шарів у результаті використання зволожування було таким, що не дозволяло відчути такі зміни під час оцінювання рівня кулінарної якості.

Таким чином зволожування крупи мало позитивний ефект на показники виробництва, проте його рівень був досить незначним.

3.4. Вплив тривалості відволожування на технічні показники

Відволожування – важливий та пов'язаний із зволожуванням етап водотеплового оброблення зерна. Волога, що потрапляє на поверхню зерна проникає у внутрішні його частини повільно. Істотно впливає на проникнення вологи умови зволожування. Зволожування та відволожування при низьких температурах вимагають більшої тривалості на проникнення вологи та зміни технологічних властивостей.

За результатами дослідження всьановлено несуттєве зменшення виходу крупи за збільшення тривалості відволожування (рис. 3.24).

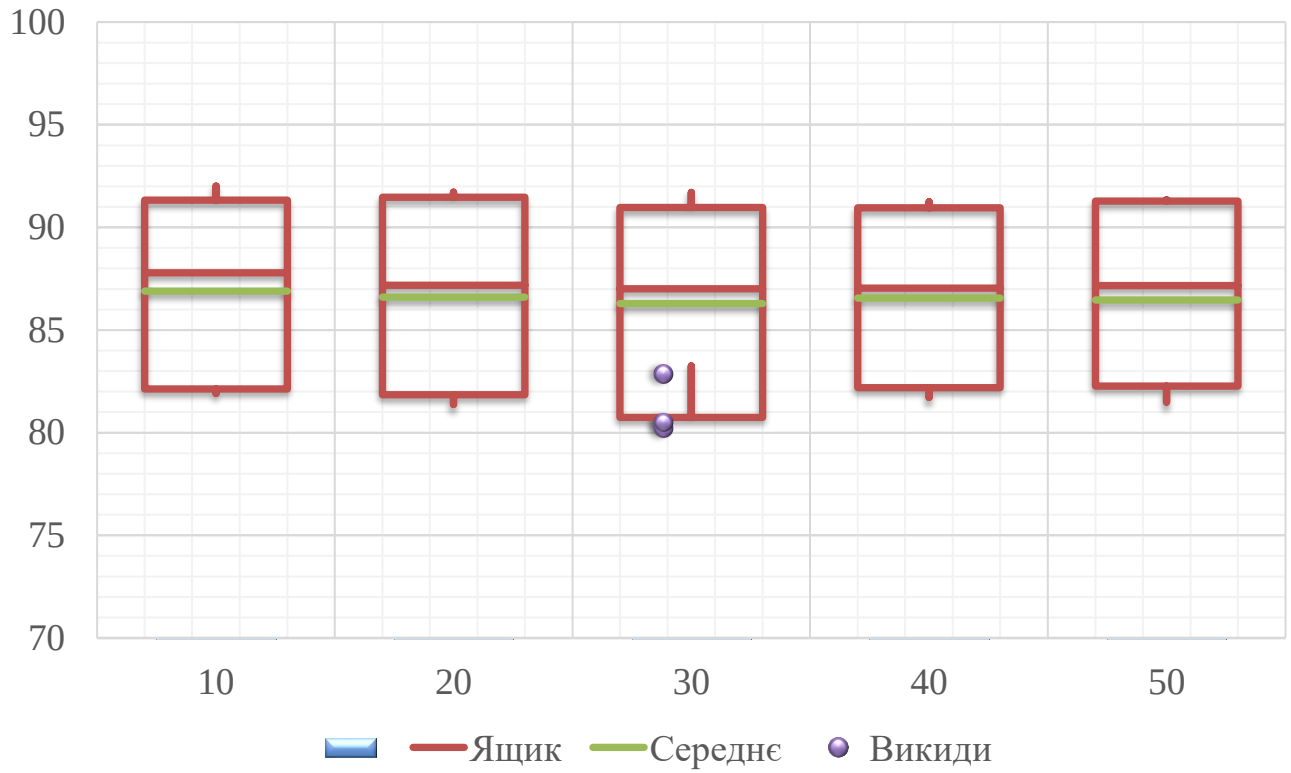


Рис. 3.24. Діаграма типу "ящик з вусами" Вихід крупи, % за Тривалість відволожування, с

При цьому за використання довготривалого відволожування, вихід мучки неістотно підвищувався (рис. 3.25). Втрати виробництва залежно від тривалості відволожування мали випадкові значення (рис. 3.26).

Також мало ймовірною була зміна загальної кулінарної якості продукту за збільшення тривалості відволожування.

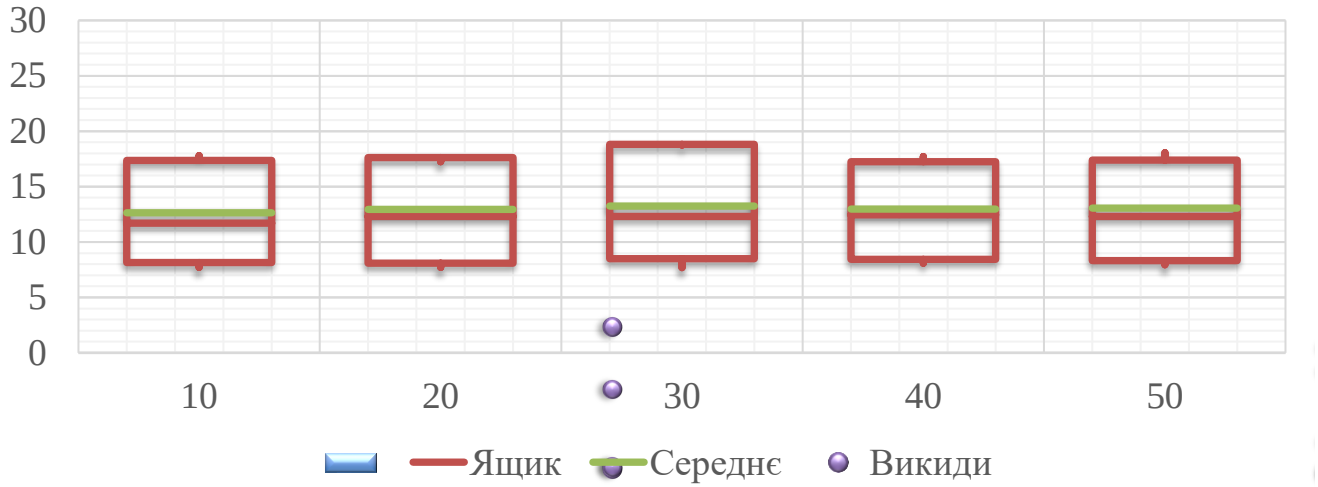


Рис. 3.25. Діаграма типу "ящик з вусами" Вихід мучки, % за Тривалість відволожування, с

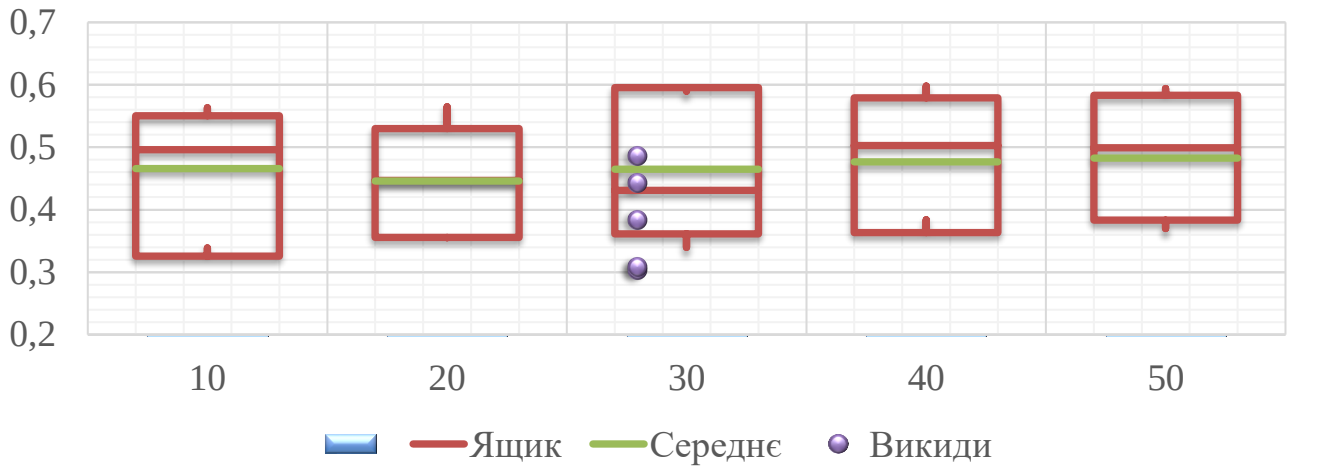


Рис. 3.26. Діаграма типу "ящик з вусами" Втрати, % за Тривалість відволожування, с

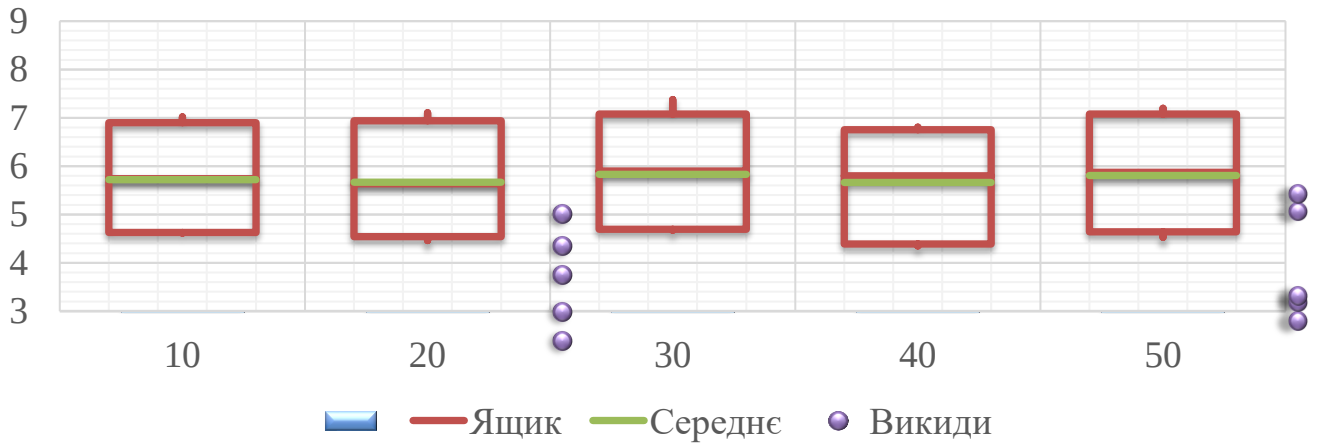


Рис. 3.27. Діаграма типу "ящик з вусами" ЗКО, бал за Тривалість відволожування, с

Отже, на показники круп’яного виробництва суттєвого впливу тривалості відволожування виявлено не було. Оскільки тривалість відволожування – складний процес, що вимагає використання значної кількості виробничого приміщення на розташування бункерів для відволожування, можливість використання короткотривалого оброблення суттєво покращити технічні показники виробництва, зокрема за рахунок зменшення витрат на утримання основних фондів та амортизаційні видатки.

Виключення відволожування повністю нераціональне у зв’язку із особливостями процесу проникнення вологи. Тому виключати відповідний етап повністю не раціонально. Тому рекомендовано використовувати мінімальні значення цього параметру за провадження виробництва крупи із пшениці спельти.

Згідно із проведеними дослідженнями встановлено оптимальні параметри круп’яного виробництва, що дозволять максимально раціонально використовувати сировину.

За виробництва крупи лущеної із зерна пшениці спельти необхідно налаштувати лінію водотеплового оброблення таким чином: зволожування проводити до 15,0-15,5 %, відволожувати впродовж 15-20 хв. Лущити зерно після водотеплового оброблення не менше 220 с. За використання запропонованих режимів можливо отримати вихід продукту не менше 80%, що має кулінарну якість не менше 7 балів.

Запропонована технологія характерна підвищеним виходом крупи у середньому на 20-23% порівняно із традиціними технологіями перероблення зерна пшениці.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Згідно із отриманими оптимальними параметрами круп'яного виробництва, розроблено рекомендовану технологічну схему перероблення зерна пшениці спельти на крупи лущені (рис. 4.1).

Схема передбачає послідовність технологічних операції із зазначенням рекомендованих параметрів машин. Устаткування для схеми рекомендовано використовувати типове, оскільки ключові властивості пшениці спельти та традиційних пшениць – подібні.

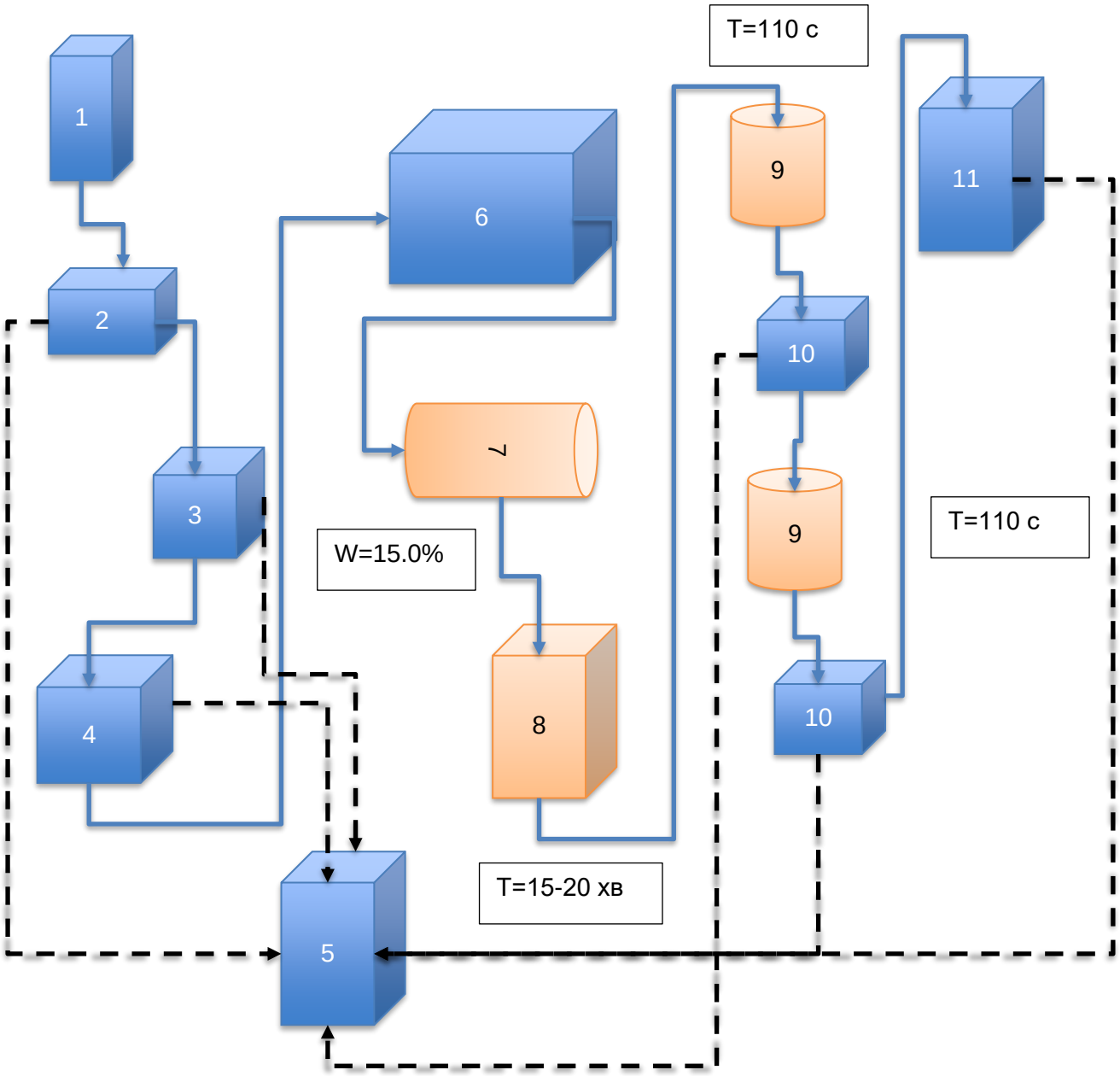


Рис. 4.1. принципова схема технологічного процесу: 1 – оперативний бункер; 2 - сепаратор циліндричний грубого очищення; 3 – ситоповітряний сепаратор

комбінованого типу; 4 – каменевідділювач; 5 – сепаратор для контролю відходів; 6 – трієрний блок; 7 – зволожувальний апарат; 8 – бункер для відволожування; 9 – лущильник; 10 – дуоаспіратор; 11 – розсів.

Технологія виробництва крупів лущених із зерна пшениці спельти полягає у очищенні зерна на комплексі технологічного устаткування (2-6), зволожування в машині 7, відволожування та лущення з проміжним процесом контролю продуктів лущення на машині 10. Отримані продукти розділяють за крупністю на ситовому розсіві 11.

Особливістю технології є високий вихід крупи, порівняно із традиційними технологіями перероблення. За класичних технологій вихід крупи №1 становить 15-20 %. Використання запропонованої технології є можливість отримання виходу крупи, що можна віднести до №1 – 40-50 %. Це дозволяє суттєво збільшити фракцію крупної крупи для подальшого перероблення на крупи плющені, що користуються високою популярністю серед споживачів. Збільшення виходу крупи можливе за рахунок загального скорочення тривалості лущення зерна.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Харчова промисловість – важливий напрям господарювання, що характеризується значною кількістю процесів, що відбуваються із залученням кваліфікованих працівників. Особливістю харчових виробництв є наявність технологічних процесів та умов, що є потенційно небезпечними для життя та здоров'я персоналу. Такі умови можуть бути пов'язані із температурним режимом, використанні електроенергії, значним кінетичним силам, які зумовлені робочими органами технологічного устаткування. На підприємствах харчової промисловості працюють лабораторії, що проводять визначення властивостей сировини та готового продукту за використання шкідливих речовин хімічного походження. Тому важливим на виробництві є організація, моніторинг та дотримання вимог охорони праці для нівелювання зазначених явищ на виробництвах харчової промисловості.

5.1 Організація умов охорони праці на робочому місці

Для дослідження обрано лабораторію діючого елеватора ТОВ УМАНЬНАСІНТРАВ, що займається визначенням технічних показників зернових, бобових та олійних культур (рис. 5.1).

Лабораторія розрахована на одночасну роботу двох лаборантів та завідувача лабораторії. Для завідувача лабораторії передбачено кабінет загальною площею 5,99 м^2. Загальна площа лабораторії становить 21 м^2. Для виконання посадових інструкцій лаборантами передбачено лабораторне устаткування та приладдя, організовані робочі місця. Лабораторія та кабінет завідувача мають природнє та штучні джерела освітлення, проте проведеним аналізом встановлено їх недостатню кількість.

Температура виробничого середовища відповідає діючому нормативу у теплий період року, проте у холодний період зафіксовано значення температури на 6 С менше допустимого рівня.

Порушень вимог охорони праці щодо електробезпеки, пожежної безпеки, наявності парів шкідливих речовин в повітряному просторів виробничої лабораторії не виявлено.

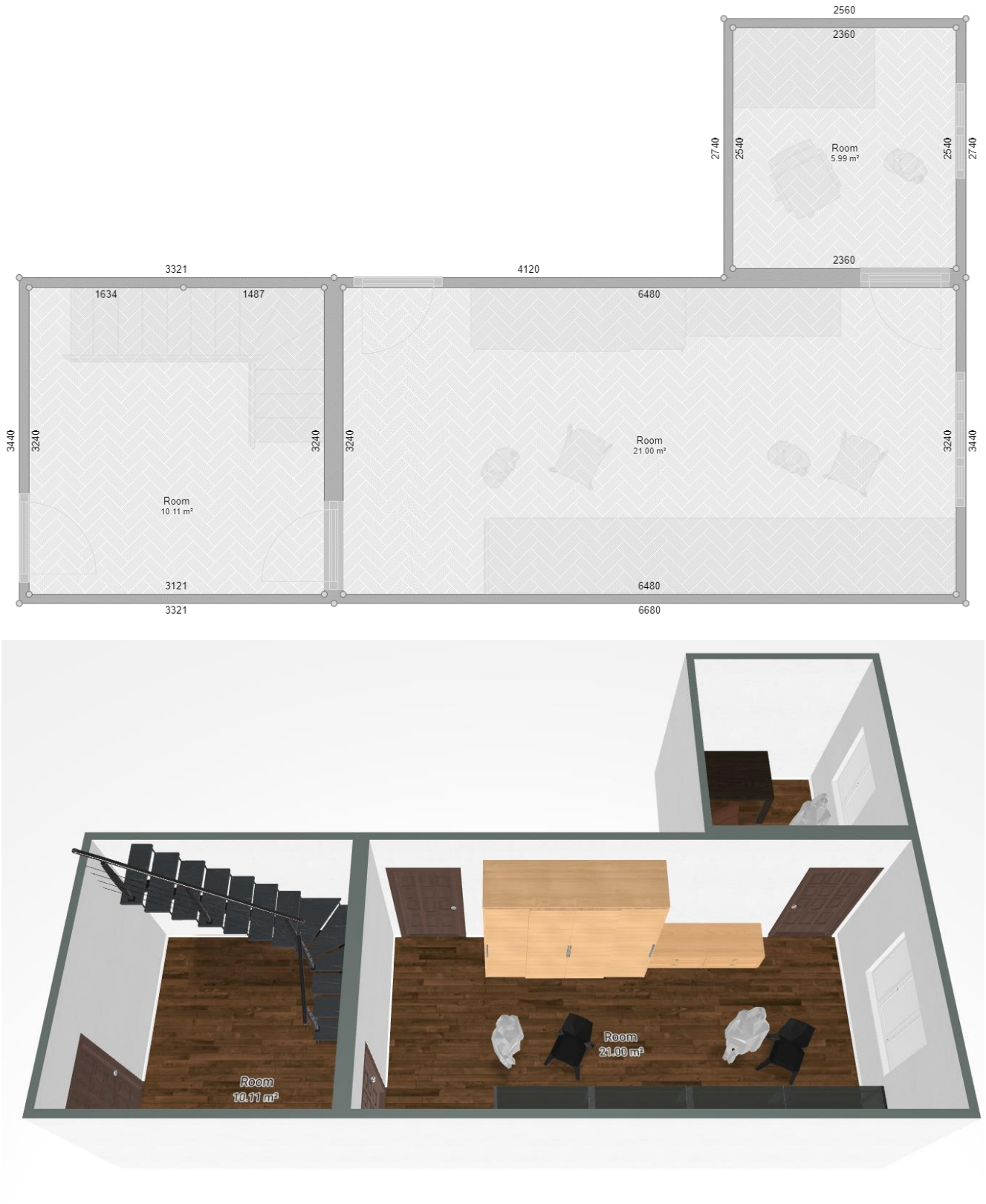


Рис. 5.1 Загальний вигляд лабораторії

Згідно із проведеним аналізом умов виробничого середовища виявлено несуттєві порушення, проте вони знижують працездатність персоналу та можуть бути передумовами до виникнення виробничого травматизму у майбутньому, що вимагає розроблення заходів із охорони праці та їх впровадження на підприємстві.

5.2 Розроблення заходів з охорони праці

Згідно із ідентифікованими порушеннями вимог охорони праці, розроблений план заходів із їх усунення.

Для приведення у норму показників температури виробничого середовища у холодний період року рекомендовано облаштувати систему кондиціювання повітря із мінімальною робочою температурою навколишнього середовища – 15 С. Зважаючи на показники середньомісячної температури регіону, в якому розміщено підприємство запропоноване рішення дозволить проводити ефективне нагрівання повітря робочої зони у холодний період року.

Для збільшення рівня освітлення рекомендовано модернізувати систему освітлення за використання новітніх джерел.

5.3 Моделювання небезпечних ситуацій

Зважаючи на наявність порушень умов виробничого середовища, існує можливість виробничого травматизму (рис. 5.2)



Рис. 5.2 Модель небезпечної ситуації

Отже, дотримання вимог із охорони праці це не тільки вимога законодавства, а й передумова стабільної роботи підприємства. Нині відчутний дефіцит кваліфікованих працівників на підприємствах харчової промисловості. Тому втрата працездатності частини із працівників матиме суттєві негативні наслідки для підприємства. Розроблені заходи із охорони праці, що наведені в розділі 5.2 дозволять виключити можливість виникнення змодельованої у розділі 5.3 небезпечних ситуації й подібних негативних явищ на виробництві.

РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Обрана прогнозована продуктивність лінії – 8 т/добу. Основні розрахунки наведено у Додатку В. Заплановано будівництво заводу аграрного типу із робочими розмірами 24м і 6 м.

Загальна вартість капітальних вкладень становить 9,6 млн. грн за цінами 2023 року, у тому числі частка відрахувань на технологічне устаткування, його монтаж та налагодження становить 0,54 млн. грн. Запланований період роботи заводу – 309 днів.

Річні матеріальні витрати складають 24,1 млн. грн, витрати на оплату праці – 3,7 млн грн, а загальні витрати складають 34,13 млн. грн. загальна сума оборотних коштів підприємства становить 0,98 млн. грн.

Прибуток від реалізації готової продукції становить 9,9 млн грн, що свідчить про рівень рентабельності підприємства 29,18 % (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічні показники підприємства

Показник	Розмірна одиниця	Значення
Прибуток від реалізації сировини	тис. грн/рік	9959,11
Рівень рентабельності продукції	%	29,18
Витрати на 1 грн товарної продукції	-	0,77
Рівень продуктивності праці	т/чол	93,07
Показник фондовіддачі	-	4,58
Чистий прибуток	тис. грн/рік	7967,288
Термін окупності	днів	438
Термін окупності	рік; місяць	1 р. -2 міс.

Термін окупності основних фондів згідно із програмою роботи підприємства становить 1 роки і 2 місяці, тобто знаходиться в короткостроковій перспективі. Враховуючи рівень поширення крупи із зерна пшениці спельти на сучасному ринку, існує висока ймовірність високого попиту на вказаний продукт серед

споживачів. За рахунок більшого на 20-23 % виходу крупи, порівняно із аналогічними технологіями, рівень рентабельності запропонованого виробництва на 9 – 10 % більший.

Тому використання запропонованих технологічних рішень є економічно обґрунтованими й доцільними для використання у промисловості.

ВИСНОВКИ

Вихід крупи за зволожування 15 % і більше зменшується в середньому на 2,5 % порівняно із зразками, зволоженими до 13-14 %. Протилежна залежність наявна для виходу мучки залежно від рівня зволожування зерна. Втрати суттєво не залежать від рівня зволожування зерна перед лущенням. Найкращі показники якості крупи отримують за максимальної тривалості лущення (280 с). За такої тривалості лущення відбувається майже повне звільнення зерна від поверхневих шарів та частково від зародку. Каша, що виготовлена із зразків із максимальним звільненням від оболонок має найкращі кулінарні якості.

Оптимальними режимами круп'яного виробництва є: зволожування до 15,0-15,5 %, відволожування впродовж 15-20 хв. Лущити зерно після водотеплового оброблення не менше 220 с. За використання запропонованих режимів можливо отримати вихід продукту не менше 80%, що має кулінарну якість не менше 7 балів. Запропонована технологія характерна підвищеним виходом крупи у середньому на 20-23% порівняно із традиційними технологіями перероблення зерна пшениці.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За виробництва крупи лущеної із зерна пшениці спельти необхідно налаштувати лінію водотеплового оброблення таким чином: зволожування проводити до 15,0-15,5 %, відволожувати впродовж 15-20 хв. Лущити зерно після водотеплового оброблення не менше 220 с. За використання запропонованих режимів можливо отримати вихід продукту не менше 80%, що має кулінарну якість не менше 7 балів. Запропонована технологія характерна підвищеним виходом крупи у середньому на 20-23% порівняно із традиціними технологіями перероблення зерна пшениці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lin FD, Knabe DA, Tanksley TD Jr. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. J Anim Sci. 1987 Jun;64(6):1655-63. doi: 10.2527/jas1987.6461655x. PMID: 3597180.

2. Żmijewski M, Sokół-Łętowska A, Pejcz E, Orzeł D. Antioxidant activity of rye bread enriched with milled buckwheat groats fractions. Rocz Panstw Zakl Hig. 2015;66(2):115-21. PMID: 26024399.

3. Abdel-Aal EM, Rabalski I. Changes in Phenolic Acids and Antioxidant Properties during Baking of Bread and Muffin Made from Blends of Hairless Canary Seed, Wheat, and Corn. Antioxidants (Basel). 2022 May 26;11(6):1059. doi: 10.3390/antiox11061059. PMID: 35739956; PMCID: PMC9220130.

4. Heaton KW, Marcus SN, Emmett PM, Bolton CH. Particle size of wheat, maize, and oat test meals: effects on plasma glucose and insulin responses and on the rate of starch digestion in vitro. Am J Clin Nutr. 1988 Apr;47(4):675-82. doi: 10.1093/ajcn/47.4.675. PMID: 2451416.

5. Kruse MN, Erdman SL, Puri G, de Groat WC. Differences in Fluorogold and wheat germ agglutinin-horseradish peroxidase labelling of bladder afferent neurons. Brain Res. 1993 Jun 11;613(2):352-6. doi: 10.1016/0006-8993(93)90926-e. PMID: 7514482.

6. Abdel-Aal EM, Mats L, Rabalski I. Identification of Carotenoids in Hairless Canary Seed and the Effect of Baking on Their Composition in Bread and Muffin Products. Molecules. 2022 Feb 15;27(4):1307. doi: 10.3390/molecules27041307. PMID: 35209109; PMCID: PMC8875352.

7. Balinova AM, Mladenova RI, Shtereva DD. Study on the effect of grain storage and processing on deltamethrin residues in post-harvest treated wheat with regard to baby-food safety requirements. Food Addit Contam. 2007 Aug;24(8):896-901. doi: 10.1080/02652030701278313. PMID: 17613077.

8. Stubblefield RD, Shotwell OL, Hesseltine CW, Smith ML, Hall HH. Production of aflatoxin on wheat and oats: measurement with a recording densitometer.

Appl Microbiol. 1967 Jan;15(1):186-90. doi: 10.1128/am.15.1.186-190.1967. PMID: 6031432; PMCID: PMC546866.

9. Groat JI. The amino acid composition of a wheat-based brewing syrup. Biochem J. 1971 Jun;123(2):3P-4P. doi: 10.1042/bj1230003pc. PMID: 5127342; PMCID: PMC1176943.

10. Gatnau R, Zimmerman DR, Nissen SL, Wannemuehler M, Ewan RC. Effects of excess dietary leucine and leucine catabolites on growth and immune responses in weanling pigs. J Anim Sci. 1995 Jan;73(1):159-65. doi: 10.2527/1995.731159x. PMID: 7601729.

11. Pongrac P, Scheers N, Sandberg AS, Potisek M, Arčon I, Kreft I, Kump P, Vogel-Mikuš K. The effects of hydrothermal processing and germination on Fe speciation and Fe bioaccessibility to human intestinal Caco-2 cells in Tartary buckwheat. Food Chem. 2016 May 15;199:782-90. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.12.071. Epub 2015 Dec 18. PMID: 26776035.

12. Balinova A, Mladenova R, Obretenchev D. Effect of grain storage and processing on chlorpyrifos-methyl and pirimiphos-methyl residues in post-harvest-treated wheat with regard to baby food safety requirements. Food Addit Contam. 2006 Apr;23(4):391-7. doi: 10.1080/02652030500438035. PMID: 16546885.

13. Scudamore KA, Baillie H, Patel S, Edwards SG. Occurrence and fate of Fusarium mycotoxins during commercial processing of oats in the UK. Food Addit Contam. 2007 Dec;24(12):1374-85. doi: 10.1080/02652030701509972. PMID: 17906998.

14. Riddell C, Kong XM. The influence of diet on necrotic enteritis in broiler chickens. Avian Dis. 1992 Jul-Sep;36(3):499-503. PMID: 1417581.

15. Friedman HM, Tortolani RE, Glick J, Burtis RT. Spelt is wheat. Allergy Proc. 1994 Jul-Aug;15(4):217-8. doi: 10.2500/108854194778702801. PMID: 7806080.

16. Jolobe OMP. Precautions must be spelt out to mitigate the risk of iatrogenic infection. Am J Emerg Med. 2023 Jul;69:213. doi: 10.1016/j.ajem.2023.03.045. Epub 2023 Mar 29. PMID: 37019761.

17. Mencin M, Markanovič N, Mikulič Petkovšek M, Veberič R, Terpinc P. Bioprocessed Wholegrain Spelt Flour Improves the Quality and Physicochemical Characteristics of Wheat Bread. Molecules. 2023 Apr 13;28(8):3428. doi: 10.3390/molecules28083428. PMID: 37110662; PMCID: PMC10146097.

18. Miransari M, Smith D. Sustainable wheat (Triticum aestivum L.) production in saline fields: a review. Crit Rev Biotechnol. 2019 Dec;39(8):999-1014. doi: 10.1080/07388551.2019.1654973. Epub 2019 Aug 25. PMID: 31448647.

19. Akel W, Thorwarth P, Mirdita V, Weissman EA, Liu G, Würschum T, Longin CFH. Can spelt wheat be used as heterotic group for hybrid wheat breeding? Theor Appl Genet. 2018 Apr;131(4):973-984. doi: 10.1007/s00122-018-3052-3. Epub 2018 Jan 16. PMID: 29340753.

20. Curzon AY, Chandrasekhar K, Nashef YK, Abbo S, Bonfil DJ, Reifen R, Bar-El S, Avneri A, Ben-David R. Distinguishing between Bread Wheat and Spelt Grains Using Molecular Markers and Spectroscopy. J Agric Food Chem. 2019 Apr 3;67(13):3837-3841. doi: 10.1021/acs.jafc.9b00131. Epub 2019 Mar 18. PMID: 30807140.

21. Han Z, Liu Y, Deng X, Liu D, Liu Y, Hu Y, Yan Y. Genome-wide identification and expression analysis of expansin gene family in common wheat (Triticum aestivum L.). BMC Genomics. 2019 Feb 1;20(1):101. doi: 10.1186/s12864-019-5455-1. PMID: 30709338; PMCID: PMC6359794.

22. Korcari D, Ricci G, Quattrini M, Fortina MG. Microbial consortia involved in fermented spelt sourdoughs: dynamics and characterization of yeasts and lactic acid bacteria. Lett Appl Microbiol. 2020 Jan;70(1):48-54. doi: 10.1111/lam.13241. Epub 2019 Nov 29. PMID: 31642537.

23. Zimmermann J, Longin FH, Schweinlin A, Basrai M, Bischoff SC. No Difference in Tolerance between Wheat and Spelt Bread in Patients with Suspected Non-Celiac Wheat Sensitivity. Nutrients. 2022 Jul 7;14(14):2800. doi: 10.3390/nu14142800. PMID: 35889757; PMCID: PMC9319925.

24. Forssell F, Wieser H. Dinkel und Zöliakie [Spelt wheat and celiac disease]. Z Lebensm Unters Forsch. 1995 Jul;201(1):35-9. German. doi: 10.1007/BF01193198. PMID: 7571865.

25. Yunginger JW. Food ingredient labeling: how many ways can wheat be spelt? Allergy Proc. 1994 Jul-Aug;15(4):219-20. doi: 10.2500/108854194778702810. PMID: 7806081.

26. Ruibal-Mendieta NL, Rozenberg R, Delacroix DL, Petitjean G, Dekeyser A, Baccelli C, Marques C, Delzenne NM, Meurens M, Habib-Jiwan JL, Quetin-Leclercq J. Spelt (Triticum spelta L.) and winter wheat (Triticum aestivum L.) wholemeals have similar sterol profiles, as determined by quantitative liquid chromatography and mass spectrometry analysis. J Agric Food Chem. 2004 Jul 28;52(15):4802-7. doi: 10.1021/jf049772v. PMID: 15264918.

27. Abrouk M, Athiyannan N, Müller T, Pailles Y, Stritt C, Roulin AC, Chu C, Liu S, Morita T, Handa H, Poland J, Keller B, Krattinger SG. Population genomics and haplotype analysis in spelt and bread wheat identifies a gene regulating glume color. Commun Biol. 2021 Mar 19;4(1):375. doi: 10.1038/s42003-021-01908-6. PMID: 33742098; PMCID: PMC7979816.

28. Mankevičienė A, Jablonskytė-Raščė D, Maikštėnienė S. Occurrence of mycotoxins in spelt and common wheat grain and their products. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2014;31(1):132-8. doi: 10.1080/19440049.2013.861614. Epub 2014 Jan 10. PMID: 24199659.

29. Bodroža-Solarov M, Grobelnik-Mlakar S, Pezo L, Keleman S, Ilin S, Marić B, Filipčev B. Identification of biomarkers in hydrosoluble extracts from spelt and wheat cultivated in different production systems. J Sci Food Agric. 2021 Jun;101(8):3413-3421. doi: 10.1002/jsfa.10971. Epub 2020 Dec 18. PMID: 33274457.

30. Dvorak J, Deal KR, Luo MC, You FM, von Borstel K, Dehghani H. The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat. J Hered. 2012 May-Jun;103(3):426-41. doi: 10.1093/jhered/esr152. Epub 2012 Feb 29. PMID: 22378960.

31. Mencin M, Jamnik P, Mikulič Petkovšek M, Veberič R, Terpinc P. Improving accessibility and bioactivity of raw, germinated and enzymatic-treated spelt

(Triticum spelta L.) seed antioxidants by fermentation. Food Chem. 2022 Nov 15;394:133483. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133483. Epub 2022 Jun 14. PMID: 35717908.

32. Huertas-García AB, Tabbita F, Alvarez JB, Sillero JC, Ibba MI, Rakszegi M, Guzmán C. Genetic Variability for Grain Components Related to Nutritional Quality in Spelt and Common Wheat. J Agric Food Chem. 2023 Jul 19;71(28):10598-10606. doi: 10.1021/acs.jafc.3c02365. Epub 2023 Jul 2. PMID: 37394748; PMCID: PMC10360148.

33. Warechowska M, Anders A, Warechowski J, Bramowicz M, Markowska-Mendik A, Rejmer W, Tyburski J, Kulesza S. The endosperm microstructure, physical, thermal properties and specific milling energy of spelt (Triticum aestivum ssp. spelta) grain and flour. Sci Rep. 2023 Mar 3;13(1):3629. doi: 10.1038/s41598-023-30285-9. PMID: 36869096; PMCID: PMC9984367.

34. Geisslitz S, America AHP, Scherf KA. Mass spectrometry of in-gel digests reveals differences in amino acid sequences of high-molecular-weight glutenin subunits in spelt and emmer compared to common wheat. Anal Bioanal Chem. 2020 Feb;412(6):1277-1289. doi: 10.1007/s00216-019-02341-9. Epub 2020 Jan 11. PMID: 31927602.

35. Cai Y, Zhang Z, Yang Z, Fang Z, Chen S, Zhang X, Li W, Zhang Y, Zhang H, Sun Z, Zhang Y, Li Y, Liu L, Zhang W, Xue X. Performance of a superamphiphobic self-cleaning passive subambient daytime radiative cooling coating on grain and oil storage structures. Heliyon. 2023 Mar 27;9(4):e14599. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14599. PMID: 37089341; PMCID: PMC10114159.

36. Reed CR, Hagstrum DW, Flinn PW, Allen RF. Wheat in bins and discharge spouts, and grain residues on floors of empty bins in concrete grain elevators as habitats for stored-grain beetles and their natural enemies. J Econ Entomol. 2003 Jun;96(3):996-1004. doi: 10.1603/0022-0493-96.3.996. PMID: 12852647.

37. Kumar J, Mishra A, Kumar A, Kaur G, Sharma H, Kaur S, Sharma S, Devi K, Garg M, Pandey AK, Bishnoi M, Pareek A, Roy J. Whole genome re-sequencing of indian wheat genotypes for identification of genomic variants for grain iron and zinc

content. Mol Biol Rep. 2022 Jul;49(7):7123-7133. doi: 10.1007/s11033-022-07593-w. Epub 2022 Jun 18. PMID: 35717473.

38. Liu Y, Cui J, Peng Y, Lu Y, Yao D, Yang J, He Y. Atmospheric deposition of hazardous elements and its accumulation in both soil and grain of winter wheat in a lead-zinc smelter contaminated area, Central China. Sci Total Environ. 2020 Mar 10;707:135789. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135789. Epub 2019 Nov 26. PMID: 31865082.

39. Cai Y, Zhang Z, Yang Z, Fang Z, Chen S, Zhang X, Li W, Zhang Y, Zhang H, Sun Z, Zhang Y, Li Y, Liu L, Zhang W, Xue X. Performance of a superamphiphobic self-cleaning passive subambient daytime radiative cooling coating on grain and oil storage structures. Heliyon. 2023 Mar 27;9(4):e14599. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14599. PMID: 37089341; PMCID: PMC10114159.

40. Sadhasivam S, Britzi M, Zakin V, Kostyukovsky M, Trostanetsky A, Quinn E, Sionov E. Rapid Detection and Identification of Mycotoxigenic Fungi and Mycotoxins in Stored Wheat Grain. Toxins (Basel). 2017 Sep 25;9(10):302. doi: 10.3390/toxins9100302. PMID: 28946706; PMCID: PMC5666349.

41. Lin FD, Knabe DA, Tanksley TD Jr. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. J Anim Sci. 1987 Jun;64(6):1655-63. doi: 10.2527/jas1987.6461655x. PMID: 3597180.

42. Abdel-Aal EM, Rabalski I. Changes in Phenolic Acids and Antioxidant Properties during Baking of Bread and Muffin Made from Blends of Hairless Canary Seed, Wheat, and Corn. Antioxidants (Basel). 2022 May 26;11(6):1059. doi: 10.3390/antiox11061059. PMID: 35739956; PMCID: PMC9220130.

43. Tutel'ian VA, L'vova LS, Kravchenko LV, Safronova AM, Starovoĭtov ML. O predel'no dopustimykh kontsentratsiiakh zearalenona v produktakh pererabotki zerna [Limiting the allowable concentration of zearalenone in processed grain products]. Vopr Pitan. 2002;71(3):31-6. Russian. PMID: 12227016.

44. Kawatani M, Tanowitz M, de Groat WC. Morphological and electrophysiological analysis of the peripheral and central afferent pathways from the

clitoris of the cat. Brain Res. 1994 May 16;646(1):26-36. doi: 10.1016/0006-8993(94)90054-x. PMID: 7519963.

45. Adamska E, Ostrowska L, Adamska E, Maliszewska K, Citko A, Waszczeniuk M, Przystupa W, Majewski R, Wasilewska A, Milewski R, Krytowski A, Górska M. Róznice w nawykach i preferencjach iywieniowych osob dorosłych w zaleznosci od wieku [Differences in dietary habits and food preferences of adults depending on the age]. Rocz Panstw Zakl Hig. 2012;63(1):73-81. Polish. PMID: 22642073.

46. Steers WD, Mackway-Gerardi AM, Ciambotti J, de Groat WC. Alterations in neural pathways to the urinary bladder of the rat in response to streptozotocin-induced diabetes. J Auton Nerv Syst. 1994 Apr;47(1-2):83-94. doi: 10.1016/0165-1838(94)90069-8. PMID: 7514623.

47. Riddell C, Kong XM. The influence of diet on necrotic enteritis in broiler chickens. Avian Dis. 1992 Jul-Sep;36(3):499-503. PMID: 1417581.

ДОДАТКИ

Додаток А

Додаток Б

Результати дослідження виходу крупи

Тривалість лущення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, с	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дисперсія	Виправлена дисперсія	Середнє квадратичне відхилення	Оцінка середньоквадратичного відхилення,	Коефіцієнт варіації,v
40	13	10	96,18	93,89	95,23	96,31	0,9364	1,2485	0,9677	1,1174	1,0143
100	13	10	92,06	92,49	90,39	93,11	1,0168	1,3558	1,0084	1,1644	1,0959
160	13	10	88,96	88,03	86,07	89,91	2,0151	2,6868	1,4195	1,6391	1,6086
220	13	10	86,61	86,81	83,4	87,08	2,238	2,984	1,496	1,7274	1,74
280	13	10	81,52	82,62	78,28	85,24	6,2305	8,3073	2,4961	2,8822	3,0472
40	13,75	10	93,19	95,06	94,25	95,5	0,7731	1,0307	0,8793	1,0152	0,9305
100	13,75	10	91,79	91,94	90,47	92,41	0,5184	0,6912	0,72	0,8314	0,7856
160	13,75	10	86	89,01	88,43	88,23	1,3077	1,7436	1,1435	1,3205	1,3007
220	13,75	10	82,3	85,24	85,89	85,57	2,0537	2,7382	1,4331	1,6548	1,691
280	13,75	10	79,96	80,41	82,8	83,21	2,0344	2,7126	1,4263	1,647	1,748
40	14,5	10	94,93	94,4	94,68	94,39	0,0499	0,0665	0,2234	0,2579	0,2362
100	14,5	10	91,33	90,18	93,48	90,04	1,897	2,5294	1,3773	1,5904	1,5092
160	14,5	10	85,82	88,02	88,58	88,71	1,351	1,8014	1,1623	1,3422	1,3241
220	14,5	10	83,27	85,14	86,38	86,78	1,8673	2,4897	1,3665	1,5779	1,6003
280	14,5	10	79,18	79,18	82,31	82,86	2,9363	3,9151	1,7136	1,9787	2,1186
40	15,25	10	92,96	90,79	90,55	91,5	0,882	1,1761	0,9391	1,0845	1,0269
100	15,25	10	88,69	88,8	88,89	89,45	0,0859	0,1145	0,2931	0,3384	0,3295
160	15,25	10	86,49	83,32	85,16	86,5	1,6945	2,2593	1,3017	1,5031	1,5248
220	15,25	10	82,87	79,72	82,13	84,22	2,6699	3,5599	1,634	1,8868	1,987
280	15,25	10	79,94	76,24	78,13	80,7	2,9758	3,9677	1,7251	1,9919	2,1905
40	16	10	91,38	90,64	91,01	91,28	0,0821	0,1095	0,2865	0,3309	0,3146
100	16	10	89,14	87,51	89,04	88,76	0,4246	0,5661	0,6516	0,7524	0,7353
160	16	10	85,26	84,64	84	83,35	0,5073	0,6764	0,7122	0,8224	0,8447

220	16	10	82,24	82,05	80,11	79,4	1,4955	1,9941	1,2229	1,4121	1,5107
280	16	10	77,99	75,52	76,57	77,16	0,8092	1,0789	0,8996	1,0387	1,1712
40	13	20	95,5	93,59	93,37	94,19	0,6864	0,9152	0,8285	0,9567	0,8799
100	13	20	93,64	91,22	93,17	90,9	1,4152	1,8869	1,1896	1,3736	1,2898
160	13	20	89,72	87,25	88,57	87,93	0,8276	1,1035	0,9097	1,0505	1,0295
220	13	20	86,44	81,69	85,26	83,17	3,372	4,4959	1,8363	2,1204	2,1824
280	13	20	81,85	78,04	80,12	80,57	1,8798	2,5064	1,3711	1,5832	1,7108
40	13,75	20	95,25	94,8	95,17	95,02	0,0294	0,0391	0,1715	0,1977	0,1804
100	13,75	20	90,57	90,9	91,49	91,81	0,2357	0,3143	0,4855	0,5606	0,5324
160	13,75	20	85,83	88,16	88,71	86,97	1,2356	1,6474	1,1116	1,2835	1,2716
220	13,75	20	82,3	85,41	84,91	85	1,5125	2,0167	1,2298	1,4201	1,457
280	13,75	20	79,01	82,5	80,26	81,46	1,7053	2,2737	1,3059	1,5079	1,6161
40	14,5	20	93,47	95,77	95,59	94,8	0,8219	1,0959	0,9066	1,0469	0,9552
100	14,5	20	91,33	91,74	92,82	92,81	0,4306	0,5742	0,6562	0,7578	0,7119
160	14,5	20	87,22	86,77	87,96	89,12	0,7903	1,0537	0,889	1,0265	1,0129
220	14,5	20	83,11	83,21	85,83	86,78	2,5868	3,4491	1,6084	1,8572	1,8982
280	14,5	20	80,32	79,35	80,91	84,97	4,5883	6,1178	2,142	2,4734	2,6319
40	15,25	20	92,28	91,48	90,62	92,47	0,5359	0,7145	0,7321	0,8453	0,7983
100	15,25	20	89,73	87,1	87,9	89,37	1,1468	1,5291	1,0709	1,2366	1,2097
160	15,25	20	84,62	83,52	82,37	88,31	4,9649	6,6199	2,2282	2,5729	2,6305
220	15,25	20	80,83	81,45	80,6	85,46	3,8935	5,1914	1,9732	2,2785	2,4038
280	15,25	20	77,43	78,62	75,68	80,01	2,5287	3,3716	1,5902	1,8362	2,0404
40	16	20	89,9	91,11	91,91	92,48	0,9376	1,2502	0,9683	1,1181	1,06
100	16	20	85,33	88,01	87,31	88,07	1,2301	1,6401	1,1091	1,2807	1,2722
160	16	20	83,17	84,74	83,45	86,26	1,4976	1,9968	1,2238	1,4131	1,4499
220	16	20	81,4	80,99	78,94	82,85	1,9545	2,606	1,398	1,6143	1,725
280	16	20	77,03	78,47	75,71	78,28	1,2273	1,6364	1,1078	1,2792	1,4318
40	13	30	94	94,1	95,52	94,12	0,3945	0,526	0,6281	0,7253	0,6651
100	13	30	92,48	91,05	89,77	89,44	1,4356	1,9142	1,1982	1,3835	1,3213
160	13	30	88,24	89,34	88,43	85,84	1,6745	2,2327	1,294	1,4942	1,4711
220	13	30	85,05	85,47	83,6	82,69	1,2439	1,6585	1,1153	1,2878	1,3245

280	13	30	80,08	82,32	80,4	78,97	1,4566	1,9422	1,2069	1,3936	1,5003
40	13,75	30	94,91	94,6	93,55	93,96	0,283	0,3774	0,532	0,6143	0,5644
100	13,75	30	90,94	91,65	90,58	89,3	0,7268	0,9691	0,8525	0,9844	0,9408
160	13,75	30	85,36	87,71	87,79	87,2	0,9642	1,2856	0,9819	1,1338	1,1284
220	13,75	30	82,73	82,58	84,05	83,64	0,3778	0,5038	0,6147	0,7098	0,7384
280	13,75	30	78,37	80,38	80,23	78,47	0,8924	1,1898	0,9447	1,0908	1,1904
40	14,5	30	94,95	95,9	94,07	95,44	0,4597	0,6129	0,678	0,7829	0,713
100	14,5	30	92,48	91,13	91,55	92,94	0,5177	0,6903	0,7195	0,8308	0,7819
160	14,5	30	88,68	88,2	87,07	89,53	0,7902	1,0535	0,8889	1,0264	1,0059
220	14,5	30	84,59	84,65	82,47	85,31	1,1419	1,5225	1,0686	1,2339	1,2683
280	14,5	30	80,07	79,88	80,52	82,63	1,201	1,6014	1,0959	1,2655	1,3567
40	15,25	30	91,5	93,19	90,32	91,81	1,0441	1,3922	1,0218	1,1799	1,1142
100	15,25	30	87,55	89,36	87,5	89,16	0,7579	1,0105	0,8706	1,0052	0,9849
160	15,25	30	83,53	86,08	84,63	85,21	0,8582	1,1442	0,9264	1,0697	1,0916
220	15,25	30	80,63	79,97	80,21	81,94	0,5787	0,7716	0,7607	0,8784	0,9428
280	15,25	30	75,38	76,89	78,6	76,6	1,3216	1,7621	1,1496	1,3274	1,4956
40	16	30	91,94	91,57	90,35	92,31	0,5425	0,7233	0,7365	0,8505	0,8045
100	16	30	88,58	90,22	87,35	88,8	1,0379	1,3839	1,0188	1,1764	1,1481
160	16	30	84,48	85,68	83,33	82,99	1,1161	1,4881	1,0565	1,2199	1,2559
220	16	30	80,55	82,88	80,49	78,28	2,6463	3,5285	1,6267	1,8784	2,0195
280	16	30	78,15	79,1	75,83	75,09	2,6856	3,5808	1,6388	1,8923	2,1271
40	13	40	95,09	93,44	95,32	93,72	0,6766	0,9021	0,8226	0,9498	0,8715
100	13	40	89,59	89,88	92,63	91,41	1,5019	2,0025	1,2255	1,4151	1,3485
160	13	40	88,84	87,86	90,14	87,72	0,9362	1,2483	0,9676	1,1173	1,0916
220	13	40	82,59	83,93	87,39	84,33	3,0849	4,1132	1,7564	2,0281	2,0771
280	13	40	80,8	82,54	83,57	81,2	1,2084	1,6112	1,0993	1,2693	1,3402
40	13,75	40	94,23	94,03	95,18	95,17	0,278	0,3707	0,5273	0,6089	0,5571
100	13,75	40	91,08	91,04	91,71	90,59	0,159	0,212	0,3987	0,4604	0,4376
160	13,75	40	87,9	86,96	88,47	88,44	0,3732	0,4976	0,6109	0,7054	0,6947
220	13,75	40	85,57	84,09	83,39	84,12	0,6293	0,8391	0,7933	0,916	0,9411
280	13,75	40	82,26	81,8	80,76	82,05	0,3321	0,4428	0,5763	0,6654	0,7052

40	14,5	40	95,24	94,03	93,75	95,1	0,4218	0,5625	0,6495	0,75	0,6871
100	14,5	40	90,32	88,58	89,14	89,53	0,4008	0,5344	0,6331	0,731	0,7082
160	14,5	40	88,51	85,21	86,38	88,09	1,7619	2,3492	1,3274	1,5327	1,5249
220	14,5	40	85,9	82,76	83,5	83,72	1,3681	1,8241	1,1697	1,3506	1,393
280	14,5	40	82,83	78,35	80,54	81,44	2,6501	3,5334	1,6279	1,8797	2,015
40	15,25	40	91,4	91,57	91,33	90,65	0,1227	0,1636	0,3503	0,4045	0,3839
100	15,25	40	87,67	88,16	87,87	87,47	0,065	0,0867	0,255	0,2944	0,2905
160	15,25	40	84,8	84,1	84,74	85,77	0,3559	0,4745	0,5966	0,6888	0,7031
220	15,25	40	83,45	80,57	79,76	81,72	1,9202	2,5603	1,3857	1,6001	1,7029
280	15,25	40	80,72	78,32	77,63	77,6	1,6274	2,1698	1,2757	1,473	1,6237
40	16	40	90,75	90,82	92,85	90,57	0,8643	1,1524	0,9297	1,0735	1,0189
100	16	40	86,93	86,01	89,15	88,83	1,7062	2,2749	1,3062	1,5083	1,4889
160	16	40	83,41	83,72	86,95	85,8	2,1514	2,8685	1,4668	1,6937	1,7263
220	16	40	81,55	82,3	82,75	82,53	0,2042	0,2722	0,4519	0,5217	0,5492
280	16	40	75,64	78,71	78,6	79,24	1,9906	2,6541	1,4109	1,6291	1,8077
40	13	50	95,2	93,49	92,94	95,48	1,1765	1,5687	1,0847	1,2525	1,1505
100	13	50	91,9	90,87	90,31	91,93	0,4782	0,6376	0,6915	0,7985	0,7578
160	13	50	88,32	85,5	87,69	87,71	1,1501	1,5335	1,0724	1,2383	1,2283
220	13	50	85,41	84,21	83,98	85,38	0,4292	0,5723	0,6551	0,7565	0,773
280	13	50	81,69	80,63	82,64	80,98	0,5905	0,7874	0,7684	0,8874	0,943
40	13,75	50	94,45	93,96	94,84	94	0,1298	0,173	0,3603	0,4159	0,382
100	13,75	50	90,83	89,52	91,43	89,42	0,7352	0,9802	0,8574	0,9901	0,9495
160	13,75	50	86,05	86,06	87,7	88,86	1,4059	1,8745	1,1857	1,3691	1,3603
220	13,75	50	82,75	81,7	82,62	83,93	0,628	0,8373	0,7925	0,915	0,9577
280	13,75	50	78,19	80,06	79,53	81,24	1,1995	1,5994	1,0952	1,2647	1,3732
40	14,5	50	95,06	93,51	95,11	95	0,45	0,6001	0,6708	0,7747	0,7086
100	14,5	50	91,87	91,24	91,83	93,75	0,8917	1,189	0,9443	1,0904	1,0245
160	14,5	50	88,48	86,9	89,04	88,46	0,635	0,8467	0,7969	0,9202	0,9033
220	14,5	50	85,23	84,71	84,33	86,74	0,8396	1,1195	0,9163	1,0581	1,0748
280	14,5	50	82,62	82,11	82,57	83,33	0,1903	0,2537	0,4362	0,5037	0,5277
40	15,25	50	92,41	91,05	92,53	90,79	0,6109	0,8145	0,7816	0,9025	0,8524

100	15,25	50	87,59	89,16	87,92	87,81	0,3746	0,4995	0,612	0,7068	0,6945
160	15,25	50	82,96	83,54	84,35	85,94	1,2558	1,6744	1,1206	1,294	1,3309
220	15,25	50	80,89	80,4	80,86	81,65	0,2011	0,2681	0,4484	0,5178	0,5539
280	15,25	50	77,33	76,95	77,81	79,88	1,2804	1,7072	1,1315	1,3066	1,4508
40	16	50	92,88	90,33	90,25	91,94	1,2349	1,6465	1,1113	1,2832	1,2165
100	16	50	88,5	87,33	88,44	86,98	0,4481	0,5974	0,6694	0,7729	0,7623
160	16	50	84,61	85,44	83,67	84,37	0,3999	0,5332	0,6324	0,7302	0,7482
220	16	50	80,81	81,01	81,13	81,81	0,1412	0,1883	0,3758	0,4339	0,4629
280	16	50	77,33	78,04	77,01	77,88	0,172	0,2294	0,4147	0,479	0,5346
МАКС											3,0472

Результати загальної кулінарної оцінки крупи

Тривалість лущення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, с	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дисперсія	Виправлена дисперсія	Середнє квадратичне відхилення	Оцінка середньоквадратичного відхилення,	Коефіцієнт варіації,v
40	13	10	3,74	3,83	3,43	3,85	0,0283	0,0378	0,1682	0,1944	4,5306
100	13	10	4,63	4,34	5,06	5,39	0,161	0,2147	0,4012	0,4634	8,2636
160	13	10	5,5	5,27	5,74	6,44	0,1921	0,2562	0,4383	0,5062	7,6392
220	13	10	6,46	5,92	7,05	7,33	0,2963	0,395	0,5443	0,6285	8,136
280	13	10	7,45	6,97	8,08	8,38	0,3002	0,4002	0,5479	0,6326	7,0972
40	13,75	10	3,75	3,89	3,62	3,78	0,0093	0,0123	0,0964	0,1109	2,5638
100	13,75	10	5,24	4,89	4,72	4,66	0,0509	0,0679	0,2256	0,2606	4,6253
160	13,75	10	6,15	6,37	6,22	5,7	0,0624	0,0831	0,2498	0,2883	4,0884
220	13,75	10	7,42	6,91	6,96	6,78	0,0583	0,0778	0,2415	0,2789	3,4414
280	13,75	10	8,46	7,94	8,46	7,69	0,1118	0,1491	0,3344	0,3861	4,1094
40	14,5	10	3,34	3,69	3,48	3,89	0,0436	0,0581	0,2088	0,241	5,8
100	14,5	10	4,59	4,26	5,03	4,57	0,0752	0,1003	0,2742	0,3167	5,9447
160	14,5	10	5,36	5,01	5,95	5,84	0,1429	0,1905	0,378	0,4365	6,8231
220	14,5	10	6,13	5,9	6,72	6,66	0,121	0,1613	0,3479	0,4016	5,4766
280	14,5	10	6,77	6,69	8,1	7,49	0,3309	0,4412	0,5752	0,6642	7,9201

40	15,25	10	3,47	3,61	3,85	3,5	0,0223	0,0298	0,1493	0,1726	4,1386
100	15,25	10	4,97	5,15	5,11	4,36	0,1008	0,1344	0,3175	0,3666	6,4829
160	15,25	10	6,01	5,9	6,21	5,76	0,0271	0,0361	0,1646	0,19	2,7571
220	15,25	10	6,59	6,82	7,13	6,83	0,0368	0,049	0,1918	0,2214	2,8031
280	15,25	10	7,96	7,72	8,21	7,8	0,035	0,0467	0,1871	0,2161	2,3616
40	16	10	3,74	3,46	3,42	3,44	0,0171	0,0228	0,1308	0,151	3,7212
100	16	10	4,77	4,38	4,8	4,61	0,0278	0,037	0,1667	0,1924	3,5927
160	16	10	5,23	5,87	5,8	5,55	0,0629	0,0839	0,2508	0,2897	4,4686
220	16	10	6,81	6,91	6,41	6,19	0,0857	0,1143	0,2927	0,3381	4,4483
280	16	10	7,3	7,63	7,7	7,21	0,0437	0,0582	0,209	0,2412	2,8016
40	13	20	3,61	3,86	3,43	4,03	0,0528	0,0704	0,2298	0,2653	6,1567
100	13	20	4,78	4,77	4,42	5,05	0,05	0,0667	0,2236	0,2583	4,7024
160	13	20	6,12	5,94	5,5	5,88	0,051	0,068	0,2258	0,2608	3,8532
220	13	20	7,48	7,04	6,13	6,8	0,2383	0,3178	0,4882	0,5637	7,114
280	13	20	8,16	8,79	7,65	8,02	0,1691	0,2255	0,4112	0,4749	5,0423
40	13,75	20	3,42	3,51	3,69	3,44	0,0113	0,0151	0,1063	0,1229	3,0242
100	13,75	20	4,42	4,4	4,9	4,59	0,0401	0,0535	0,2002	0,2313	4,3736
160	13,75	20	5,81	5,28	5,28	5,4	0,0474	0,0632	0,2177	0,2514	4
220	13,75	20	6,26	6,05	6,28	5,89	0,0258	0,0343	0,1606	0,1852	2,6242
280	13,75	20	7,83	7,12	7,71	6,95	0,1405	0,1873	0,3748	0,4328	5,0632
40	14,5	20	3,78	3,76	3,74	3,68	0,0014	0,0019	0,0374	0,0436	1
100	14,5	20	4,69	4,61	4,69	5,03	0,0263	0,035	0,1622	0,1871	3,4111
160	14,5	20	5,65	5,67	5,23	6,03	0,0803	0,107	0,2834	0,3271	5,0204
220	14,5	20	6,49	7,47	7,03	7,42	0,1541	0,2054	0,3926	0,4532	5,5276
280	14,5	20	7,93	8,2	8,21	8,77	0,0935	0,1246	0,3058	0,353	3,6944
40	15,25	20	3,54	3,68	3,4	3,56	0,0099	0,0132	0,0995	0,1149	2,8068
100	15,25	20	4,81	4,36	4,89	4,47	0,0496	0,0662	0,2227	0,2573	4,8073
160	15,25	20	6,01	5,35	5,41	5,76	0,072	0,096	0,2683	0,3098	4,7634
220	15,25	20	6,8	6,47	6,37	6,49	0,0259	0,0346	0,1609	0,186	2,4631
280	15,25	20	7,78	7,14	7,23	7,96	0,1224	0,1632	0,3499	0,404	4,6483
40	16	20	3,25	3,87	4,15	4,06	0,1233	0,1644	0,3511	0,4055	9,1611

100	16	20	4,73	4,28	4,46	4,38	0,0279	0,0372	0,167	0,1929	3,7423
160	16	20	5,42	5,01	5,53	5,75	0,0722	0,0963	0,2687	0,3103	4,9507
220	16	20	6,44	6,47	6,56	6,98	0,047	0,0626	0,2168	0,2502	3,2786
280	16	20	7,3	7,32	8,15	7,54	0,1181	0,1575	0,3437	0,3969	4,5358
40	13	30	3,71	3,96	3,86	3,73	0,0103	0,0138	0,1015	0,1175	2,6606
100	13	30	4,78	5,12	4,44	4,5	0,0725	0,0967	0,2693	0,311	5,7176
160	13	30	6,13	6,12	5,5	5,86	0,0657	0,0876	0,2563	0,296	4,3422
220	13	30	7,13	7,44	6,49	6,9	0,1201	0,1601	0,3466	0,4001	4,9585
280	13	30	8,03	8,34	7,07	8,33	0,2693	0,359	0,5189	0,5992	6,5332
40	13,75	30	4,21	3,28	3,44	3,57	0,1246	0,1662	0,353	0,4077	9,7379
100	13,75	30	5,18	4,41	4,53	5,18	0,1278	0,1704	0,3575	0,4128	7,4093
160	13,75	30	6,83	6,17	5,71	6,41	0,1641	0,2188	0,4051	0,4678	6,4506
220	13,75	30	7,65	7,05	7	7,33	0,0672	0,0896	0,2592	0,2993	3,5715
280	13,75	30	8,68	8,07	7,7	8,35	0,13	0,1733	0,3606	0,4163	4,3976
40	14,5	30	3,36	3,81	3,47	3,69	0,0314	0,0418	0,1772	0,2045	4,9463
100	14,5	30	4,82	5	4,4	4,77	0,0476	0,0634	0,2182	0,2518	4,5961
160	14,5	30	6,09	6,52	5,59	6,05	0,1084	0,1445	0,3292	0,3801	5,4301
220	14,5	30	7,03	7,39	6,78	6,62	0,0844	0,1126	0,2905	0,3356	4,1769
280	14,5	30	8,46	8,17	7,69	7,44	0,159	0,2119	0,3987	0,4603	5,0214
40	15,25	30	3,74	3,61	3,87	3,61	0,0116	0,0155	0,1077	0,1245	2,9049
100	15,25	30	4,7	4,68	4,79	5,1	0,0283	0,0378	0,1682	0,1944	3,4914
160	15,25	30	5,83	5,43	5,47	5,44	0,0278	0,037	0,1667	0,1924	3,0077
220	15,25	30	6,71	6,46	6,61	6,59	0,0079	0,0106	0,0889	0,103	1,3485
280	15,25	30	8,34	7,82	7,98	7,9	0,0395	0,0527	0,1987	0,2296	2,4806
40	16	30	3,25	3,94	3,64	3,26	0,0828	0,1104	0,2877	0,3323	8,1675
100	16	30	5,01	4,83	4,49	4,36	0,0674	0,0899	0,2596	0,2998	5,5559
160	16	30	5,82	6,2	5,65	5,32	0,1006	0,1341	0,3172	0,3662	5,5189
220	16	30	6,94	7,37	6,6	6,85	0,0772	0,1029	0,2778	0,3208	4,0029
280	16	30	7,05	7,68	7,88	6,9	0,1698	0,2264	0,4121	0,4758	5,5859
40	13	40	3,43	3,88	3,94	3,54	0,0471	0,0628	0,217	0,2506	5,8688
100	13	40	4,15	4,27	4,31	4,67	0,0376	0,0501	0,1939	0,2238	4,4575

160	13	40	5,21	5,62	5,58	5,37	0,0274	0,0366	0,1655	0,1913	3,0395
220	13	40	6,13	6,78	6,83	7,03	0,1142	0,1523	0,3379	0,3903	5,0489
280	13	40	6,84	8	8,27	7,97	0,302	0,4026	0,5495	0,6345	7,0721
40	13,75	40	3,4	3,34	3,99	3,11	0,1054	0,1405	0,3247	0,3748	9,3844
100	13,75	40	3,98	4,54	5,01	4,11	0,163	0,2173	0,4037	0,4662	9,1542
160	13,75	40	5,42	6,02	5,88	5,75	0,0494	0,0658	0,2223	0,2565	3,8544
220	13,75	40	5,97	6,83	7,13	6,05	0,2473	0,3297	0,4973	0,5742	7,6567
280	13,75	40	7,09	7,74	8,13	7,09	0,1975	0,2634	0,4444	0,5132	5,9155
40	14,5	40	4,14	3,64	3,19	3,9	0,124	0,1654	0,3521	0,4067	9,4714
100	14,5	40	5	5,5	4,5	4,34	0,2067	0,2756	0,4546	0,525	9,4023
160	14,5	40	5,65	6,38	5,61	5,55	0,1144	0,1525	0,3382	0,3905	5,8335
220	14,5	40	6,71	7,42	6,31	6,21	0,2263	0,3017	0,4757	0,5493	7,14
280	14,5	40	7,58	8,22	7,66	7,47	0,0838	0,1117	0,2895	0,3342	3,7439
40	15,25	40	3,83	3,74	3,78	3,39	0,03	0,04	0,1732	0,2	4,7001
100	15,25	40	5,17	4,49	4,28	4,17	0,1508	0,2011	0,3883	0,4484	8,5765
160	15,25	40	6,36	5,96	6,19	5,3	0,1621	0,2161	0,4026	0,4649	6,7635
220	15,25	40	6,91	6,48	7,05	6,48	0,0649	0,0866	0,2548	0,2943	3,786
280	15,25	40	7,2	7,69	7,74	7,82	0,0589	0,0785	0,2427	0,2802	3,1882
40	16	40	3,85	3,25	3,72	3,78	0,0555	0,0739	0,2356	0,2718	6,4548
100	16	40	4,88	4,54	4,72	4,68	0,0147	0,0196	0,1212	0,14	2,576
160	16	40	6,24	5,79	5,44	5,8	0,0805	0,1074	0,2837	0,3277	4,8767
220	16	40	6,83	6,57	6,66	7,16	0,0507	0,0676	0,2252	0,26	3,3093
280	16	40	7,91	7,94	7,35	7,68	0,0558	0,0743	0,2362	0,2726	3,0596
40	13	50	3,69	3,47	3,76	3,66	0,0115	0,0154	0,1072	0,1241	2,941
100	13	50	4,58	4,77	4,76	4,67	0,0059	0,0079	0,0768	0,0889	1,6358
160	13	50	6,1	5,52	5,91	5,96	0,0463	0,0617	0,2152	0,2484	3,6645
220	13	50	6,97	6,78	7,04	6,61	0,0282	0,0377	0,1679	0,1942	2,4511
280	13	50	8,21	7,02	8,31	7,46	0,2856	0,3807	0,5344	0,617	6,8955
40	13,75	50	3,71	3,76	3,6	3,88	0,0101	0,0135	0,1005	0,1162	2,689
100	13,75	50	4,81	4,36	4,55	5,47	0,1763	0,235	0,4199	0,4848	8,7525
160	13,75	50	6,28	6,01	5,38	6,09	0,1142	0,1522	0,3379	0,3901	5,6886

220	13,75	50	7,53	6,91	6,65	7,71	0,1889	0,2519	0,4346	0,5019	6,0361
280	13,75	50	8,14	7,95	7,51	8,66	0,1702	0,227	0,4126	0,4764	5,1159
40	14,5	50	3,95	3,58	3,56	4,07	0,0503	0,067	0,2243	0,2588	5,9182
100	14,5	50	4,82	4,62	4,35	5,04	0,0647	0,0862	0,2544	0,2936	5,4041
160	14,5	50	5,61	5,63	5,59	6,21	0,0677	0,0903	0,2602	0,3005	4,5174
220	14,5	50	6,56	6,42	6,17	7,2	0,1446	0,1928	0,3803	0,4391	5,7731
280	14,5	50	7,39	7,25	7,01	8,31	0,2426	0,3235	0,4925	0,5688	6,5754
40	15,25	50	4,04	4,07	3,76	3,5	0,0537	0,0716	0,2317	0,2676	6,0299
100	15,25	50	5,2	4,89	5,59	4,8	0,0957	0,1275	0,3094	0,3571	6,043
160	15,25	50	6,56	5,71	6,05	5,49	0,1628	0,2171	0,4035	0,4659	6,7787
220	15,25	50	7,57	7,07	6,77	6,65	0,1261	0,1681	0,3551	0,41	5,062
280	15,25	50	8,77	8,12	8,15	7,11	0,3541	0,4721	0,5951	0,6871	7,404
40	16	50	3,69	3,89	4,01	4,08	0,0219	0,0292	0,148	0,1709	3,7779
100	16	50	4,43	4,67	4,31	4,71	0,0276	0,0368	0,1661	0,1918	3,6667
160	16	50	5,18	5,87	5,58	5,31	0,0702	0,0936	0,265	0,3059	4,8314
220	16	50	6,71	6,88	7,21	7,02	0,0337	0,045	0,1836	0,2121	2,6398
280	16	50	7,11	7,54	7,87	7,42	0,074	0,0987	0,272	0,3142	3,6339
МАКС											9,7379

Перевірка нормальності

Ряд #1 (Вихід крупи, %)

Розмір вибірки	125		
Середнє	86,57	*Станд. відхилення*	5,13
Медіана	0		
Асиметрія	-0,04	*Асиметрія (Фішера)*	-0,05
Ексцес	1,96		
Ексцес (-3)	-1,04	*Ексцес (Фішера)*	-1,03

Тест	*Значення статистики*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Критерій Шапіро-Уілка	0,96	1,25E-3	відхилена
Шапіро-Франчіа	0,97	5,7E-3	відхилена
Андерсона-Дарлінга	1,26	2,7E-3	відхилена
Крамера-фон Мізеса	0,19	7,21E-3	відхилена
Критерій Колмогорова-Смирнова (Ліліфорса)	0,1	0,01	відхилена
Д'Агостіно Асиметрія	0,22	0,83	Не можна відхилити
Д'Агостіно Ексцес	-4,7	2,57E-6	відхилена
Д'Агостіно загальне	22,16	1,54E-5	відхилена
Жарка-Бера	5,65	0,06	Не можна відхилити

Ряд #2 (Вихід мучки, %)

Розмір вибірки	125		
Середнє	12,97	*Станд. відхилення*	5,12
Медіана	0		
Асиметрія	0,05	*Асиметрія (Фішера)*	0,05
Ексцес	1,96		
Ексцес (-3)	-1,04	*Ексцес (Фішера)*	-1,03

Тест	*Значення статистики*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Критерій Шапіро-Уілка	0,96	1,14E-3	відхилена
Шапіро-Франчіа	0,97	5,14E-3	відхилена
Андерсона-Дарлінга	1,3	2,15E-3	відхилена
Крамера-фон Мізеса	0,2	5,91E-3	відхилена
Критерій Колмогорова-Смирнова (Ліліфорса)	0,11	3,82E-3	відхилена
Д'Агостіно Асиметрія	0,23	0,82	Не можна відхилити
Д'Агостіно Ексцес	-4,72	2,33E-6	відхилена

Д'Агостіно загальне			22,35	1,4E-5	відхилена
Жарка-Бера			5,68	0,06	Не можна відхилити

Ряд #3 (Втрати, %)

Розмір вибірки	125		
Середнє	0,47	*Станд. відхилення*	0,13
Медіана	0		
Асиметрія	-0,18	*Асиметрія (Фішера)*	-0,18
Ексцес	1,93		
Ексцес (-3)	-1,07	*Ексцес (Фішера)*	-1,07

Тест	*Значення статистики*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Критерій Шапіро-Уілка	0,96	5,97E-4	відхилена
Шапіро-Франчіа	0,96	3,19E-3	відхилена
Андерсона-Дарлінга	1,28	2,36E-3	відхилена
Крамера-фон Мізеса	0,19	7,7E-3	відхилена
Критерій Колмогорова-Смирнова (Ліліфорса)	0,08	0,05	відхилена
Д'Агостіно Асиметрія	0,84	0,4	Не можна відхилити
Д'Агостіно Ексцес	-5,1	3,44E-7	відхилена
Д'Агостіно загальне	26,7	1,59E-6	відхилена
Жарка-Бера	6,66	0,04	відхилена

Ряд #4 (ЗКО, бал)

Розмір вибірки	125		
Середнє	5,74	*Станд. відхилення*	1,47
Медіана	0		
Асиметрія	6,65E-3	*Асиметрія (Фішера)*	6,73E-3

Ексцес	1,74		
Ексцес (-3)	-1,26	*Ексцес (Фішера)*	-1,26

Тест	*Значення статистики*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Критерій Шапіро-Уілка	0,94	2,2E-5	відхилена
Шапіро-Франчіа	0,95	1,7E-4	відхилена
Андерсона-Дарлінга	2,07	2,75E-5	відхилена
Крамера-фон Мізеса	0,28	5,65E-4	відхилена
Критерій Колмогорова-Смирнова (Ліліфорса)	0,12	1,08E-3	відхилена
Д'Агостіно Асиметрія	0,03	0,97	Не можна відхилити
Д'Агостіно Ексцес	-8,	0	відхилена
Д'Агостіно загальне	64,01	0,	відхилена
Жарка-Бера	8,28	0,02	відхилена

Коефіцієнти кореляції

R	**Тривалість лущення, с**	**Вологість, %**	**Тривалість відволожування, с**	**Вихід крупи, %**	**Вихід мучки, %**	**Втрати, %**	**ЗКО, бал**
Тривалість лущення, с *Станд. похибка R* *t* *p-значення (1-сторон.)*	1						
Вологість, % *Станд. похибка R* *t*	0 8,13E-3 0	1					

p-значення (1-сторон.)	0,5						
Тривалість відволожування, с	0	0	1				
Станд. похибка R	8,13E-3	8,13E-3					
t	0	0					
p-значення (1-сторон.)	0,5	0,5					
Вихід крупи, %	**-0,94**	**-0,27**	-0,02	1			
Станд. похибка R	8,76E-4	7,54E-3	8,13E-3				
t	-31,91	-3,1	-0,28				
p-значення (1-сторон.)	0	1,21E-3	0,39				
Вихід мучки, %	**0,94**	**0,27**	0,02	**-1,**	1		
Станд. похибка R	8,87E-4	7,53E-3	8,13E-3	4,93E-6			
t	31,69	3,12	0,26	-450,39			
p-значення (1-сторон.)	0	1,13E-3	0,4	0			
Втрати, %	0,05	-0,07	0,07	-0,03	5,99E-3	1	
Станд. похибка R	8,11E-3	8,09E-3	8,09E-3	8,12E-3	8,13E-3		
t	0,5	-0,74	0,81	-0,34	0,07		
p-значення (1-сторон.)	0,31	0,23	0,21	0,37	0,47		
ЗКО, бал	**0,99**	-0,03	0,02	**-0,93**	**0,93**	0,03	1
Станд. похибка R	1,82E-4	8,12E-3	8,13E-3	1,08E-3	1,08E-3	8,12E-3	
t	73,33	-0,28	0,18	-28,39	28,33	0,3	
p-значення (1-сторон.)	0	0,39	0,43	0	0	0,38	

VAR vs. VAR	*R*	*N*	*p-значення*
Вихід мучки, % vs. Вихід крупи, %	-1,	125	0
ЗКО, бал vs. Тривалість лущення, с	0,99	125	0
Вихід крупи, % vs. Тривалість лущення, с	-0,94	125	0
Вихід мучки, % vs. Тривалість лущення, с	0,94	125	0
ЗКО, бал vs. Вихід крупи, %	-0,93	125	0
ЗКО, бал vs. Вихід мучки, %	0,93	125	0
Вихід мучки, % vs. Вологість, %	0,27	125	1,13E-3
Вихід крупи, % vs. Вологість, %	-0,27	125	1,21E-3
Втрати, % vs. Тривалість відволожування, с	0,07	125	0,21
Втрати, % vs. Вологість, %	-0,07	125	0,23
Втрати, % vs. Тривалість лущення, с	0,05	125	0,31
Втрати, % vs. Вихід крупи, %	-0,03	125	0,37
ЗКО, бал vs. Втрати, %	0,03	125	0,38
ЗКО, бал vs. Вологість, %	-0,03	125	0,39
Вихід крупи, % vs. Тривалість відволожування, с	-0,02	125	0,39
Вихід мучки, % vs. Тривалість відволожування, с	0,02	125	0,4
ЗКО, бал vs. Тривалість відволожування, с	0,02	125	0,43
Втрати, % vs. Вихід мучки, %	5,99E-3	125	0,47
Тривалість відволожування, с vs. Вологість, %	0	125	0,5
Вологість, % vs. Тривалість лущення, с	0	125	0,5
Тривалість відволожування, с vs. Тривалість лущення, с	0	125	0,5

Підгонка кривих

Описова статистика

Змінна	*Середнє*	*Стандартне відхилення*	*N*
Вихід крупи, %	86,57	5,13	125

Зворотня

R	**0,82**	***R-квадрат***	**0,67**
Нормований R-квадрат	0,66	*S*	2,97

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	2 174,47	2 174,47	246,57	0
Залишок	123	1 084,72	8,82		
Всього	124	3 259,19			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	81,34	0,43	190,94	0,	*відхилена*
1 / Тривалість лущення, с	529,64	33,73	15,7	0,	*відхилена*

Логарифмічна

R	**0,91**	***R-квадрат***	**0,82**
Нормований R-квадрат	0,82	*S*	2,16

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	2 683,78	2 683,78	573,69	0
Залишок	123	575,41	4,68		
Всього	124	3 259,19			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	119,43	1,39	86,18	0,	*відхилена*
Ln(Тривалість лущення, с)	-6,74	0,28	-23,95	0,	*відхилена*

Лінійна

R	**0,94**	***R-квадрат***	**0,89**
Нормований R-квадрат	0,89	*S*	1,69

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	2 907,86	2 907,86	1 018,04	0
Залишок	123	351,33	2,86		
Всього	124	3 259,19			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	95,66	0,32	296,49	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	-0,06	1,78E-3	-31,91	0,	*відхилена*

Квадратична

R	**0,94**	***R-квадрат***	**0,89**
Нормований R-квадрат	0,89	*S*	1,7

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	2	2 907,94	1 453,97	505,	0
Залишок	122	351,25	2,88		
Всього	124	3 259,19			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	95,58	0,57	169,02	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	-0,06	8,26E-3	-6,72	6,04E-10	*відхилена*
Тривалість лущення, с ^ 2	-4,1E-6	2,52E-5	-0,16	0,87	*прийнята*

Кубічна

R	**0,94**	***R-квадрат***	**0,89**
Нормований R-квадрат	0,89	*S*	1,7

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	3	2 907,94	969,31	333,91	0
Залишок	121	351,25	2,9		
Всього	124	3 259,19			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*

Y-перетин (intercept)	95,56	1,05	90,61	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	-0,05	0,03	-1,95	0,05	*прийнята*
Тривалість лущення, с ^ 2	-8,97E-6	2,01E-4	-0,04	0,96	*прийнята*
Тривалість лущення, с ^ 3	1,01E-8	4,16E-7	0,02	0,98	*прийнята*

Степенева

R	**0,9**	***R-квадрат***	**0,81**
Нормований R-квадрат	0,81	*S*	0,03

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	0,36	0,36	527,49	0
Залишок	123	0,08	6,74E-4		
Всього	124	0,44			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	126,15	2,1	60,11	0,	*відхилена*
Ln(Тривалість лущення, с)	-0,08	3,38E-3	-22,97	0,	*відхилена*

Складена (Compound)

R	**0,94**	***R-квадрат***	**0,89**
Нормований R-квадрат	0,89	*S*	0,02

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*

Регресія	1	0,39	0,39	992,88	0
Залишок	123	0,05	3,93E-4		
Всього	124	0,44			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	96,01	0,36	264,25	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	1,	2,09E-5	47 858,61	0	*відхилена*

Сигмоїда (S-крива)

R	**0,81**	***R-квадрат***	**0,65**
Нормований R-квадрат	0,65	*S*	0,04

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	0,28	0,28	227,72	0
Залишок	123	0,15	1,25E-3		
Всього	124	0,44			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	4,4	5,07E-3	867,39	0,	*відхилена*
1 / Тривалість лущення, с	6,06	0,4	15,09	0,	*відхилена*

Логістична (U = 100)

R	**0,93**	***R-квадрат***	**0,86**

Нормований R-квадрат	0,86	*S*	0,18

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	25,65	25,65	770,37	0
Залишок	123	4,1	0,03		
Всього	124	29,75			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	6,08E-4	2,12E-5	28,71	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	1,01	1,93E-4	5 199,08	0	*відхилена*

Росту

R	**0,94**	***R-квадрат***	**0,89**
Нормований R-квадрат	0,89	*S*	0,02

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	0,39	0,39	992,88	0
Залишок	123	0,05	3,93E-4		
Всього	124	0,44			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	4,56	3,78E-3	1 206,19	0,	*відхилена*

Тривалість лущення, с	-6,58E-4		2,09E-5	-31,51	0, *відхилена*

Експоненціальна

R	**0,94**	***R-квадрат***	**0,89**
Нормований R-квадрат	0,89	*S*	0,02

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	0,39	0,39	992,88	0
Залишок	123	0,05	3,93E-4		
Всього	124	0,44			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	96,01	0,36	264,25	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	-6,58E-4	2,09E-5	-31,51	0,	*відхилена*

Підгонка кривих

Описова статистика

Змінна	*Середнє*	*Стандартне відхилення*	*N*
ЗКО, бал	5,74	1,47	125

Зворотня

R	**0,86**	***R-квадрат***	**0,74**
Нормований R-квадрат	0,74	*S*	0,75

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	199,29	199,29	353,99	0
Залишок	123	69,25	0,56		
Всього	124	268,54			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	7,32	0,11	68,03	0,	*відхилена*
1 / Тривалість лущення, с	-160,34	8,52	-18,81	0,	*відхилена*

Логарифмічна

R	**0,95**	***R-квадрат***	**0,91**
Нормований R-квадрат	0,91	*S*	0,44

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	244,27	244,27	1 238,18	0
Залишок	123	24,27	0,2		
Всього	124	268,54			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	-4,18	0,28	-14,68	0,	*відхилена*
Ln(Тривалість лущення, с)	2,03	0,06	35,19	0,	*відхилена*

Лінійна

R	**0,99**	***R-квадрат***	**0,98**
Нормований R-квадрат	0,98	*S*	0,22

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	262,53	262,53	5 376,83	0
Залишок	123	6,01	0,05		
Всього	124	268,54			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	3,01	0,04	71,25	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	0,02	2,33E-4	73,33	0,	*відхилена*

Квадратична

R	**0,99**	***R-квадрат***	**0,98**
Нормований R-квадрат	0,98	*S*	0,22

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	2	262,57	131,28	2 682,32	0
Залишок	122	5,97	0,05		
Всього	124	268,54			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	2,95	0,07	40,08	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	0,02	1,08E-3	16,68	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с ^ 2	-2,76E-6	3,28E-6	-0,84	0,4	*прийнята*

Кубічна

R	**0,99**	***R-квадрат***	**0,98**
Нормований R-квадрат	0,98	*S*	0,22

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	3	262,58	87,53	1 777,15	0
Залишок	121	5,96	0,05		
Всього	124	268,54			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	3,01	0,14	21,92	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	0,02	3,66E-3	4,44	1,99E-5	*відхилена*
Тривалість лущення, с ^ 2	9,96E-6	2,62E-5	0,38	0,7	*прийнята*
Тривалість лущення, с ^ 3	-2,65E-8	5,42E-8	-0,49	0,63	*прийнята*

Степенева

R	**0,98**	***R-квадрат***	**0,96**
Нормований R-квадрат	0,96	*S*	0,06

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	8,54	8,54	2 683,53	0
Залишок	123	0,39	3,18E-3		
Всього	124	8,93			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	0,87	0,03	27,67	0,	*відхилена*
Ln(Тривалість лущення, с)	0,38	7,34E-3	51,8	0,	*відхилена*

Складена (Compound)

R	**0,98**	***R-квадрат***	**0,97**
Нормований R-квадрат	0,97	*S*	0,05

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	8,64	8,64	3 700,21	0
Залишок	123	0,29	2,34E-3		
Всього	124	8,93			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	3,38	0,03	108,38	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	1,	5,11E-5	19 628,05	0	*відхилена*

Сигмоїда (S-крива)

R	**0,91**	***R-квадрат***	**0,83**
Нормований R-квадрат	0,82	*S*	0,11

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	7,37	7,37	581,76	0
Залишок	123	1,56	0,01		
Всього	124	8,93			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	2,02	0,02	124,91	0,	*відхилена*
1 / Тривалість лущення, с	-30,84	1,28	-24,12	0,	*відхилена*

Логістична (U = 100)

R	**0,98**	***R-квадрат***	**0,97**
Нормований R-квадрат	0,97	*S*	0,05

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	9,68	9,68	3 854,28	0
Залишок	123	0,31	2,51E-3		
Всього	124	9,99			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	0,29	2,75E-3	104,5	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	1,	5,27E-5	18 925,9	0	*відхилена*

Росту

R	**0,98**	***R-квадрат***	**0,97**
Нормований R-квадрат	0,97	*S*	0,05

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	8,64	8,64	3 700,21	0
Залишок	123	0,29	2,34E-3		
Всього	124	8,93			

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	1,22	9,23E-3	131,87	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	3,1E-3	5,09E-5	60,83	0,	*відхилена*

Експоненціальна

R	**0,98**	***R-квадрат***	**0,97**
Нормований R-квадрат	0,97	*S*	0,05

Дисперсійний аналіз

	d.f.	*SS*	*MS*	*F*	*p-значення*
Регресія	1	8,64	8,64	3 700,21	0

Залишок	123	0,29	2,34E-3	
Всього	124	8,93		

Коефіцієнти й стандартні помилки

	Коефіцієнти	*Станд. помилка*	*t-статистика*	*p-значення*	*H0 (5%)*
Y-перетин (intercept)	3,38	0,03	108,38	0,	*відхилена*
Тривалість лущення, с	3,1E-3	5,09E-5	60,83	0,	*відхилена*

Покрокова регресія (прямий хід)

Залежні змінні	**Вихід крупи, %**
N	125

Коефіцієнти кореляції

Змінна	Тривалість лущення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, с	Вихід крупи, %
Тривалість лущення, с	1	0	0	-0,94
Вологість, %	0	1	0	-0,27
Тривалість відволожування, с	0	0	1	-0,02
Вихід крупи, %	-0,94	-0,27	-0,02	1

Описова статистика

Незалежна змінна	*Середнє*	*Дисперсія*	*Стандартне відхилення*
Тривалість лущення, с	160	7 258,06	85,19
Вологість, %	14,5	1,13	1,06

Тривалість відволожування, с	30	201,61	14,2
Вихід крупи, %	86,57	26,28	5,13

Крок 1

R	*R-квадрат*	*Нормований R-квадрат*	*S*	*F*	*p-значення*
0,94	0,89	0,89	1,69	1 018,04	0

VAR	*Коефіцієнти*	*Стандартна похибка*	*Бета*	*t*	*p-значення > t*	*VIF*	*TOL*
Тривалість лущення, с	-0,06	1,78E-3	-0,94	-31,91	0	1	1
Y-перетин (intercept)	95,66						

Кандидати на включення у наступному кроці

Змінна	Часткове	F	p-значення
Вологість, %	0,82	249,61	0
Тривалість відволожування, с	0,08	0,71	0,4

Додавання змінної 'Вологість, %'

Крок 2

R	*R-квадрат*	*Нормований R-квадрат*	*S*	*F*	*p-значення*

0,98	0,96	0,96	0,97	1 662,65	0	

VAR	*Коефіцієнти*	*Стандартна похибка*	*Бета*	*t*	*p-значення > t*	*VIF*	*TOL*
Тривалість лущення, с	-0,06	1,02E-3	-0,94	-55,46	0	1	1
Вологість, %	-1,3	0,08	-0,27	-15,8	0	1	1
Y-перетин (intercept)	114,44						

Кандидати на включення у наступному кроці

Змінна	Часткове	F	p-значення
Тривалість відволожування, с	0,13	2,17	0,14

Інші змінні не відповідають критерію.

Останній крок

R	*R-квадрат*	*Нормований R-квадрат*	*S*	*F*	*p-значення*	
0,98	0,96	0,96	0,97	1 662,65	0	

VAR	*Коефіцієнти*	*Стандартна похибка*	*Бета*	*t*	*p-значення > t*	*VIF*	*TOL*
Тривалість лущення, с	-0,06	1,02E-3	-0,94	-55,46	0	1	1
Вологість, %	-1,3	0,08	-0,27	-15,8	0	1	1
Y-перетин (intercept)	114,44						

Покрокова регресія (прямий хід)

Залежні змінні	**ЗКО, бал**
N	125

Коефіцієнти кореляції

Змінна	Тривалість лущення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, с	ЗКО, бал
Тривалість лущення, с	1	0	0	0,99
Вологість, %	0	1	0	-0,03
Тривалість відволожування, с	0	0	1	0,02
ЗКО, бал	0,99	-0,03	0,02	1

Описова статистика

Незалежна змінна	*Середнє*	*Дисперсія*	*Стандартне відхилення*
Тривалість лущення, с	160	7 258,06	85,19
Вологість, %	14,5	1,13	1,06
Тривалість відволожування, с	30	201,61	14,2
ЗКО, бал	5,74	2,17	1,47

Крок 1

R	*R-квадрат*	*Нормований R-квадрат*	*S*	*F*	*p-значення*
0,99	0,98	0,98	0,22	5 376,83	0

VAR	*Коефіцієнти*	*Стандартна похибка*	*Бета*	*t*	*p-значення > t*	*VIF*	*TOL*
Тривалість лущення, с	0,02	2,33E-4	0,99	73,33	0	1	1
Y-перетин (intercept)	3,01						

Кандидати на включення у наступному кроці

Змінна	Часткове	F	p-значення
Вологість, %	0,17	3,64	0,06
Тривалість відволожування, с	0,11	1,46	0,23

Інші змінні не відповідають критерію.

Останній крок

R	*R-квадрат*	*Нормований R-квадрат*	*S*	*F*	*p-значення*
0,99	0,98	0,98	0,22	5 376,83	0

VAR	*Коефіцієнти*	*Стандартна похибка*	*Бета*	*t*	*p-значення > t*	*VIF*	*TOL*
Тривалість лущення, с	0,02	2,33E-4	0,99	73,33	0	1	1
Y-перетин (intercept)	3,01						

Додаток В

Розрахунок економічної ефективності

Таблиця В.1

Параметри будівлі

Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	К-сть пов, шт	Вартість об'єму, грн/м3	Вартість площі, грн/м2
24	6	9,8	1	4900	3700

Таблиця В.2

Кошторисно-фінансовий розрахунок на будівельні роботи

№ п/п	Назва об'єкту	Вартість, тис. грн
1	Будівлі і споруди	7447,68
2	Витрати на санітарно-технічні роботи (15 %)	1117,152
3	Витрати при перепланувaнні (2 %)	148,9536
4	Витрати з благоустрою території (1 %)	74,4768
5	Всього вартість будівельних робіт	8788,2624

Таблиця В.3

Кошторисно-фінансовий розрахунок на нове обладнання

Назва нвого обладнання	Ціна за од. без ПДВ, тис. грн	К-сть одиниць обладнання, шт	Витрати, тис. грн на:			Первісна вартість нового обладнання, тис. грн
			транспортування, (4%)	заго. склад. (1,25%)	витрати на монтаж, (10%)	
машина 1	36,4	1	1,456	0,455	3,64	41,951
машина 2	39,4	1	1,576	0,4925	3,94	45,4085
машина 3	25,6	1	1,024	0,32	2,56	29,504
машина 4	36,1	1	1,444	0,45125	3,61	41,60525
машина 5	36,2	1	1,448	0,4525	3,62	41,7205

машина 6	69,1	1	2,764	0,86375	6,91	79,63775
машина 7	11,2	1	0,448	0,14	1,12	12,908
машина 8	34,5	1	1,38	0,43125	3,45	39,76125
машина 9	64,2	2	5,136	1,605	12,84	83,781
машина 10	64,7	2	5,176	1,6175	12,94	84,4335
машина 11	34,9	1	1,396	0,43625	3,49	40,22225
Загальна первісна вартість нового обладнання, тис. грн						540,933

Таблиця В.4

Кошторисно-фінансовий розрахунок на нове обладнання

Основні засоби	Сума, тис. грн	% до підсумку
Будівельні роботи	8788,2624	91,24
Первісна вартість нового обладнання	540,933	5,62
Контрольно-вимірні прилади	81,13995	0,85
Роботи з встановлення фундаменту	5,40933	0,06
Внутрішньоцеховий транспорт	108,1866	1,13
Вартість неврахованого обладнання	108,1866	1,13
Загальна вартість капітальних витрат	9632,11788	100

Таблиця В.5

Розрахунок числа днів роботи за рік

Календарний фонд часу	Зупинки з причин			Всього зупинки	К-сть днів роботи обладнання
	Вихідні і св'яткові	Ремонт обладнання			
		поточний	капітальний		
365	4	22	30	56	309

Таблиця В.6

Розрахунок річного обсягу перероблення зерна

Вид зерна	Добова потужінсть, т	Коефіцієнт використання потужності	Фактичний добовий обсяг виробництва, т	Річний обсяг перероблення зерна, т
Пшениця спельта	8	0,64	5,12	1582,08

Таблиця В.7

Розрахунок виробничої програми в натуральному виразі

Вид продукції	Річний обсяг перероблення зерна, т	Вихід, %	Річний обсяг виробництва, т
Крупа 1	1582,08	82,4	1303,63392
Мучка		15,1	238,89408
Відходи		2,5	39,552
Всього		100	1582,08

Таблиця В.8

Розрахунок виробничої програми в натуральному виразі

Найменування продукції та реалізуємих відходів	Річний обсяг виробництва, т	Відпускна ціна (без ПДВ), грн/кг	Вартість річного обсягу виробництва, тис. грн
Крупа 1	1303,63392	32,6	42498,46579
Мучка	238,89408	6	1433,36448
Відходи	39,552	4	158,208
Всього			44090,03827

Таблиця В.9

Баланс робочого часу одного робітника

Число календарних днів	365
Неробочі та св'яткові дні	4
Номінальний фонд роботи за рік, дні	361
Середнє число невиходів всього, дні	74
у т.ч.	
* додаткова відпустка	10
* чергова відпустка	21
* відпустка у звязку із вагітністю, пологами	9
* на навчання	12
* по хворобі	14
* з виконання державних і громадських обов'язків	8
Явочний (ефективний) фонд робочого часу, днів	287
Номінальне число годин в зміні	8
Недовикористане номінальне число в зміні	0
у т.ч.	
* підлітками	
* скорочення зміни матерям, які годують малят	
Кількість робочих годин	8
Ефективний фонд часу за рік, год	2296

Таблиця В.10

Баланс робочого часу одного робітника

Професія	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	К-сть змін на добу	К-сть робітників, осіб	Явочне число за добу
Технолог	3	48	8	2	1	2
Механік	2	45	8	2	1	2
Охоронник	2	32	8	3	2	6
Ст 1	1	28	8	2	3	6

Професія	Число діб роботи на рік	Відпрацьовано людино-днів	Основна з/п рік, тис. грн	Доплати до тарифного фонду заробітної плати, %	Всього фонд оплати праці, тис. грн
Технолог	287	574	220,416	5	231,4368
Механік	287	574	206,64	5	216,972
Охоронник	287	1722	440,832	5	462,8736
Ст 1	287	1722	385,728	5	405,0144
Всього					1316,2968

Таблиця В.11

Річний фонд оплати праці робітників

Посада	К-сть робітників, осіб	Середня місячна зарплата, грн	Річний фонд оплати праці, тис. грн
Технолог	1	9184	1316,2968
Механік	1	8610	
Охоронник	2	6122,67	
Ст 1	3	5357,34	

Таблиця В.12

Фонд оплати праці адміністративно-управлінського апарату

Посада	К-сть робітників, осіб	Посадовий оклад	Річний фонд оплати праці, тис. грн
Директор	1	25800	309,6
зам. Директора	1	24600	295,2
Головний технолог	1	23400	280,8
Головний механік	1	22200	266,4
Зав. Лабораторіїю	1	21000	252
начальник охорони	1	19800	237,6
Головний бухгалтер	1	18600	223,2
бухалтер 2 кат	1	17400	208,8
Інженер з охорони праці	1	16200	194,4
Лаборант	1	15000	180
Всього			2448

Таблиця В.13

Зведена відомість з розрахунку чисельності та фонду оплати праці підприємства

Категорія працюючих	Чисельність, чол.	Річний фонд оплати праці, тис. грн	Середньомісячна зар. плата, грн
Робітники, всього	7	1316,2968	15670,2
в т.ч			
основного виробництва	4	911,2824	18985,05
допоміжного виробництва	3	405,0144	11250,4
Адміністративно-управлінський персонал, всього	10	2448	20400
Всього	17	3764,2968	

Таблиця В.14

Розрахунок вартості сировини

Вид зерна	Річний обсяг перероблення, т	Ціна 1 т, грн	Витрати на річний обсяг перероблення, тис. грн
Пшениця спельта	1582,08	8900	14080,512

Таблиця В.15

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Допоміжні матеріали	Обсяг вироблення продукції, т	Витрати допоміжних матеріалів		Вартість одиниці допоміжних матеріалів, грн	Витрати на річний обсяг виробництва, тис. грн
		на 1 т продукції, шт	на весь обсяг, шт		
Паперові пакети	1303,63392	50	65181,696	45	2933,17632
Зав'язки на пакети	278,44608	100	27844,608	46	1280,851968
Мішки поліетиленові	278,44608	20	5568,9216	47	261,7393152
Піддони	1303,63392	2	2607,26784	48	125,1488563
Поліетилен на піддони	1303,63392	1	1303,63392	49	63,87806208
					4664,794522

Таблиця В.16

Розрахунок вартості енерговитрат

Вид енерговитрат	Обсяг виробництва продукції за рік, т	Витрати енергоресурсів		Вартість одиниці енерго-ресурсів, грн	Витрати на річний обсяг виробництва, тис. грн
		на 1 т	На весь обсяг		
Електроенергія	1303,63392	120	156436,0704	4,2	657,0314957
Вода	1303,63392	5	6518,1696	85	554,044416
Інші	1303,63392	10	13036,3392	180	2346,541056
Всього					3557,616968

Таблиця В.17

Розрахунок відрахувань на соціальні заходи

Напрям відрахування	Річний фонд оплати праці, тис. грн	% нарахування	Сума нарахування, тис. грн
Пенсійний фонд	3764,2968	31,8	1197,05
Фонд страхування на випадок тимчасової втрати працездатності	3764,2968	2,9	109,16
Фонд страхування на випадок безробіття	3764,2968	1,3	48,94
Фонд страхування від нещасних випадків	3764,2968	1,08	40,65
Всього		37,08	1395,8

Таблиця В.18

Розрахунок амортизаційних нарахувань

Вид основних засобів	Балансна вартість, тис. грн	Норми амортизаційних нарахувань, %	Виплата на амортизацію, тис. грн
Будівлі і споруди	7447,68	3,3	245,77344
Машини та обладнання	540,933	16,7	90,335811
Інші	108,1866	5	5,40933
Всього	8096,7996	25	341,518581

Таблиця В.19

Зведені витрати на виробництво та надання послуг

№ п/п	Елемент витрат	Сума, тис. грн	% до підсумку
1	Матеріальні витрати всього	24177,45414	70,84
1,1	Сировина та основні матеріали	14080,512	41,26
1,2	Допоміжні матеріали	4664,794522	13,67
1,3	Транспортно-заготівельні витрати	1874,530652	5,5
1,4	Енергетичні витрати	3557,616968	10,43
2	Витрати на оплату праці	3764,2968	11,03
3	Відрахування на соціальні заходи	1395,8	4,09
4	Амортизація	341,518581	1,01
5	Інші операційні витрати	4451,860428	13,05
6	Всього повні витрати по підприємству	34130,92995	100

Таблиця В.20

Розрахунок собівертості 1 т продукту

Вид продукції	Річний обсяг виробництва, т	Умовний коефіцієнт	Кількість умовних тонн	Повна собівертість всього обсягу виробництва, тис. грн	Повні втрати на 1 умовну тону, грн	Повна собівартість 1 кг, грн
Крупа 1	1303,63392	1,21	1577,397043	29010	18391,06	22,25
Мучка	238,89408	1	238,89408	4393,52		18,39
Відходи	39,552	1	39,552	727,4		18,39
Всього	1582,08		1855,843123	34130,92995		

Таблиця В.21

Розрахунок оборотних коштів підприємства

Елемент оборотних коштів	Дані для розрахунку		Сума оборотних коштів, тис. грн
	Витрати, тис. грн	Норматив, %	
Сировина та основні матеріали	14080,512	3	422,42
Допоміжні матеріали	4664,794522	8	373,18
Заробітна плата	3764,2968	4	150,57
запасні частини	7,265	5	0,36
Інші	1125,843416	3	33,78
Всього			980,31