

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології переробки і оцінка
якості продуктів з некондиційного зерна вівса**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Олена БОЗДУГАН

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«12» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Боздуган Олені Валентинівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології переробки і оцінка якості продуктів з некондиційного зерна вівса».
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року № 3785.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань переробки некондиційного зерна вівса у пластівці. 3 Нормативно-технологічна документація. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літератури. 2 Об'єкти та методи дослідження. 3 Дослідна частина. 4 Товарознавча оцінка пластівців вівсяних «геркулес», виготовлених з некондиційного зерна вівса. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналіз стану питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схема проведення досліджень. 4 Дослідна частина. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент КОШУЛЬКО Віталій	12.11.2024	13.12.2024
5	доцент КОШУЛЬКО Віталій	12.11.2024	13.12.2024
6	доцент КОШУЛЬКО Віталій	12.11.2024	13.12.2024

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.11-13.11.24	виконано
2	Аналітичний огляд літератури	14.11-18.11.24	виконано
3	Об'єкти та методи дослідження	19.11-20.11.24	виконано
4	Дослідна частина	20.11-29.11.24	виконано
5	Товарознавча оцінка пластівців вівсяних «геркулес», виготовлених з некондиційного зерна вівса	02.12-03.12.24	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.12-05.12.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	06.12-09.12.24	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12-11.12.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.12.2024	виконано

Здобувачка вищої освіти

_____ Олена БОЗДУГАН
(підпис)

Керівник роботи

_____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 76 сторінок друкованого тексту, 7 рисунків та ілюстрацій, 30 таблиць та використано 44 літературних джерела посилань.

Метою цієї роботи є розробка способів підвищення ефективності переробки некондиційного за якістю зерна вівса.

Об'єкт дослідження – процес переробки некондиційного зерна вівса у пластівці.

Предмет дослідження – закономірності та взаємозв'язок параметрів технологічного процесу переробки зерна вівса, з показниками якості вихідної сировини.

В даний час перед харчовою промисловістю країни стоять завдання, спрямовані на поліпшення продовольчого постачання населення. Розв'язання даних завдань багато в чому залежить від ефективності роботи переробних підприємств, їх можливості забезпечити потребу населення якісними продуктами харчування. Це пов'язано з тим, що сучасний рівень споживання продуктів харчування не відповідає рекомендованим раціональним нормам щодо енергетичної цінності та структури раціону [6].

Відомості про переробку некондиційного зерна вівса практично відсутні. Однак ряд питань, пов'язаних з підвищенням ефективності переробки зерна вівса в умовах конкретного регіону, вимагає додаткового вивчення. У першу чергу, це проблема використання стандартної технологічної схеми для переробки партій некондиційного вівса, так як втрати зерна при цьому становлять не менше 10 %.

Ключові слова: НЕКОНДИЦІЙНЕ ЗЕРНО, ОВЕС, ПЛАСТІВЦІ, ДОМІШКА, ВОЛОГІСТЬ, ОЧИЩЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, РОЗВАРЮВАНІСТЬ, ТРИВАЛІСТЬ, ПРОЦЕС, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ВИПРОБУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Опис культури вівса	10
1.2 Характеристика продуктів переробки зерна вівса	13
1.3 Енергетична та харчова цінність продуктів переробки зерна вівса	14
1.4 Зберігання продуктів переробки зерна вівса	16
1.5 Технологія переробки зерна вівса	18
Висновки за розділом	27
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1 Характеристика об'єктів дослідження	29
2.2 Методи дослідження	31
Висновки за розділом	33
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	34
3.1 Розробка технології переробки зерна вівса з масовою часткою дрібного зерна до 20 %	34
3.2 Розробка технології переробки зерноsumішей вівса	39
3.3 Переробка зерна вівса з вологістю понад 15,6 %	47
3.3.1 Переробка зерна з вологістю понад 15,6 % за рекомендованою Правилами технологією	48
3.3.2 Переробка зерна з вологістю понад 15,6 % за запропонованою технологією	52
Висновки за розділом	55
4 ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА ПЛАСТІВЦІВ ВІВСЯНИХ «ГЕРКУЛЕС», ВИГОТОВЛЕНИХ З НЕКОНДИЦІЙНОГО ЗЕРНА ВІВСА	56
4.1 Вимоги до якості та безпеки пластівців вівсяних «Геркулес»	56
4.2 Органолептичні показники, харчова цінність та споживчі властивості пластівців вівсяних «Геркулес»	58
Висновки за розділом	59

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	60
5.1 Розробка карти безпеки праці	60
5.2 Утилізація відходів круп'яного виробництва	61
Висновки за розділом	62
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	63
6.1 Організація проведення дослідження	63
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	64
6.3 Розрахунок вартості дослідження	67
Висновки за розділом	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
БІБЛІОГРАФІЯ	70

ВСТУП

Рослинництво завжди було і буде не лише основою сільського господарства, а й благополуччя населення. Для забезпечення нормальної життєдіяльності людині потрібно багато речовин, але основу харчування складають білки, жири та вуглеводи. Потреба людини в цих речовинах за рахунок рослин задовольняється на 80 – 90 %, при цьому основним джерелом є злакові культури – пшениця, жито, овес, ячмінь та інші.

За обсягом виробництва на 2023 р. овес посідає сьоме місце у світі, поступаючись кукурудзі, рису, пшениці, ячменю, сорго та пшону.

Овес – ярий злак, зерна якого зазвичай йдуть на корм коням і крупу. Батьківщина вівса культурного – Монголія та Північний Китай [4].

Латиною «*Avena Sativa*» — «несучий здоров'я» і «насичений»; тобто про цінність вівса вже знали давні греки та римляни.

Давньоримський вчений Пліній писав, що германці вживали овес у їжу у вигляді вівсяної каші. Повною мірою поживну та цілющу силу вівса люди оцінили набагато пізніше.

У наші дні серед злакових культур він посідає одне з перших місць [14]. Продукти з вівса знаходять найширше застосування у харчуванні. Борошно, виготовлене із зерен цієї культури, використовують для випікання хліба, оладок, пряників. Із зерен, підданих спеціальній обробці (замочування, запарювання, висушування), отримують крупу січку і толокно [9]. В даний час встановлено, що вівсяні пластівці і толокно – здорова їжа для всіх вікових груп, дієтичний продукт і лікувальний засіб при хронічних запальних захворюваннях [13].

Вівсяна крупа має високу поживну цінність, за змістом добре засвоюваних білків вона перевершує інші крупи. За показником масова частка жиру у вівсянці немає рівних серед круп.

У вівсяних зернах до 60 % крохмалю, близько 10 – 12 % білкових речовин, 6 % жиру, ефірні олії, камедь, вітаміни В1, В2, В6, РР, провітамін А, ферменти холін, тирозин, ефірна олія, мідь, цукор, тригонелін. Овес багатий мінеральними

речовинами, особливо фосфором, калієм, магнієм та залізом. Багато в ньому таких важливих для людини мікроелементів, як мідь, марганець, цинк, молібден, кобальт, нікель, фтор, хром і йод. Амінокислотний склад вівсяної крупи є найбільш близьким до м'язового білка, що робить її особливо цінним продуктом [49].

Щодо рекомендацій щодо харчування овес є ідеальним продуктом, оскільки він скорочує кількість жирів у раціоні харчування. Також він збільшує денне споживання вуглеводів та клітковини, з отриманням яких часто виникають проблеми у раціоні хворих на целіакію. Крім того, овес є відмінним джерелом поживних речовин у порівнянні з іншими зерновими культурами, які не містять глютен. Крім того, доведено, що β -глюкан, що міститься у вівсі, має багатосторонню корисну дію, починаючи від користі для травлення і закінчуючи зниженням рівня холестерину і нормалізацією рівня цукру в крові. Усе це дозволяє вважати споживання продуктів із вівса немедикаментозним лікуванням [17].

Очевидно, що харчову та цілющу цінність вівса важко переоцінити, і тут особливої важливості набувають проблеми переробки та забезпечення населення якісними продуктами з цього злаку.

В даний час перед харчовою промисловістю країни стоять завдання, спрямовані на поліпшення продовольчого постачання населення. Розв'язання даних завдань багато в чому залежить від ефективності роботи переробних підприємств, їх можливості забезпечити потребу населення якісними продуктами харчування. Це пов'язано з тим, що сучасний рівень споживання продуктів харчування не відповідає рекомендованим раціональним нормам щодо енергетичної цінності та структури раціону [6].

Проблема раціонального харчування населення країни стає все гострішою. Посилення інтенсивності життя людини при зниженні фізичних витрат призводить до скорочення добового раціону, що викликає незбалансованість за цілим рядом нутрієнтів. Недостатнє споживання мікронутрієнтів є масовим і постійно діючим фактором, що негативно впливає на здоров'я, зростання,

розвиток і життєздатність нації [9].

В даний час зростає роль вівса, як однієї з найважливіших круп'яних культур. Біохімічний склад підтверджує високу харчову цінність продуктів, які виробляються з вівса та їх лікувальний ефект. Тому питанням вирощування, переробки та застосування вівса в харчовій промисловості приділяється велика увага.

Невисока та нестабільна врожайність пояснюється, з одного боку, значним впливом погодних умов, а з іншого – недостатньою увагою технології вирощування [8]. Негативний вплив на зерно цих факторів призводить до значного зниження якісних і кількісних показників зерна і до зростання частки некондиційного зерна, яке може йти тільки на виробництво комбікормів.

Відомості про переробку некондиційного зерна вівса практично відсутні. Однак ряд питань, пов'язаних з підвищенням ефективності переробки зерна вівса в умовах конкретного регіону, вимагає додаткового вивчення. У першу чергу, це проблема використання стандартної технологічної схеми для переробки партій некондиційного вівса, так як втрати зерна при цьому становлять не менше 10 %.

Метою цієї роботи є розробка способів підвищення ефективності переробки некондиційного за якістю зерна вівса.

Для вирішення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- розробити технологію переробки некондиційного зерна вівса;
- провести товарознавчу оцінку якості пластівців вівсяних «Геркулес», отриманих запропонованими способами, споживчих властивостей кулінарних виробів з них;
- розрахувати витрати на проведення експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес переробки некондиційного зерна вівса у пластівці.

Предмет дослідження – закономірності та взаємозв'язок параметрів технологічного процесу переробки зерна вівса, з показниками якості вихідної сировини.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Опис культури вівса

Овес (*Avena*) – рід трав'янистих рослин родини злаків. На кшталт 70 видів, які поділяються на 2 секції: *Enavena* – включає однорічні види (у тому числі культурні та вівсюги) та *Avenastrum* – багаторічні види (лугові та степові трави). Найбільш поширеним культурним видом є овес посівний *Avena sativa* L. У країнах Середземномор'я крім нього зустрічається візантійський овес (*Avena byrathina* Thell), в Іспанії, Португалії, Англії на піщаних ґрунтах нерідкі посіви піщаного вівса (*Avena strigosa* Schab). Найбільший вміст білка має овес візантійський (на 2,4 % більше, ніж у посівному). У посівного вівса вміст білка в залежності від ґрунтово-кліматичних умов коливається від 9 до 16 %.

Коренева система вівса мочкувата, листя лінійне, суцвіття – мітла з 1-3-квіткових або багатоквіткових колосків. Плід – зернівка покрита лосками, у пливчастих форм щільно охоплена квітковими лусками, у остистих форм зовнішня квіткова луска. Зернівка посівного вівса плівка та щільно охоплена квітковими плівками, але не зрощена з ними, або гола, вільно лежить між квітковими лусками, покрита по всій поверхні притиснутими волосками, довжиною 8 – 11 мм, має ясно виражену поздовжню борозенку. Складається з плодової оболонки, насінневої оболонки, алейронового шару клітин, ендосперму та зародка. Під плодовою оболонкою розташовується насіннева оболонка, що розвинулася з двох оболонок сім'ядолі. Зародок сильно стиснутий зі спинки і складається з почки, довгої сім'ядолі, відокремленої своєю верхівкою від навколоплідника, і щитка, що вдається в ендосперм. Зародок займає у зернівці невелике місце, основну масу її становить ендосперм. При проростанні насіння щиток доставляє зародок поживні речовини з ендосперму. У клітинах алейронового шару містяться білки та жири. Решта ендосперму зайнята клітинами, заповненими крохмальними зернами, в проміжках між якими розподілені білкові речовини (таблиця 1.1) [4].

Таблиця 1.1 – Складові частини вівса та його ядра (% від маси)

Найменування частин зерна	Зерно	Ядро
Плівки	26 – 30	–
Волоски	1,0 – 1,2	1,5 ¹
Плодово-насі́нневі оболонки	3	4
Алейроновий шар	12,5 – 14	18 – 20
Зародок	3,0 – 3,5	4,5
Ендосперм	49 – 53	70 – 72

У країнах з помірним кліматом Північної та частково Південної півкулі поширений овес посівний (*Avena sativa*). Він підрозділяється на 3 групи різновидів: розлогий (*grex. var. diffusae*) з розлогою мітелкою і плівчастим зерном; стислий, або одногривий (*grex. var. orientalis*), зі стиснутою мітелкою і плівчастим зерном; голозерний (*grex. var. nudae*) з голим зерном. На Середземномор'ї, в Південних штатах США, в Аргентині, Австралії вирощують візантійський овес (*Avena byzantina*); в Іспанії, Франції, Бельгії та деяких інших – овес піщаний, або щетинистий (*Avena strigosa*).

Зустрічаються і дикі вівси (вівсюги) – звичайний вівсюг (*Avena fatua*) і південний вівсюг (*Avena ludovicuana*). У вівсюгів квіткові плівки найчастіше темно забарвлені: буро-коричневі, чорно-бурі, біля основи зерен розташоване особливе зчленування, зване підковкою. Ості вівсюгів грубі, колінчасто зігнуті, квіткова зовнішня плівка вкрита волосками. У вівсюгів висока плівчастість і дрібне ядро. Підковування у вівсюг викликає швидке обсіпання насіння, навіть у зеленому стані.

Вівсюг *Sterilis* генетично близький візантійському вівсу, він великоплідний. Там, де виростає дрібний овес, поширений як бур'ян південний (*Avena Ludoviciana*) з дрібнішим зерном, ніж у вівсюга [1, 4].

Овес має велике народно-господарське значення, його застосування дуже багатостороннє [2, 3]. Зерно вівса використовують як сировину для вироблення комбікормів і як концентрований корм для тварин (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Вміст протеїну, кальцію та фосфору у вівсяних кормах, %

Найменування продуктів	Протеїн	Кальцій	Фосфор
Зерно	10,2	0,121	0,349
Соломо	4,0	0,34	0,077
Зелена маса	3,8	0,123	0,065
Сіно	7,9	0,164	0,143

Про велике значення вівса як зернофуражної культури говорить той факт, що в нашій країні 1 кг зерна вівса прийнято за еталон кормової одиниці (одиниці виміру та порівняння загальної поживної цінності кормів). У середньому сухе зерно вівса містить 13,5 % води, 10,1 % білка, 57,5 % вуглеводів, 10,7 % клітковини (основна її частина посідає товсті жорсткі плівки), 4,7 % жиру, 3,2 % золи. Енергетична цінність 100 г зерна становить 1255 кДж.

На корм тваринам годиться і вівсяна солома. У багатьох регіонах нашої країни вико-вівсяні або горохово-вівсяні суміші, скошені в період цвітіння, є гарним заміником лугового сіна.

Овес нерівномірно дозріває, спочатку дозрівають колоски верхньої частини волоті, а колоски нижньої – на 6 – 8 днів пізніше.

Велике значення має розподіл вівса за формою, розміром зернівки та за іншими ознаками на групи. Для різних груп характерний різний розмір ядра, плівчастість, форма, що дуже впливає на вихід продукту, наприклад крупи, при переробці вівса і при оцінці його як кормового засобу. За сучасною ботанічною класифікацією зерно ділиться на три типи [1, 4].

1. Товстоплідне – зерно велике, важке, майже циліндричне, з вершинкою і трохи горбатою спинкою, з широко відкритою внутрішньою квітковою плівкою. Ядро повністю заповнює квіткові плівки.

2. Середньоплідне – зерно видовжено-вузьке, із загостреною вершинкою. Внутрішня квіткова плівка менш відкрита, ніж у циліндричних зернівок. Ядро заповнює квіткові плівки на 2/3 їхньої довжини.

3. Тонкоплідне – зерно більш довге і вузьке, ніж у попереднього типу, з гострою вершинкою, зі слабо відкритою внутрішньою плівкою. Ядро заповнює

плівки на 1/2 їхньої довжини.

Зерно вівса при заготівлях поділяють на 2 типи, у першому типі 2 підтипу залежно від форми зерна та забарвлення квіткових плівок, що має значення при поставках для переробки у крупу.

Перший тип – овес білий. Зерно велике, виповнене. Другий тип – зерно довге, вузьке, голчастої форми. Другий тип на підтипи не поділяється.

1.2 Характеристика продуктів переробки зерна вівса

При переробці зерна вівса виробляють:

- крупу вівсяну недроблену;
- крупу вівсяну плющену;
- толокно;
- борошно дістичне;
- вівсяні пластівці трьох видів: «Геркулес», «Пелюстки», «Екстра».

Крупа вівсяна недроблена – це продукт, що отримується з вівса, пропарювання, що пройшов, луцення і шліфування.

Крупа вівсяна плющена виходить в результаті плющення вівсяної недробленої крупи, що попередньо пройшла повторне пропарювання, на плющильному верстаті.

Вівсяні пластівці «Геркулес» виробляються з вівсяної крупи найвищого гатунку. Вівсяні пластівці «Пелюстки» – з вівсяної недробленої крупи першого або вищого гатунку. Пластівці «Екстра» – із зерна вівса першого класу. Толокно – вівсяне борошно – виробляється з пропареного, просушеного вівса з подальшим подрібненням та просіюванням.

Існують обов'язкові вимоги до вівсяних пластівців, спрямовані на забезпечення їхньої безпеки для життя та здоров'я населення. При виробленні пластівців вівсяних «Геркулес» продукція повинна відповідати вимогам ДСТУ 4634/ГОСТ 21149-93 (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Характеристика пластівців вівсяних «Геркулес»

Найменування показника	Характеристика та норма для пластівців «Геркулес»
Колір	Білий з відтінками від кремового до жовтуватого
Запах	Властивий вівсяній крупі без цвілевого, затхлого та інших сторонніх запахів
Смак	Властивий вівсяній крупі без присмаку гіркоти та постійних присмаків
Вологість, %, трохи більше	12,0
Зольність (у перерахуванні на суху речовину), %, не більше	2,1
Кислотність у градусах, не більше	5,0
Сміттєва домішка, %, не більше, у числі сміттєвої домішки:	0,35
Мінеральної домішки, не більше	0,03
Квіткової домішки	0,05
Шкідливої домішки та куколю, не більше серед шкідливої домішки: софори лисохвостной і в'язеля різнокольорового, не більше	0,05
Розварюваність, хв.	20
Зараженість шкідниками	не допускається
Забрудненість шкідниками	не допускається
Металомагнітна домішка, мг на 1 кг крупи, трохи більше	3

Овес, що заготовляється і поставляється, вирощений на полях без застосування пестицидів і призначений для вироблення продуктів дитячого харчування, повинен відповідати вимогам першого класу.

1.3 Енергетична та харчова цінність продуктів переробки зерна вівса

Харчова та біологічна цінність круп, а також їх засвоюваність залежать від виду зернової культури (тобто від первісного хімічного складу) та характеру

промислової обробки зерна. Після видалення зовнішніх оболонок і зародка і полірування зерна в ньому зменшується вміст вітамінів групи В, мінеральних солей, клітковини, проте засвоєння організмом вуглеводів і білків зерна, що пройшло відповідну обробку, підвищується.

Харчові продукти з вівса дуже калорійні та легко засвоюються. Вони широко використовуються при дієтичному харчуванні та дуже корисні для людей з проблемами роботи шлунково-кишкового тракту. Харчові продукти з вівса стабілізують обмін речовин та знижують холестерин у крові. Вівсяна крупа готується значно швидше та простіше, ніж звичайні крупи.

У вівсяному борошні є всі незамінні амінокислоти, вітаміни групи В і повний набір мікроелементів, у тому числі кремній, який відіграє важливу роль у процесі обміну речовин. Цей продукт відрізняється зниженим вмістом крохмалю і підвищеним вмістом жиру та білка – авеніну. Благотворно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту.

Вівсяна крупа – добре джерело вітамінів В2, В4, йоду, магнію, заліза, вуглеводів. Дроблена вівсянка застосовується для приготування супів, які, у свою чергу, є цілющими для людей з проблемами шлунково-кишкового тракту. Вівсяна крупа вариться трохи довше, ніж вівсяні пластівці, на приготування яких потрібно не більше 20 – 30 хвилин.

Крупи та борошно з зерен вівса, що містять велику кількість крохмалю та білків, а також цукор, жири, мінеральні солі та інші речовини, використовуються як дієтичне харчування, а настойки, водні витяжки та інші препарати із соломи вівса рекомендуються як хороші стимулятори при безсонні, розумовому виснаженні, фізичній втомі. Ванни з відваром з вівсяної соломи допомагають при ревматизмі, подагрі, ішіасі та деяких шкірних захворюваннях. Солома вівса використовується як протидіабетичний, потогінний, сечогінний і жарознижувальний засіб.

Харчова цінність продуктів переробки зерна вівса характеризується такими показниками (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Харчова цінність зерна вівса та продуктів його переробки

Продукт	Масова частка, %					Енергетична цінність, ккал
	білки	жири	вуглеводи	волокна	Попіл	
Зерно вівса	10,0	6,2	55,1	12,0	3,2	316
Борошно дієтичне	13,0	6,8	64,9	4,5	1,8	369
Толокно	12,5	6,0	64,9	4,8	1,8	363
Крупа вівсяна	12,3	6,1	59,5	8,0	2,1	342
Пластівці «Геркулес»	12,3	6,2	61,8	6,0	1,7	352

Вівсяна крупа є джерелом незамінних амінокислот, за вмістом яких білки вівса не поступаються білкам пшениці, а за деякими амінокислотами навіть перевершують. За вмістом жирів зерно вівса перевершує інші злаки.

1.4 Зберігання продуктів переробки зерна вівса

Відомо, що у зв'язку з високою масовою часткою жиру, продукти переробки вівса не витримують тривалого зберігання. Залежно від якості сировини та умов зберігання через 3 – 6 місяців жир у продуктах переробки вівса прогіркає, і вони стають непридатними для споживання. У середині ХХ століття проводилися роботи з поліпшення смакових якостей, поживної цінності пластівців «Геркулес» і толокна, шляхом введення процесу оцукрювання солодом. Цукрові продукти переробки вівса зберігаються в 2 – 3 рази довше, ніж толокно і пластівці «Геркулес» при звичайному способі обробки [40].

Розміри частинок крупи в багато разів більше, ніж борошна, тому біохімічні процеси протікають у них дещо повільніше, ніж у борошні. У периферичних шарах крупинок інтенсивність всіх процесів вища, ніж у їхньому центрі. Гідротермічна обробка, що проводиться при виробленні круп, різко порушує природний перебіг біохімічних процесів внаслідок значної інактивації ферментів, часткової теплової денатурації білків і крохмалю.

При зберіганні крупи немає періоду поліпшення якості дозрівання, як і борошна. Крупа зберігає деякий час свої вихідні властивості, а потім починається поступове їх погіршення. Це виявляється у зміні органолептичних показників – аромату та смаку. Властиві кожному виду свіжої крупи смак та аромат поступово слабшають. У каші починають з'являтися не властиві їй сторонні запахи і відчуватися гіркота чи кислота смаком. При цьому у різних видів крупи спочатку переважає гіркота чи кислота. Надалі ці відчуття ніби поєднуються.

Прогіркання крупи починається з появи спочатку легкої, потім поступово гіркоти, що посилюється, в звареній каші. Найшвидше вона з'являється при зберіганні пшона та вівсяної крупи, потім кукурудзяної та рисової. При нормальному режимі зберігання прогіркання крупи відбувається внаслідок окислення ліпідів. Дослідження, виконані в [9] показали, що йодні числа, що характеризують ступінь насиченості жиру, при зберіганні крупи істотно знижуються (виділення ліпідів проводили діетиловим ефіром). Крупи, вироблені із застосуванням гідротермічної обробки, мають нижчі йодні числа, ніж непропарені з тієї ж сировини, тобто жир у них більш окислений.

У вівсяній крупі частка фосфоліпідів знижується повільніше, але різко зменшується кількість стеринів та каротиноїдів.

Кислотне число жиру, виділеного діетиловим ефіром, зростає протягом всього періоду зберігання крупи. Різні їх види суттєво відрізняються як вихідними, так і кінцевими (у разі ознак псування) кислотними числами жиру. Так, кислий і гіркий присмаки з'явилися при кислотному числі жиру (мг КОН): у пшона – 119, у рису – 76, у вівсяної – 37, ячній – 36, у ядриці звичайної – 30, у ядриці – 10.

Харчова цінність круп при зберіганні знижується. Особливо істотні ці зміни в лущеному гороховій та вівсяній крупі. Знижується атакування білків травними ферментами пепсином і трипсином. Частка негідролізованого ферментами білка у свіжій крупі становить 5,2 – 19,5 %, після зберігання протягом року вона зростає до 15,3 – 36,0 %. При цьому в свіжій і вівсяній крупі, що зберігалася, білки розщеплюються названими ферментами найбільш повно (на 94,8 і 86,7 %

відповідно).

Кулінарні властивості крупи погіршуються в результаті зміни якості білків і крохмалю. Так, об'ємний привар пшона і рису знижується з 4,2 до 3,9 рази, вівсяної – з 4 до 3,8, ячної – з 4,7 до 4,5 рази, при цьому у каш з усіх видів крупи з'являється липкість [5].

Допустимі терміни зберігання пластівців вівсяних «Геркулес» (до різкого зниження якості) при температурі близько 20 °С та відносній вологості повітря 50 – 60 % становлять 4 місяці.

При органолептичній оцінці крупи визначають, чи не має вона сторонній запах і присмак. Гранична вологість відповідно для крупи і пластівців становить трохи більше 12,5 і 12,0 %.

1.5 Технологія переробки зерна вівса

Більшість діючих виробництв з переробки зерна вівса визначають своєю метою «високий коефіцієнт використання сировини». Однак за стандартну якість продукції змушені розплачуватися підвищеною енергоємністю, інерційністю «багатотонажності» та високими експлуатаційними витратами. Причиною є надмірна насиченість використовуваних технологій обладнання, допоміжними засобами та комунікаціями.

При переробці зерна вівса виробляють вівсяну недроблену шліфовану пропарену крупу, вівсяні пластівці «Геркулес», що представляють собою розплющені ядра, і толоконно-вівсяне борошно, що виробляється з вівсяного ядра, підданого спеціальної гідротермічної обробки. Ефективність переробки вівса у крупу оцінюється за загальним виходом крупи. Масова частка виходу готової продукції, як технологічного показника, залежить від співвідношення анатомічних частин зернівки злаку (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 – Співвідношення частин зернівки вівса, %

Культура	Ендосперм	Алейроновий шар	Плодова та насіннева оболонки	Зародок	Квіткові плівки
Овес	51 – 61	4 – 6	2 – 4	4 – 6	20 – 40

Як видно з даних таблиці 1.5, зерно вівса з усіх сімейства злакових містить велику кількість квіткових плівок (20 – 40 %). Виняток становлять сорти голозерного зерна вівса. Існують деякі особливості переробки такого збіжжя вівса. Чим більше оболонок, тим менш позитивних речовин містить зерно і менше відповідно вихід продуктів при переробці. При виробленні продуктів з вівса зерно має відповідати вимогам ДСТУ 4963:2008 (таблиця 1.6).

Клас заготовленого вівса, що поставляється, визначають за найгіршим значенням одного з показників якості зерна.

У сучасних умовах основними етапами технології вироблення крупи або пластівців з вівса є підготовка зерна до переробки у крупу та власне переробка у крупу [7, 22, 23]. У процесі виробництва з вівса зазначених готових продуктів застосовується комплекс технологічних операцій, вкладених у поліпшення їх споживчих властивостей.

На першому етапі основними операціями є: очищення зерна від домішок, попереднє сортування на 2 фракції та гідротермічна обробка зерна, окремо кожну фракцію крупності. На другому етапі: лущення, сортування та контроль готової продукції [23, 27].

Для переробки крупи зерно вівса прямує на скальператор для відділення грубих домішок.

Потім все зерно піддають одноразовому пропуску через сепаратор, в якому здійснюють первинне очищення зерна від великих, дрібних і легких домішок і пропускають через каменевідбірну машину.

Таблиця 1.6 – Обмежувальні норми для вівса, що поставляється на переробку, в крупу

Найменування показника	Норма для класу		
	1-го	2-го	3-го
Тип	1	1	1
Ядро, %, не менше	65	65	63
Вологість, %, не більше	13,5	13,5	13,5
Натура, г/л, щонайменше	550	540	520
Сміттєва домішка, %, не більше, у тому числі:	2,0	2,0	3,0
У тому числі: мінеральна домішка	0,2	0,2	0,3
Серед мінеральної домішки - галька	0,1	0,1	0,1
Шкідлива домішка	Не допускається	0,20	0,20
Серед шкідливої домішки:			
- ріжки та сажка	Не допускається	0,10	0,10
- софора лисохвоста і в'язіль різнокольоровий	Не допускається	0,02	0,02
- геліотроп опушеноплідний і триходесма сива	Не допускається	Не допускається	
Зіпсовані зерна вівса та ін. культурних рослин	Не допускається	0,4	0,5
Вівсюг	2,0	2,0	2,0
Кукіль	0,2	0,2	0,2
Мертві шкідники (жуки), прим. в 1 кг, не більше	Не допускається	15	15
Зернова домішка, %, не більше	4,0	6,0	7,0
У тому числі:	3,0	3,0	3,0
- у тому числі пророслі	Не допускається	2,0	2,0
Зерна та насіння інших культурних рослин, віднесені до зернової	1,5	3,0	4,0
- у тому числі зерна ячменю, жита	1,0	1,0	1,0
Дрібні зерна, %, не більше	3,0	3,0	5,0
Зараженість шкідниками	Не допускається	Не допускається, крім	
Кислотність, град., не більше	6,0	Не обмежується	

Для кращого виділення дрібного зерна, овес після каменевідбірника направляють в розсів, при пропуску через розсівання поділяють на дві фракції крупності: велику фракцію зерна додатково очищають у вівсюговідбірнику, а дрібну – в куколевідбірнику для відбору домішок, що відрізняються від вівса по довжині. Лушпиння вівса здійснюється пофракційно в луцильних поставах або відцентрових лушеннях. Допускається на операції лушення застосування оббивних машин.

Продукти лушення просівають для відбору борошна та дробленки, потім провіюють в аспіраторах для відділення лушпиння. На операціях просіювання застосовують центрифугал, розсіві або інші машини, що просівають. Відділення ядра від нелущених зерен виробляють на падді-машинах. Допускається використання цієї операції дискових трієрів і концентратів. Ядро, отримане на падді-машинах, шліфують. Після шліфування продукт сортують у розсіві або крупосортуванні для відділення великих домішок.

Контроль вівсяної крупи здійснюється шляхом дворазового пропуску через падді-машини, одноразового провіювання в аспіраторі та одноразового пропуску через магнітний сепаратор.

Крупу вівсяну плющену виготовляють із цілої шліфованої крупи вищого чи першого сортів. Плющення крупи виробляють у вальцевому верстаті, потім просіюють відділення дробленого ядра.

Пластівці «Геркулес» виробляють із вівсяної крупи вищого гатунку. Підготують крупу до плющення в пластівці шляхом: дворазового послідовного пропуску її через падді-машини з метою виділення необрушених зерен, що залишилися, додаткового очищення крупи на крупосортувальних машинах для відділення великих домішок, пропарюванням для додаткового зволоження на 2,0 – 3,0 % з наступним відволіканням. Плющення крупи в пластівці виробляють у плющильному верстаті з гладкими валками.

При виробленні пелюсткових пластівців вівсяну крупу першого або вищого сорту після дворазового контрольного очищення на падді-машинах піддають додатковому шліфування з наступним відсіванням.

Для вироблення толокна використовують овес, очищений від бур'янів, щуплих і недорозвинених зерен. Овес замочують водою, тримають його в ємностях для доведення до вологості 30 %.

Вологий овес направляють у варильний апарат і після томлення пропускають через парову сушарку для висушування до вологості 5 – 6 %.

Лушпиння вівса проводиться в відцентровому лушпильнику. Продукти лущення направляють на просіювання для виділення борошна і подрібненого ядра, а потім в аспіратор для виділення лушпиння. Відділення лущених зерен від нелущених виробляють у падді-машинах. Нелущені зерна направляють на повторне лущення, а лущені після провіювання в аспіраторі – на розмелювання. Лущений овес розмелюють у вальцьових верстатах.

Однак застосування стандартного методу очищення зерна для вироблення як видів продукції, так і високих сортів пластівців, можливе лише при використанні зерна вівса, що відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008. Останніми роками погіршуються як кількісні, так і якісні показники зерна вівса (таблиця 1.7).

Таблиця 1.7 – Показники якості та врожайності зерна вівса за 2020 – 2024 р.

Рік	2020	2021	2022	2023	2024
Врожайність, ц/га	21,4	10,6	13,7	11,3	12,8
Масова частка бур'яну домішки, %	1,2 – 2,1	1,2 – 2,7	1,4 – 3,1	1,7 – 3,4	1,7 – 3,8

За цей період середня врожайність голозерного зерна вівса становила 7,5 – 9,0 ц/га, вміст бур'янистої домішки до 2,6 %.

Дотримуватися нормативних вимог у процесі підготовки зерна і переробки стає досить складно, оскільки крім вологості, засміченість окремих партій, особливо вміст бур'янів і зернових домішок навіть одного виробника значно відрізняється. Підвищений вміст зернової і якісний склад домішки негативно впливає на якість продуктів переробки і призводить до вироблення крупи низьких сортів або вироблення нестандартної продукції [36].

Разом з цим, нині відчувається гострий дефіцит машин для відбору

зазначених домішок шляхом одноразового пропуску.

Роботи з гідросепарації зерна [28], яка забезпечує високу ефективність виділення бур'янів. Проте процеси, пов'язані з використанням води, вимагають витрат на виконання додаткових природоохоронних та санітарно-гігієнічних заходів, що позначається на збільшенні собівартості продукції.

Технологія сепарування зерна і круп за кольором на фотоелектронних сепараторах дозволяє видобувати зіпсовані, уражені мікроорганізмами, фузаріозні, пожовклі, рожево-забарвлені, знебарвлені зернівки не відрізняються за іншими ознаками ділимості від основного зерна, що становлять іноді небезпеку для організму людини і не дозволяють виробляти крупи високих сортів [25].

Безперечно, такий спосіб очищення на сьогоднішній день є найбільш перспективним. Однак широкого застосування ці машини на млинах та круп'яних підприємствах не знаходять. Малий попит на ефективне очищення зерна та крупи за кольором, на жаль, пов'язаний з високою вартістю такого обладнання.

Після очищення зерна при виробленні крупи, пластівців або толокна проводять гідротермічну обробку зерна (ГТО) з використанням апарату для швидкісного кондиціонування або шнекових пропарювачів, при тиску пари 0,05 – 0,1 МПа протягом 5 хв.

Для сушіння зерна використовують вертикальні парові сушарки. Сушіння вівса, що спрямовується на лущення в поставах, виробляють до вологості не вище 10 %, у відцентрових лущильниках – 12 – 14 %.

Далі зерно охолоджують в охолоджувальних колонках, при цьому температура зерна не повинна перевищувати температуру повітря виробничого приміщення більш ніж на 6 – 8 °С [39].

Зерно, піддане пропарюванню, майже повністю припиняє дихання, плодови оболонки стають більш еластичними, ядро більш міцним, що полегшує лущення зерна та забезпечує збільшення частки виходу цілого ядра [17].

ГТО не тільки покращує процес переробки зерна, а й призводить до поліпшення кольору одержуваної крупи, зміни її виду, підвищення споживчих переваг, стійкості при зберіганні, скорочення тривалості варіння. Також деякі

дослідження підтверджують результат дії різних способів ГТО зерна на хімічний склад крупи [19].

На наш погляд, суттєвими недоліками зазначеного способу ГТО вівса згідно з «Правилами організації та ведення технологічного процесу на круп'яних підприємствах» (Правила) є: нерівномірною обробка зерна парою по всьому об'єму через невелику величину надлишкового тиску, що призводило до вироблення крупи нерівномірної за кольором (строкатою), високим вмістом подрібненого і колотого ядра, борошна і, відповідно, невисокого виходу готової продукції; низька продуктивність обробки зерна, пов'язана з тривалим періодом часу, необхідним на набір за даного тиску в пропарювачі та зволоження до необхідної величини. Крім того, рух зерна в пропарювачі призводить до низького коефіцієнту теплопередачі і не забезпечує інтенсивне нагрівання зерна, що стримує підвищення продуктивності пропарювача.

Відомі роботи [22, 24], засвідчують можливість заміни операції пропарювання на зволоження водою з подальшим відволожуванням зерна. Запропонований спосіб ГТО вівса, що включає зволоження, відволожування та сушіння зерна, дозволив отримати високу ефективність лущення зерна на відцентрових лущеннях з відповідним високим виходом готової продукції.

Відмінною особливістю запропонованого способу ГТО є введення додаткової операції. Перед пропарюванням зернову масу зволожують, при звичайному або надлишковому тиску до вологості 18 – 20 % і відволожують протягом 12 годин. Виділення ядра, а саме збільшується коефіцієнт цілісності ядра і знижується вихід дробленого ядра. Таким чином, забезпечується отримання крупи зі зменшеним дробленням ядра порівняно з Правилами.

На думку, таке рішення призводить до ускладнення технологічного процесу. Виникає необхідність багатоповерхової вертикальної компоновки технологічного процесу через послідовність етапів зволоження, пропарювання, відволожування з подальшим сушінням і охолодженням. Дане рішення продиктоване необхідністю наявності великих оперативних ємностей для операції відволожування та енерговитратами на сушіння зерна. Крім того, інший тип

компонування технологічного процесу з моменту пропарювання та подальшого відволожування неможливий через ускладнення вертикального переміщення з підйомом вгору зволоженого зерна.

Сортування зерна за розміром проводиться з метою збільшення виходу цілої крупи та полегшення відділення лушених та нелушених зерен. Сортування зерна за розміром виробляють для одержання двох фракцій. Схід із сита $1,8 \times 20$ мм поділяють на дві фракції крупності: схід і прохід сита $2,2(2,3) \times 20$ мм. Далі велику фракцію зерна вівса очищають у вівсюговідбірнику, а дрібну – в куколовідбірнику для відбору домішок, що відрізняються від вівса по довжині.

Лущення зерна здійснюється на луцильних поставах або у відцентрових луцильниках. Існує кілька відмінних один від одного конструкцій луцильників. Принциповою відмінністю є форма робочого органу та форма деки. Робоче колесо відрізняється кількістю внутрішніх сегментів та їх розташуванням щодо осі. Форма деки може бути встановлена перпендикулярно до траєкторії руху зерна з робочого колеса під кутом. Деки зазвичай кріпляться нерухомо. Відома конструкція луцильника, в якому дека обертається у протилежному напрямку відносно робочого колеса. Зазначені зміни продиктовані прагненням збільшити коефіцієнт лущення зерна з одночасним збереженням цілісності ядра. Ефективність лущення визначається формою зерна. Сорти вівса, що мають грушоподібну форму, лущаться легше, ніж сорти вівса, що мають голчасту форму. Зерно вівса, що містить здвоєні зерна, зерна з подвійною плівкою і з високим вмістом зерна дрібних фракцій, визначає необхідність підбору відмінних від рекомендованих режимів лущення.

Лущення зерна – це основна технологічна операція, що здійснюється в луцильних поставах або відцентрових луцильниках при переробці зерна вівса в крупу або пластівці. Для ефективного лущення вологість зерна має бути не більше 9 %. Однак при цьому виходить високий відсоток (до 12 %) подрібненого ядра. При переробці зерна вівса у крупу або пластівці велику роль у підвищенні ефективності використання зерна відіграє операція ГТО. Подана інформація про різні способи і режими ГТО знаходить безпосередній прояв залежно від

ефективності луцення і цілісності ядра від вологості зерна, що досягається саме в процесі ГТО. Зволоження та високотемпературне нагрівання зерна при надмірному тиску на даному етапі дозволяє отримувати зерно вівса з вологістю 19,5 – 21 %. При зазначеній вологості зерна ядро виходить достатньо пластичним. Крім того, за рахунок більш інтенсивного зволоження квіткових плівок та зміни геометричних розмірів зерна та ядра відбувається зміна зі збільшенням повітряного зазору між оболонкою та ядром. Такий характер зв'язку передбачає меншу кількість енерговитрат на луцення. А пластичність ядра при даному типі механічної дії визначає меншу кількість отриманого подрібненого продукту [13].

В роботах [13, 14], запропонований спосіб який дозволяє лущити зерно безпосередньо після пропарювача. Луцення здійснюється при одночасному вивантаженні зерна і пари через обладнаний випускний отвір пропарювача, що створює явище аеролуцення. Даний спосіб дозволяє досягти високого коефіцієнта луцення з отриманням незначної кількості подрібненого ядра. Однак його досить складно використовувати на виробництвах з високою продуктивністю, так як максимальний ефект луцення досягається при діаметрі випускного отвору 12 – 20 мм, що не дозволяє досить швидко розвантажувати пропарювач після ГТО, а високошвидкісне витікання вівса може призводити до його деформації та ущільнення.

Продукти луцення сортують на падді-машинах. Допускається застосування для цієї операції дискових трієрів і концентраторів [13].

Практичний досвід використання для цього дискових трієрів марки А9-УТ2К(О)-6 показав невисоку ефективність поділу продуктів луцення з низькою продуктивністю.

Ядро, отримане після крупосортування, шліфують на шліфувальних поставах або А1-ЗШН-3 із застосуванням абразивних робочих органів. Нами в процесі переробки зерна, зараженого головнею, був отриманий ефект видалення волосків з ядра вівса із застосуванням замість абразивного матеріалу повстяних кіл.

Ефективність переробки зерна вівса визначається особливостями технологічних процесів, показниками якості зерна і його технологічними властивостями. Найважливішими ознаками якості вівса, що мають значення для ефективності технологічного процесу вироблення крупи, є: крупність, вирівняність, форма зерна, наявність подвійних або потрійних зерен, остюків і плівчастість [22, 23].

Висновки за розділом

У країнах Східної Європи вирощують всі основні культури, що використовуються для виробництва круп. Потреби внутрішнього ринку досить забезпечені як виробленими щорічно обсягами всіх культур, і обсягами вироблених круп. Продукція із зерна вівса, а саме пластівці вівсяні «Геркулес» входять до трійки лідерів із споживання населенням.

Виробництво крупи зосереджено на більш ніж 200 великих та середніх підприємствах галузі. Як правило, більшість цих підприємств випускають кілька видів круп. Вівсяну крупу та пластівці «Геркулес» виробляють близько 20 підприємств галузі.

Таким чином, на підставі проведеного аналізу, можна відзначити, що овес для населення є високоцінним продуктом харчування, соціально значущим для всіх груп населення, особливо важливим для дитячого, дієтичного та профілактичного харчування. Беручи до уваги зниження якості зерна вівса є необхідним вивчення нових методів переробки некондиційного зерна вівса та проведення експертизи якості отриманої продукції.

Аналіз літературних даних показав, що існуючі технології з переробки зерна вівса засновані на переробці зерна, що відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008. Зерно, яке не задовольняє таким вимогам (нестандартне зерно), переробляється з низькою рентабельністю або направляється на кормові цілі.

Високий вміст поживних речовин, повноцінність білків, цінні мінеральні речовини, вітаміни та амінокислоти зумовлюють пошук нових рішень щодо

використання некондиційного зерна для виробництва крупи та пластівців вівсяних «Геркулес» [14].

В даний час дослідження ведуться у таких напрямках:

- гідротермічна обробка зерна в пропарювачах безперервної дії з тиском до 0,2 МПа;
- водно-теплова обробка зерна, що унеможлиблює процес пропарювання при підвищеному тиску з відволіканням зерна;
- сепарування зерна та крупи за кольором;
- переробка зерна вівса без попереднього розподілу на фракції;
- лущення при вологості 18 – 20 %.

Впровадження даних технологій на існуючих лініях перебуває на стадії розвитку та потребує значних грошових вкладень. Водночас у літературі не міститься відомостей про модернізацію вузлів та агрегатів (на снуючих технологічних лініях), пов'язаних з переробкою некондиційного зерна вівса у крупу та пластівці вівсяні. Тому важливий інтерес представляють відомості про товарознавчі властивості пластівців вівсяних «Геркулес», отриманих з некондиційного зерна на стандартному устаткуванні.

2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Вивчення проблеми переробки зерна вівса, що відрізняється за якісними параметрами від вимог обмежувальних кондицій у бік погіршення, визначає необхідність розробки заходів, що дозволяють переробляти таке зерно з виробленням готової продукції, що відповідає вимогам ДСТУ 4634/ГОСТ 21149-93. Як правило, основні виробництва з переробки зерна, що діють нині, створювалися після середини 80 – 90-тих років. За продуктивністю у своїй більшості це міні виробництва потужністю до 15 т/добу. З іншого боку, існують виробництва з переробкою понад 100 т/добу. Переважна більшість перших представляють і в даний час крайні примітивні схеми, що не дозволяють забезпечити організацію та повноцінне ведення технологічного процесу, лабораторного контролю та обліку. Другі є спадщиною минулого, тобто створені на основі схем та обладнання, розроблених понад півстоліття тому. Проміжне положення займають виробництва потужністю до 100 т/добу. Комплексний підхід, який полягає не лише в модернізації вітчизняного та імпортного обладнання, а й розроблених технологічних рішень, схем визначив можливість отримання продукції, яка повністю задовольняє вимоги нормативної документації.

У поданій роботі вивчено вплив на технологічні властивості зерна вівса вихідних показників його якості та їхню визначальну поведінку в процесі його переробки.

Показниками технологічних властивостей зерна вівса є: ефективність лущення зерна вівса, вихід крупи вівсяної та пластівців вівсяних, коефіцієнт вилучення та цілісності ядра, витрата електроенергії на вироблення однієї тони продукції.

Вихід готової продукції залежить від масової частки ядра у зерні. Розрахунок вмісту ядра в зерні вівса у відсотках показує її залежність від

наявності в зерні бур'янів і зернових домішок, а також дрібного зерна [26]. Таким чином, ефективне виділення зазначених домішок та дрібного зерна без втрати основного зерна дозволяє переробляти партії зерна вівса з найбільшим відсотком виходу готової продукції.

Ефективність процесу лущення визначається формою зерна. Зниження культури агрообробітку, а також низька якість сівозміни зумовило змішування типів і підтипів зерна вівса. Партії переробленого зерна вівса на підприємствах нашого регіону характеризуються високим (до 20 %) вмістом зерна вівса дрібних фракцій.

Переробка зерна вівса відповідно до «Правил» пред'являє жорсткі вимоги щодо заборони переробки зерна різних типів та сортів та до вирівняності зерна за розмірами. Рекомендоване відхилення не повинно становити більше 10 %.

З метою вдосконалення технологічного процесу виробництва пластівців вівсяних «Геркулес» із зерна вівса, параметри якості якого відрізняються від обмежувальних норм, удосконалено та розроблено раціональну технологію переробки зерна вівса, яке за своїми параметрами не відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008.

Відмінними параметрами було вміст здвоєних зерен вівса, висока частка дрібного зерна вівса, підвищена засміченість і висока вологість.

Проведено роботу з удосконалення технології гідротермічної обробки зерна вівса.

Як об'єкти на різних етапах дослідження використовувалися:

- партії зерна вівса врожаю 2023 та 2024 років. Відмінною особливістю цих партій є невідповідність вимогам під час заготівлі та постачання ДСТУ 4963:2008. Зерно вівса, що надходить на переробку, має вологість до 18 %, масову частку зернової домішки до 24 %, подвійних зерен до 10 % та дрібного зерна до 20 %;

- партії зерна вівса, що пройшли гідротермічну обробку (ГТО) у пропарювачі періодичної дії А9-БПБ. Основними недоліками роботи пропарювача безперервної дії є: зниження продуктивності при переробці сухого зерна з вологістю менше 13,5 % та вологого зерна більше 15,6 %, обмеження

параметрів обробки зерна теплоносієм, наявність оперативних ємностей великого об'єму для темперування, підвищена кількість подрібненого ядра.

Усі експериментальні дослідження проводились у виробничих умовах на товаристві з обмеженою відповідальністю «Стас і К» міста Дніпро.

Відповідно до запропонованих технологічних рішень на ТОВ «Стас і К» було заплановано виробництво пластівців вівсяних «Геркулес» з некондиційного зерна вівса з можливістю подальшої реалізації споживачам.

2.2 Методи дослідження

Аналіз зерна та крупи проводили за загальноприйнятими методами та спеціальними методиками.

Визначення якості зерна:

- відбір проб;
- визначення типового складу;
- визначення запаху та кольору;
- визначення вологості;
- визначення натури зерна;
- визначення наявності бур'янів, зернових домішок, дрібних зерен;
- визначення плівчастості;
- визначення зараженості шкідниками;
- визначення кислотності;
- визначення вмісту токсичних елементів, мікотоксинів.

Якість партій зерна вівса, використовуваного для переробки на ТОВ «Стас і К», представлено в таблиці 2.1.

Вміст ядра ($Я$) у відсотках обчислюється за формулою:

$$Я = \frac{(100 - П) \cdot [100 - (C_n \pm 3_n \pm M_3)]}{100} + 0,7обр, \quad (2.1)$$

де P – плівчастість, %;

C_n – бур'яниста домішка, %;

Z_n – зернова домішка, %;

M_z – дрібні зерна вівса, %;

Обр. – обрушені зерна, %;

0,7 – коефіцієнт використання обрушених зерен.

Таблиця 2.1 – Показники якості зерна вівса, що було використане під час досліджень

Найменування показника	Якість зерна	
	за ДСТУ 4963:2008, для 3-го класу	що надходить на переробку
Вологість, %	не більше 13,5	до 18
Ядро, %	не менше 65,0	51,2 – 66,0
Натура, г/л	не менше 520	490 – 530
Сміттєва домішка, %, у тому числі	не більше 3,0	2,8 – 6,2
шкідлива домішка, %	0,2	
зіпсовані зерна вівса,	0,5	
вівсюга	2,0	
Зернова домішка, %	не більше 7,0	3,2 – 24
Дрібні зерна, %, не більше	3,0	4,0 – 19,6
Кислотність, град., не більше	не обмежується	
Колір	властиво здоровому зерну цього типу	

На підставі наведених даних видно, що зерно вівса, яке використовується в роботі, не відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008 при заготівлях та поставках.

Визначення якості крупи:

- відбір проб;
- визначення органолептичних показників;
- методи визначення зараженості шкідниками;
- визначення домішок;

- визначення зольності;
- визначення кислотності;
- визначення вологості;
- визначення металомагнітної домішки;
- визначення вмісту токсичних елементів.

Загальна схема проведення досліджень щодо вдосконалення технології переробки зерна вівса представлена на рисунку 2.1.

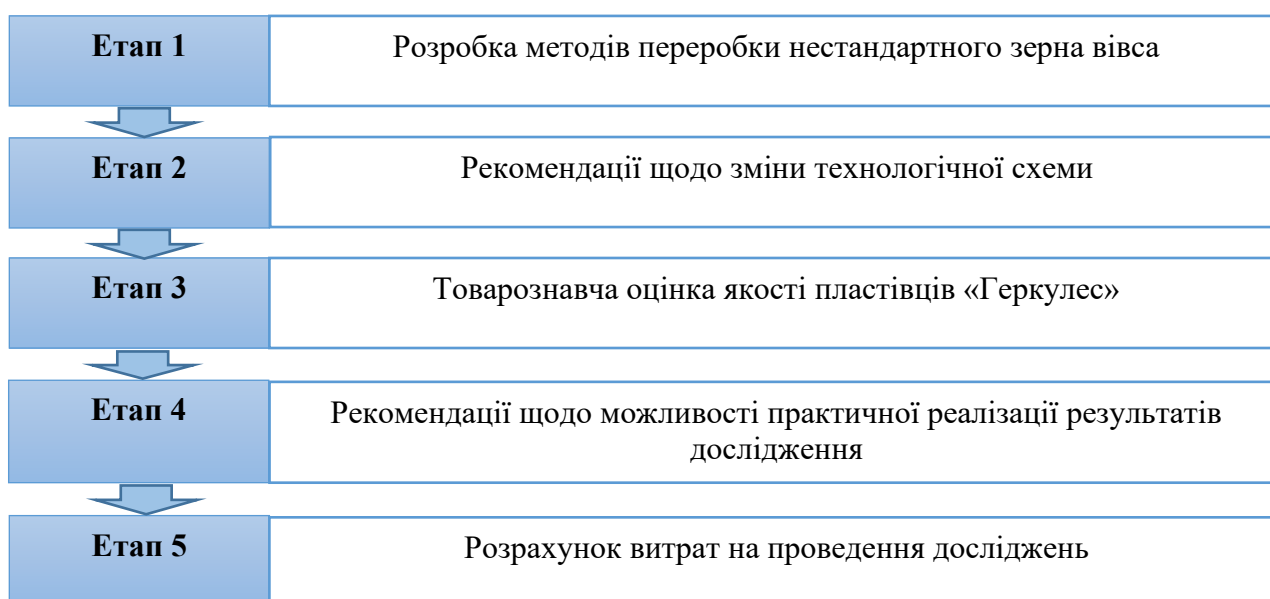


Рисунок 2.1 – Схема проведення дослідження з переробки некондиційного зерна вівса

Висновки за розділом

Приведено коротку характеристику об'єктів дослідження, визначено методи та методики за якими проводили аналіз зерна та крупи, приведено показники якості зерна вівса, яке було використано під час проведення досліджень та розроблено загальну схему проведення експериментальних досліджень, яка складається з 5 етапів та в повній мірі охоплює поставленні завдання.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка технології переробки зерна вівса з масовою часткою дрібного зерна до 20 %

Крупність і вміст дрібного зерна визначають одночасно з розрахунком вмісту бур'янів і зернових домішок. Наявність дрібного зерна впливає на вихід і якість готової продукції.

У період з 2020 по 2024 роки на підприємства з переробки вівса у крупи надходило до 20 % (від загального обсягу переробки) партій зерна вівса із зазначеною ознакою.

Для підвищення ефективності переробки зерна вівса з масовою часткою дрібного зерна було рекомендовано змінити спосіб поділу зерна на фракції.

У процесі дослідження фракціонування використовувалося зерно з наступними показниками якості (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Показники якості зерна вівса, що переробляється

Показники	Якість зерна	
	за ДСТУ 4963:2008, для 3-го класу	що надходить на переробку
Вологість, %	не менше 13,5	12,8 – 17,4
Натура, г/л	не менше 520	510 – 540
Ядро, %	не менше 63,0	51,2 – 66,0
Сміттєва домішка, %	не більше 3,0	3,0 – 6,2
Зернова домішка, %	не більше 7,0	3,2 – 16,8
Дрібні зерна, %	не більше 5,0	1,2 – 7,0
Зерна вівса: довжина зернівки не більше 9 мм, %	не нормується	4,0 – 19,6

Критерієм для визначення дрібного зерна (схід сита 1,8×20) та поділу зерна на фракції при переробці за рекомендованою технологічною схемою (рисунок 3.1), є товщина зерна.

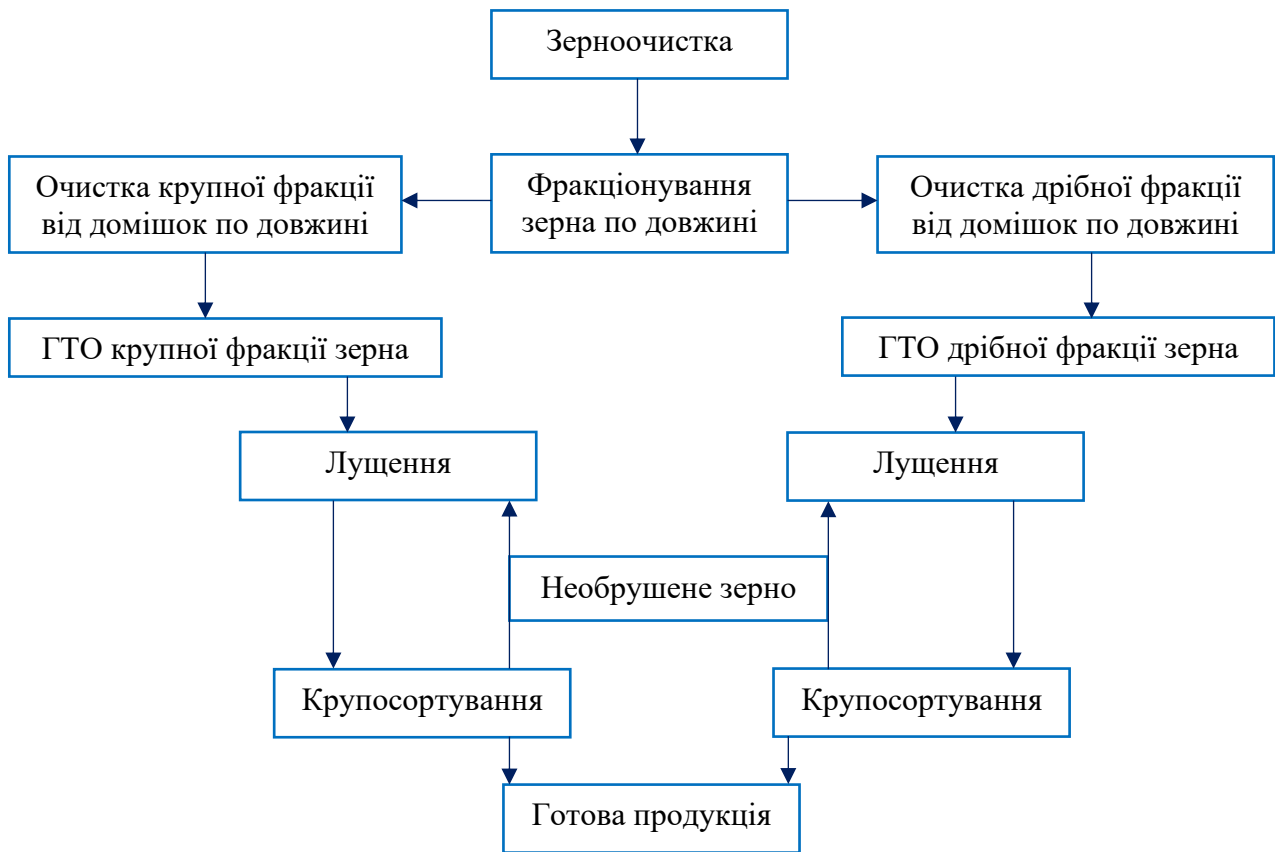


Рисунок 3.1 – Схема переробки зерна вівса у крупу

Однак виділення дрібної фракції при переробці зерна вівса за геометричним параметром – товщина зернівки – має суттєвий недолік.

Така схема переробки вівса дозволяє переробляти зерно, яке відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008. Якісні показники вівса, що надходило, за період 2022 - 2024 роки перевищують вимоги зазначеного стандарту щодо вмісту зерен інших типів і підтипів до 50 %.

Рекомендовані методи очищення зерна вівса, з урахуванням наступного пофракціонного поділу, ускладнюють очищення зерна від бур'янів і зернових приміщень при виділенні дрібної фракції проходом $2,4 \times 20$ і сходом $1,8 \times 20$ (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Порівняльні показники якості зерна вівса по рекомендованій та запропонованій технології, перед етапом лушення

Домішки зерна вівса	Показники, %	
	за рекомендованою технологією	за запропонованою технологією
Сміттєва домішка, в тому числі:	0,26 – 0,40	0,22 – 0,36
- органічні домішки	–	–
- вівсюг	0,12 – 0,20	0,10 – 0,16
- насіння бур'янів	0,14 – 0,20	0,12 – 0,20
Зернова домішка, у тому числі:	0,40 – 1,10	0,36 – 1,20
- обрушені	–	–
- биті	–	–
- горох	–	–
- ячмінь	0,30 – 0,66	0,16 – 0,80
- пшениця	0,10 – 0,44	0,20 – 0,40
Вміст основного зерна у відходах, не більше	65	3,6
Вміст бур'янів до готової продукції	0,35	0,30

Як видно з таблиці 3.2, при підготовці зерна до лушення за рекомендованою технологією вміст основного зерна в зерновідходах становить до 50 %. Цей показник визначає зниження виходу готової продукції до 8 %.

Витрати переробки такого зерна, що виробляються, збільшують собівартість готової продукції за рахунок зменшення частки виходу. Тому вказану фракцію зерна підприємства відправляють на комбікормове виробництво.

Поділ зерна вівса на фракції з одночасним виділенням бур'янів і зернових домішок за рекомендованою схемою визначає можливість виділення з великої та дрібної фракцій зерна домішок тільки за їх довжиною. Однак у цьому випадку збіг типорозміру домішок і зерна вівса, з довжиною зернівки до 9 мм, у процесі очищення призводять до видалення більшої частки (до 80 %) такого зерна. Втрата даного зерна з фізичної маси переробної партії визначає низький ефект переробки партій зерна вівса із зазначеними показниками. А в окремих випадках переробка стає нерентабельною. Для переробки зерна вівса з вищевказаним показником була запропонована схема переробки з використанням способу поділу зерна вівса на

фракції за довжиною та товщиною (рисунок 3.3).

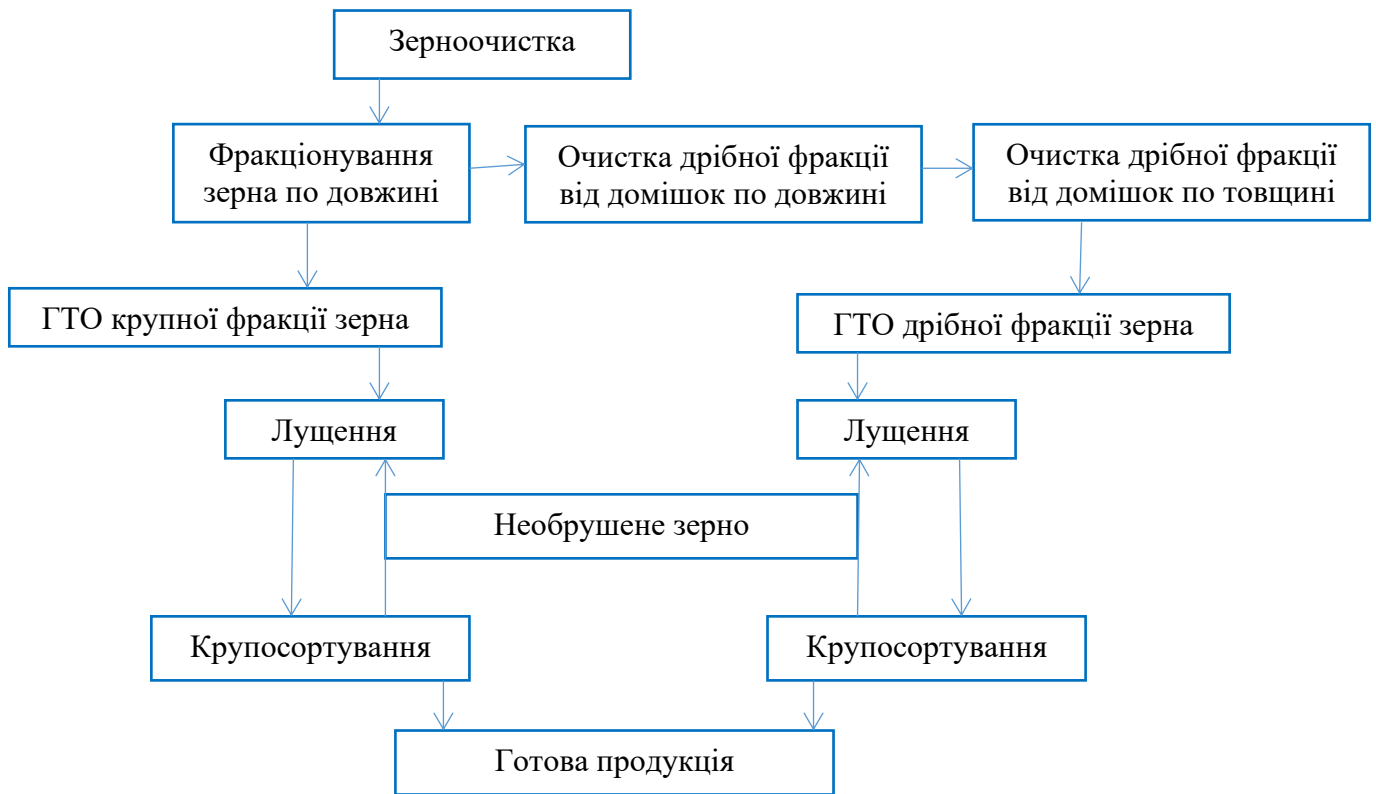


Рисунок 3.3 – Схема переробки вівса із вмістом до 20 % дрібного зерна по запропонованій технології

Зміна критерію фракціонування з більшою ефективністю дозволило отримувати велику фракцію зерна вівса із вмістом бур'янів і зернових домішок не більше 0,06 – 0,1 %.

Насіння бур'яну та зернова домішка, що залишилися після первинного зерноочищення зерна, із встановленим підсвіним ситом 1,4×16, потрапляють у дрібну фракцію, що містить невиділене зерно розміром до 9 мм.

Використання принципу очищення зерна дрібної фракції від домішок у порядку за довжиною і товщиною відповідно дозволило досягти високого ступеня очищення без втрати дрібного зерна у відходи. Очищення дрібної фракції зерна вівса по довжині проводили на трієрі «Петкус K233A», з чарунками барабанного полімерного сегменту d 5,2. Полімерні сортуючі комірчасті пластини виконані із зносостійкого полімерного матеріалу, а технологія лиття, що застосовується при

їх виготовленні, дозволила отримати поверхні з великою (на 10 – 30 %) кількістю чарунок на одиницю поверхні.

Подальше використання ситової обертової поверхні бурату ЦМБ-3 з довгастими отворами 2,6×20 або 2,8×20 (залежно від типу вівса, що переробляється – голкова або грушева форма) дозволило відокремити залишок домішки по товщині (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Порівняльні показники якості зерна вівса дрібної фракції за запропонованою технологією

Домішки зерна вівса дрібної фракції	Показники, %	
	до очищення	після очищення, не більше
Смітна домішка, в тому числі:	1,38 – 2,46	0,14
- органічні домішки	0,68 – 0,90	–
- вівсюг	0,54 – 1,1	0,10
- насіння бур'янів	0,16 – 0,46	0,04
Зернова домішка, у тому числі:	4,52 – 6,20	1,4
- обрушені	1,82 – 2,36	1,2
- биті	0,28 – 0,50	–
- горох	0,64 – 1,24	–
- ячмінь	0,88 – 1,10	–
- пшениця	0,90 – 1,00	0,2

Запропонований спосіб фракціонування дозволив ефективно очищати дрібну фракцію зерна вівса та використовувати його для переробки у готову продукцію.

Порівняльний аналіз показників готової продукції, виробленої за рекомендованою та запропонованою технологією, представлений у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Ефективність переробки зерна вівса із вмістом дрібного зерна до 20 %

Продукти переробки	Масова частка при переробці, %			
	зерно вівса за ДСТУ 4963:2008		зерно вівса з показниками якості, що перевищують норми ДСТУ 4963:2008	
	рекомендована технологія	запропонована технологія	рекомендована технологія	запропонована технологія
Пластівці вівсяні «Геркулес»	не менше 45,5	56,5 – 61,0	44,0 – 46,0	52,0 – 55,5
Мучка кормова	не більше 10,5	3,8 – 3,0	4,0 – 5,8	1,2 – 2,1
Дробленка кормова	не більше 5,0	1,6 – 2,1	5,5 – 6,2	1,6 – 2,2
Відходи кормові I, II категорій	не більше 2,5	8,0 – 5,3	12,2 – 9,7	11,6 – 8,4
Дрібний овес	не більше 5,0	–	1,0	–
Відходи кормові III категорії	не більше 0,7	0,7	0,7	0,7

Як видно з таблиці 3.4, переробка партій зерна вівса, із вмістом до 20 % дрібного зерна, розміром до 9 мм, за рекомендованою технологією призводить до втрат основного зерна на етапі зерноочищення до 65 %, збільшення масової частки дробленого ядра до 7,1 %.

Переробка зерна вівса за запропонованою технологією дозволяє переробляти партії зерна вівса з масовою часткою до 20 % дрібного зерна вівса (розміром до 9 мм). В результаті використання запропонованої технології вихід готової продукції збільшився на 7 – 9 % від фізичної маси партії, що переробляється. Вміст основного зерна у відходах склало не більше 3,6 %.

3.2 Розробка технології переробки зерноsumішей вівса

У зерновій масі, що надходить на підприємство, крім повноцінного зерна вівса містяться і різні домішки. Вихідні партії зерна представляють суміш зерен різних культур і бур'янів, а також домішки мінерального, органічного

походження. Розрізняють наступні стани зерна вівса за вмістом домішки бур'яну (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 – Стан зерна вівса за засміченістю та зерною домішкою

Показники, %	Чисте	Середня чистота	Засмічене
Смітна домішка	не більше 1,0	1,1 – 3,0	більше 3,1
Зернова домішка	не більше 2,0	2,1 – 4,0	більше 4,1

Показник засміченості визначено як одну з найважливіших ознак якості зерна у групі з такими показниками технологічних властивостей, як вихід продукції та її асортимент.

У той же час зерно вівса з присутністю зернової домішки, що знижує продовольчу цінність зерна, придатне для отримання продовольчих продуктів з одночасним зниженням якості готової продукції. Смітна домішка за своїми властивостями не може бути використана в переробці разом із зерном основної культури, так як вона не тільки впливає на якість, але і на вихід готової продукції. Тому перед переробкою бур'яну домішку необхідно повністю або частково (згідно з вимогами ДСТУ 4963:2008) видалити з цієї партії.

У зерноочисних машинах застосовують різні робочі органи, робота яких заснована на використанні певної ознаки подільності зернової маси. До таких ознак належать: розміри (довжина, товщина, ширина); аеродинамічні властивості (швидкість витання); форма та стан поверхні (фракційні властивості); колір; пружність; магнітні властивості та інші [33, 34].

Технологічну ефективність очищення зерна від домішок E %, обчислюють за формулою:

$$E = \frac{A - B}{A} \cdot 100, \quad (3.1)$$

де E – ефективність очищення зерна, %;

A – вміст відокремленої домішки у вихідній суміші, кг;

B – вміст домішки, що відокремлюється, в зерні після очищення, кг.

Наявність домішки ячменю, пшениці, соняшника та вівсюга в зерні вівса значно ускладнює процес очищення зерна та призводить до необхідності застосування складного та багатоступеневого очищення зерна та зменшення виходу готової продукції. Для відокремлення таких домішок проводять повторні пропуски зерна через зерноочисні машини, застосовують зерноочисні машини спеціального призначення.

Переробка такого зерна на крупу або пластівці не завжди ефективна і призводить до значних втрат (до 40 %) основного зерна на зерновідходи, вироблення нестандартної продукції або продукції низьких сортів, а також знижує її харчову цінність та смакові якості.

Очищення зерна від домішок, що мають таку ж площу поперечного перерізу, але відрізняються геометричними розмірами, як і основне зерно, подальшою переробкою в крупу передбачає поетапне очищення за різними знаками.

Обсяг партій зерноsumіші вівса від загального обсягу зерна, що переробляється, становив до 27,7 %. У 2022 – 2023 роках нестандартне за якістю зерно приймалося та перероблялося у незначних обсягах. Використовувані методи переробки зазначених партій задовольняли вимогам переробників, орієнтованих на отримання стандартної продукції. У 2024 року кількість і масова частка вівса, що надходить на переробку зерноsumіші, збільшується.

Партії зерна вівса, що містять домішки гороху, ячменю та пшениці понад 7 % та смітної домішки понад 3 %, зазвичай переробляли на комбікорми.

Відповідно до «Правил», технологічні прийоми включають такі методи переробки таких партій зерна вівса:

1. Об'єднання партій зерна з вологістю та засміченістю, що перевищують показники вимог ДСТУ 4963:2008, з подальшим підробітком, незважаючи на втрати доброякісного зерна у відходи для забезпечення стійкого зберігання продукції.

2. «Штучне» зниження масової частки зернової домішки і насіння

бур'янів, шляхом підсортування невеликих партій з показниками якості за наявністю бур'янистої домішки вище вимог ДСТУ 4963:2008 до партій зерна, що задовольняють вимоги стандарту.

Вказаний вище фактичний відсоток втрати основного зерна у відходах, а також збільшення масової частки надходження зерноsumіші вівса зробили застосування вищеназваних методів неефективним.

Спосіб очищення зерна вівса за рекомендованою технологічною схемою переробки дозволяє переробляти зерно із вмістом бур'янів і зернових домішок з показниками, що не перевищують вимог обмежувальних кондицій для зерна 3-го класу.

При переробці зерна з вмістом бур'янистої домішки більше 3 % і зернової домішки більше 7 % така схема стає неефективною.

Втрати нормального зерна вівса в зерновідходах визначили ряд заходів, пов'язаних з особливим обліком і контролем партій, що надходять на підприємство. Для цього на етапі роботи виробничо-технічної лабораторії з приймання зерна, на підставі фактичної якості, тобто кількості домішок у партії, за допомогою лабораторного розсіву марки У1-ЕРЛ-1, на ситах 2,4(2,2)×20, 1,8×20 з ефективністю не менше 99,8 % проводили визначення фактичних втрат основного зерна з виділенням зазначених домішок. Отримані дані та характеристики властивостей бур'янів та зернових домішок дозволяють підібрати оптимальні режими роботи обладнання та розміри, форму отворів сит, що застосовуються для переробки даного зерна. Аналіз вмісту бур'янів та зернових домішок з урахуванням їх утримання після поділу зерна на фракції дозволяє підвищити ефективність роботи зерноочищення.

У процесі дослідження роботи лінії зерноочищення використовувалося зерно вівса з такими показниками якості (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Показники якості зерна вівса, що переробляється

Показники, %	Якість зерна	
	за ДСТУ 4963:2008	що надходить на переробку
Вологість	не більше 13,5	12,6 – 16,2
Ядро	не менше 63	52 – 60
Вміст домішок:		
- смітна	не більше 3,0	2,8 – 3,6
- зернова	не більше 7,0	15,1 – 24

Для переробки зерна з вмістом зернової домішки більше 7 % було запропоновано технологічну схему очистки зерна (рисунок 3.4).

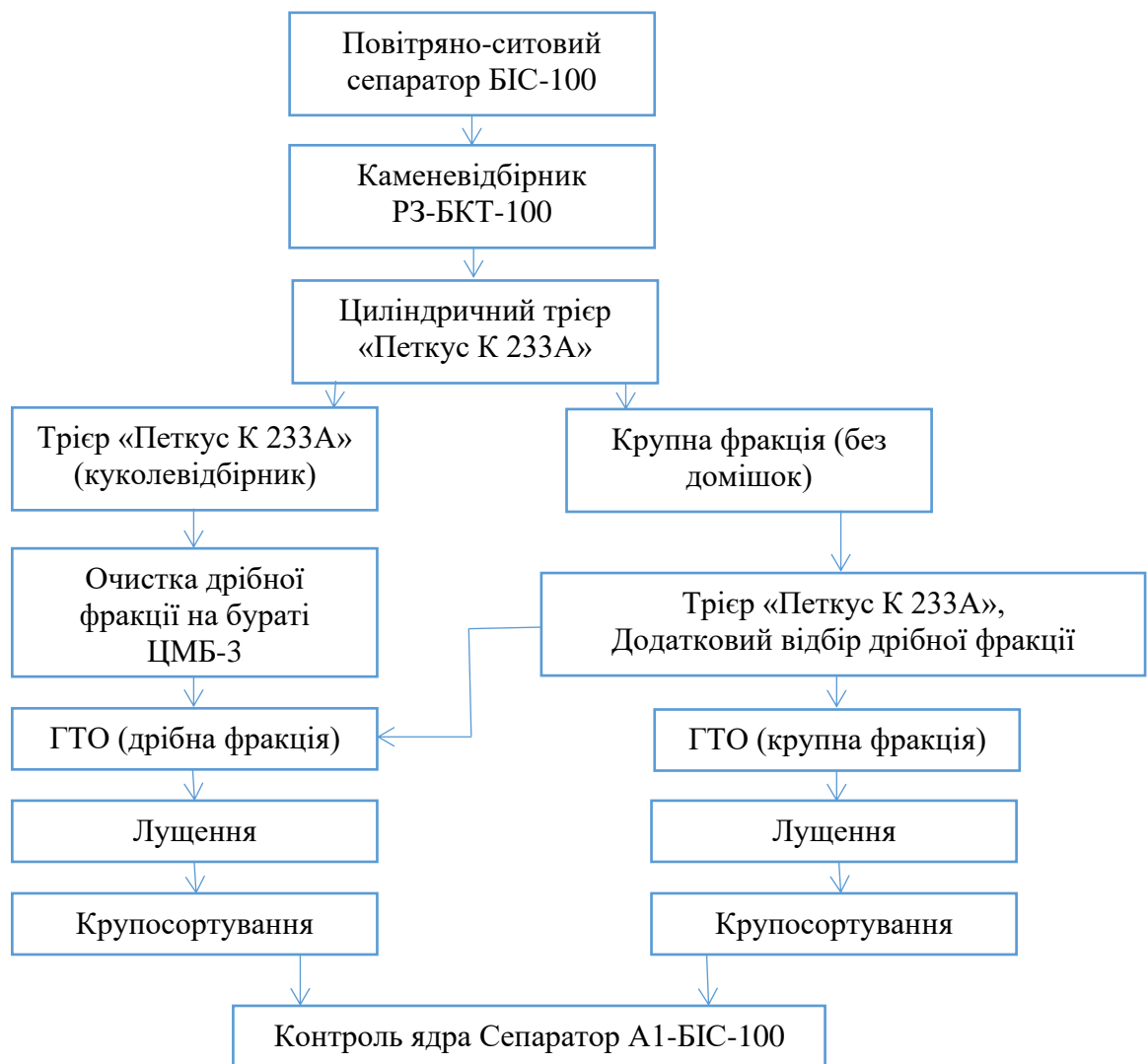


Рисунок 3.4 – Очистка зерна вівса від домішок за запропонованою технологією

У процесі реконструкції технологічної схеми було запропоновано додатково встановити повітряно-ситовий сепаратор А1-БІС-100. Установка верхніх сит з розміром осередків 2,8(3,0)×20 для великої фракції ядра і 2,4(2,6)×20 для дрібної фракції дозволить виділяти зернову домішку, що залишилася, ячмінь, пшениця, соняшник. Установка нижніх сит з розміром комірок 2,0(2,5) дозволяє виділяти дроблене ядро.

Запропонована технологічна схема зерноочисного відділення на відміну від рекомендованої «Правилами» відрізняється зміною параметрів поділу зерна та сміттєвої домішки, а також параметром пофракційного поділу зерна вівса.

На першому етапі здійснюється попереднє очищення на повітряно-ситовому сепараторі А1-БІС-100 від великих, сход сита 3,8(4,2)×20, і дрібних, сход сита 1,4(1,7)×20, домішок. На другому етапі проводиться поділ зерна вівса на дві фракції по довжині на трієрі «Петкус К 233А» на сегментах з чарункою 9 мм. Застосування зазначеного критерію фракціонування дозволяє отримувати зерно першої фракції із загальним вмістом бур'янів і зернових домішок не вище 0,7 %. На третьому етапі – очищення зерна другої фракції від бур'янів та зернових домішок здійснюється послідовно на трієрі «Петкус К 233А», з чарунками 5,2 мм, і на бураті ЦМБ-3 з ситами 2,4(2,6)×20. У цьому сході виділяється бур'ян і зернова домішки, проходом друга фракція зерна із залишковим вмістом домішки трохи більше 0,5 %. На четвертому етапі відсотковий вміст домішки у першій та другій фракціях доводиться до норм стандарту на етапі контролю обрушеного зерна після крупосортування на додатково встановленому повітряно-ситовому сепараторі А1-БІС-100.

Результати випробувань технологічного процесу переробки зерна вівса, що містить великий відсоток смітної домішки, приведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Порівняльний аналіз ефективності роботи рекомендованої та запропонованої схеми очищення зерна від домішок

Машини для зерноочищення	Масова частка бур'яну домішки в зерні вівса, %	
	за рекомендованою технологією	за запропонованою технологією
Сепаратор А1-БІС-100: - до очищення - після очищення	1,8 – 3,9 0,8 – 1,6	1,8 – 3,9 0,8 – 1,6
Каменевідбірник РЗ-БКТ-100: - до очищення - після очищення	0,8 – 1,6 0,7 – 1,4	0,8 – 1,6 0,7 – 1,4
Розсійник А1-БРУ (розподіл зерна на фракції)		Відсутня
Трієр «Петкус К233А» (розподіл зерна на фракції)	Відсутня	
Трієр «Петкус К233А» (кокулевідбірник) коротких домішок: - - до очищення - після очищення	0,5 – 1,0 0,3 – 0,45	Відсутня
Трієр «Петкус К233А» відбір коротких домішок із дрібної фракції: - до очищення - після очищення	Відсутня	3,0 – 5,6 1,1 – 1,8
Трієр «Петкус К233А» (відбірник): - до очищення - після очищення	0,2 – 0,4 0,1 – 0,15	Відсутня
Бурат, контроль дрібної фракції вівса: до очищення після очищення	Відсутня	1,1 – 1,8 0,5 – 0,8
Контроль великої та дрібної фракції на сепараторі А1-БІС-100	Відсутня	
Вміст смітної домішки в готовій продукції	0,4 – 0,6	0,1 – 0,2
Вміст смітної домішки в готовій продукції, відповідно до стандарту	0,35	0,35

Зазначений спосіб поділу зерна на фракції дозволяє в процесі фракціонування виділяти велику фракцію зерна з вмістом бур'янів і зернових домішок 0,06 – 0,1 %. Вміст в даній фракції смітної домішки, вівсюга не впливає на якість готової продукції. У процесі переробки дана домішка міститься у великій фракції.

Технологічні етапи переробки зерна вівса, що містить вівсюг, з діючими режимами дозволяють на етапі лушення руйнувати зерна вівсюга і видаляти за допомогою повітряного сепарування (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Результати відділення вівсюга на етапах лушення

Масова частка вівсюга в зерні, не більше, %	Масова частка вівсюга, не більше, %	
	після 1-го лушення	після 2-го лушення
0,5	0,1	не виявлено
1,5	0,3	
2,7	0,4	
3,8	0,8	

Бур'ян і зернова домішка, що залишилася, міститься в дрібній фракції зерна, геометричні розміри якої дозволяють на відміну від дрібної фракції, одержуваної за рекомендованою технологією, послідовно застосовуючи спосіб очищення зерна по довжині на трієрі «Петкус К 233А» з чарунками d 5,2 (6,0) і товщині, на бураті ЦМБ-3 із ситами 2,6(2,8)×20, виділяти без втрати основного зерна зазначений відсоток домішки.

Вищевказана послідовність очищення загального потоку зерна вівса з подальшим поділом на фракції та з додатковим очищенням зерна другої фракції дозволять домогтися стабільних показників роботи технологічної лінії при використанні зерна з вмістом домішки вище ДСТУ 4963:2008.

Таким чином, зміна режиму роботи обладнання дозволила переробляти зерно, не стандартне за вмістом зернової домішки. При цьому за запропонованою технологією вміст зернової домішки в пластівцях вівсяних «Геркулес» не перевищує вимог ДСТУ 4634/ГОСТ 21149-93. А вміст основного зерна у

зерновідходах за запропонованою технологією не перевищує 5 %.

Результати дослідження запропонованої технології приведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Ефективність переробки зерна вівса із вмістом зернової домішки до 24 %

Продукти переробки	Масова частка продуктів, %	
	за рекомендованою технологією	за запропонованою технологією
Пластівці вівсяні «Геркулес»	45,2 – 52,2	50,2 – 55,9
Мучка та дробленка кормова	2,4 – 4,4	1,8 – 2,8
Кормовий зернопродукт, у зерна у відходах	17,0 – 28,0 5,0 – 18,0	16,0 – 25,0 2,0 – 5,0

Як очевидно з таблиці 3.9, відсоток виходу готової продукції збільшився на 6,7 % з допомогою скорочення, на 8,3 % втрати нормального зерна у відходи.

Таким чином, запропонована фракційна переробка зерноsumішей вівса дозволила виробляти вівсяні пластівці за показниками якості, що відповідають вимогам нормативної документації.

3.3 Переробка зерна вівса з вологістю понад 15,6 %

Зерно вівса, що надходить на зберігання з подальшою переробкою у крупу вівсяну або пластівці «Геркулес», повинне відповідати базисним та обмежувальним нормам. Зерно вівса з вологістю 15,6 – 17 % вважається вологим і підлягає подрібтці та сушінню у певний період залежно від вихідної температури зернової маси [27].

За статистичними даними нашого регіону, частка зерна, що надходить на переробку у період 2023 – 2024 років з підвищеною вологістю становила до 14,7 %.

Зерно вівса з підвищеною вологістю визначає проведення технологічних операцій, спрямованих на збереження такого зерна для подальшої переробки у

крупку або пластівці [33].

3.3.1 Переробка зерна з вологістю понад 15,6 % за рекомендованою Правилами технологією

Від вологості зерна та терміну його зберігання залежить колір ядра. Це один із загальних показників, що висувуються до якості зерна вівса, що надходить на круп'яний завод. Особливу увагу звертають на наявність зерен, що потемніли внаслідок несприятливих умов збирання або зберігання, масова частка яких безпосередньо впливає на кислотність зерна. В обмежувальних нормах на зерно, що заготовляється і поставляється на переробку в крупку, введено норму кислотності (не більше 6 градусів), яка вказує на ступінь свіжості зерна.

Зазначені вище вимоги щодо норми кислотності та кольору ядра безпосередньо взаємопов'язані з зазначеним параметром – вологістю.

Цей взаємозв'язок визначений хімічним складом ядра вівса та терміном зберігання зерна з підвищеною вологістю.

При надходженні зерна підвищеної вологості виробниками формуються партії згідно з ДСТУ 4963:2008 з урахуванням стану зерна з вологості, засміченості, крупності, відповідно до вимог внутрішнього регламенту. Такі партії зерна вівса піддаються сушінню та подрібтці до показників за ДСТУ 4963:2008 та направляються на переробку (таблиця 3.10).

Переробка вологого зерна вівса за рекомендованою схемою призводить до того, що після сушіння таких партій зерна вівса показник кислотності готової продукції — пластівців вівсяних «Геркулес» — наближається до гранично допустимої величини, що призводить до зменшення терміну їх зберігання.

Таблиця 3.10 – Фактична якість зерна, що використовується виробниками, для переробки за рекомендованою технологією

Показники, %	Якість зерна	
	за ДСТУ 4963:2008	що надходить на переробку
Вологість	не більше 13,5	15,6 – 16,9
Ядро	не менше 63	61,4 – 65,4
Сміттєва домішка	не більше 3,0	2,6 – 3,2
Зернова домішка	не більше 7,0	3,8 – 7,4
Кислотність, град,	не більше 6,0	5,2 – 5,7

Відповідно до нормативних документів, що регламентують умови та режими сушіння продовольчого зерна, партії зерна з підвищеною вологістю сушать у шахтних прямоточних сушарках. При досягненні вологості 13,0 – 13,5 % зерно прямує на переробку в крупи або пластівці (рисунок 3.5).

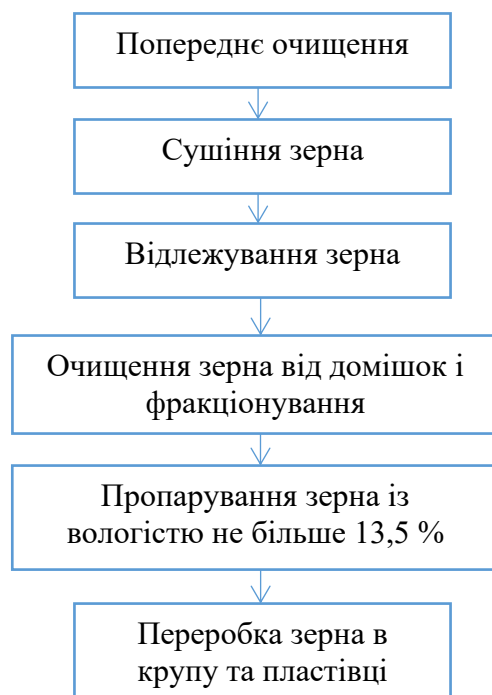


Рисунок 3.5 – Технологічна схема переробки зерна із вологістю більше 15,6 % за рекомендованою технологією

Було проведено дослідження щодо зміни кислотного числа жиру пластівців вівсяних «Геркулес», вироблених із зерна вівса, що надходить на переробку з

вологістю понад 15,6 %. Результати представлені у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Зміна кислотності пластівців вівсяних «Геркулес» у період гарантованого терміну зберігання

Показники	Період зберігання, днів								
	60			120			160		
	вологість вихідного зерна 14,8 – 16,9 %								
Вологість пластівців «Геркулес», %	не більше 11,3 – 11,8								
Кислотність зерна, град.	5,0 – 5,6								
Кислотність пластівців «Геркулес», град.	4,0–4,4	4,2–4,4	4,2–4,6	4,4–4,6	4,5–4,8	4,6–5,0	4,8–5,1	5,0–5,2	5,0–5,2
Органолептичні показники: - запах - колір - смак	відповідають нормі						сторонній (солодовий), змінився (потемнілий), нетиповий(гіркуватий)		

Таким чином, дані таблиці 3.11 показують скорочення терміну зберігання через збільшення кислотності та зміни органолептичних показників пластівців вівсяних «Геркулес», вироблених з вологого зерна.

При дослідженні гарантованого терміну зберігання пластівців вівсяних «Геркулес» та зміни кислотності, було вивчено вплив різних режимів сушіння вологого зерна та пропарювання. Партії просушеного зерна при різних режимах досліджувалися на зміну кислотності за ДСТУ 3698-98.

Визначення зазначених параметрів у просушеному зерні показало, що всі досліджені партії відповідають параметрам за ДСТУ 4963:2008.

Таблиця 3.12 – Зміна кислотності зерна вівса при використанні різних режимів сушіння

Параметр	Вихідні дані	Температура агенту сушіння	
		у 1-й зоні 110 – 130 °С	у 2-й зоні 120 – 150 °С
Кислотність, град.	3,0 – 5,0	3,2 – 5,0	3,2 – 5,0

Таким чином, підвищення кислотності при подальшій переробці просушеного зерна у крупу не пов'язане з порушенням сушіння зерна. Параметри роботи зерносушарки, зміна температури агенту сушіння в 1-й та 2-й зонах, зміна температури нагрівання зерна також не впливає на якість зерна.

Наступна переробка партій просушеного зерна, що мають початкову високу вологість, призводить до вироблення продукції з підвищенням рівня кислотності та зміною кольору ядра з його потемнінням до темно коричневого відтінку.

Таким чином, технологічна довговічність зерна вівса з вологістю понад 15,6 % знижується.

Вівсяне ядро містить 6,0 – 7,5 % жиру, який при тривалому або неправильному зберіганні прогіркає. При тривалому зберіганні зерна та зернопродуктів, в результаті гідролізу ліпідів та утворення вільних кислот кислотність зростає.

При гідротермічній обробці зерна інактивуються ліполітичні ферменти. В результаті їх руйнування при зберіганні крупи кислотне число жиру майже не збільшується, прогіркання крупи і пластівців вівсяних сповільнюється або зовсім не настає [46].

В даному випадку йдеться про вологе зерно вівса, що зберігається в зазначеному стані досить тривалий період, внаслідок чого відбуваються незворотні біохімічні процеси. Пліснявіння і самозигрівання – основні процеси, що відбуваються з вологою зерновою масою і є причиною виникнення гідролітичних процесів у зерні [46].

3.3.2 Переробка зерна з вологістю понад 15,6 % за запропонованою технологією

Для подальшого проведення досліджень з удосконалення технології переробки зерна вівса з підвищеною вологістю було випробувано новий метод. Він заснований на скороченні тривалості підготовки зерна до переробки у крупи та пластівці. З зерна вівса, що надходить на переробку, виділялися партії з вологістю більше 15,6 % і діапазоном розбіжності не більше 1,0 %. Такі партії без попереднього сушіння прямували на завод для переробки. У цьому методі сушіння зерна до вологості 13,0 – 13,5 % замінено пропарюванням. Для проведення досліджень підготовки зерна вівса до переробки у крупу використано технологічну схему, представлену на рисунку 3.6.

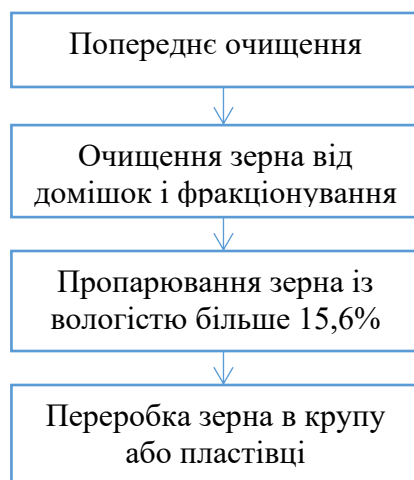


Рисунок 3.6 – Технологічна схема переробки зерна із вологістю більше 15,6 % за запропонованою технологією

У новому методі переробки зерно вівса з підвищеною вологістю надходить у пропарювач періодичної дії типу А9-БПБ. Попередній під пропарюванням підігрів протягом 20 хвилин до 20 – 30 °С прискорює процес гідротермічної обробки зерна. Пропарювання проводять при тиску пари в діапазоні 0,2 – 0,3 МПа протягом 1,5 – 3 хв. Тривалість пропарювання визначається часом від початку подачі пари в пропарювач до моменту його припинення. Вивантажуючи зерно з пропарювача, його подають у сушарку, де відбувається сушіння протягом 30 – 40 хв. повітрям з температурою 60 – 90 °С до вологості 16 – 18 %.

Потім зерно надходить у другу сушарку шахтного типу і його сушать повітрям з температурою 90 – 110 °С протягом 60 – 80 хв. Зерно охолоджують після сушки повітрям до температури не більше 45 °С. Після закінчення пропарювання і наступного сушіння до вологості 13,0 – 13,5 % зерно вівса прямує на луцення, з подальшим крупосортуванням та виробленням пластівців. Для проведення досліджень було використано зерно з такими показниками якості (таблиця 3.13).

Таблиця 3.13 – Фактична якість використовуваного зерна для переробки за рекомендованою та запропонованою технологіям

Показники, %	Якість зерна		
	за ДСТУ 4963:2008	за рекомендованою технологією	за запропонованою технологією
Вологість	не більше 13,5	12,0 – 13,5	15,6 – 16,4
Ядро	не менше 63	62,5 – 66,1	62,1 – 65,7
Сміттева домішка	не більше 3,0	1,6 – 2,4	1,8 – 3,1
Зернова домішка	не більше 7,0	3,6 – 5,4	3,4 – 7,4
Кислотність, град.	не більше 6,0	5,0 – 5,6	5,0 – 5,8

Таким чином, для дослідження використовувалося зерно вівса без попереднього сушіння перед луценням з вологістю більше 15,6 – 16,4 % за запропонованою технологією і з вологістю не більше 13,0 – 13,5 % за рекомендованою технологією.

У таблиці 3.14 наведено порівняльний аналіз кислотності готової продукції при переробці зерна вівса за рекомендованим та запропонованим способом ГТО.

Таким чином, як видно з таблиці 3.14, підвищення температури та тиску насиченої пари впливає на показники якості готової продукції. Наведені дані підтверджують можливість переробки зерна вівса за запропонованою технологією із заміною сушіння зерна на пропарювання в заданих режимах. Запропонований температурний режим періодичного пропарювання стабілізує процес зміни кислотності як у зерні, так і в готовій продукції.

Таблиця 3.14 – Вплив ГТО на кислотність пластівців вівсяних «Геркулес»

Параметри насиченої водяної пари		Кислотність, град.		
тиск, МПа	температура, °С	за рекомендованим способом ГТО	за запропонованим способом ГТО	норма, не більше
0,05	81	5,0 – 5,5	не визначалося	5,0
0,075	93	5,0 – 5,4		
0,1	99	4,8 – 5,1		
0,2	120	не визначалося	4,5 – 4,9	
0,3	133		4,4 – 4,8	

Таблиця 3.15 – Зміна кислотності пластівців вівсяних «Геркулес» у процесі зберігання

Показники	Період зберігання, днів								
	60			120			160		
	вологість вихідного зерна, %								
	До 13,5	13,6 – 15,5	15,6 – 17	До 13,5	13,6 – 15,5	15,6 – 17	До 13,5	13,6 – 15,5	15,6 – 17
Вологість пластівців «Геркулес», %	Не більше 11,3 – 11,8								
Кислотність зерна, град.	3,0 – 3,4	3,2 – 3,7	3,8 – 5,0	3,0 – 3,4	3,2 – 3,7	3,8 – 5,0	3,0 – 3,4	3,2 – 3,7	3,8 – 5,0
Кислотність пластівців «Геркулес», град.	2,1 – 2,4	2,4 – 2,9	3,5 – 4,1	2,2 – 2,9	2,7 – 3,3	4,0 – 4,5	2,8 – 3,1	3,0 – 4,0	4,0 – 4,8
Органолептичні показники: смак, колір, запах	відповідають нормі, типові								

Дослідження залежності кислотності готової продукції пластівців вівсяних «Геркулес», від вихідної вологості зерна, переробленого за запропонованою

технологією в період гарантованого терміну зберігання, представлені в таблиці 3.15. Додатково визначалися органолептичні показники за ДСТУ 4634:2006/ГОСТ 21149-93. Як видно з таблиці 3.15, пластівці вівсяні «Геркулес», вироблені за запропонованою технологією, за показником кислотності та органолептичним показниками відповідають нормам щодо терміну зберігання.

Висновки за розділом

Результати експериментальних досліджень дають змогу стверджувати, наступне:

1. Переробка зерна вівса за запропонованою технологією дозволяє переробляти партії зерна вівса з масовою часткою до 20 % дрібного зерна вівса (розміром до 9 мм). В результаті використання запропонованої технології вихід готової продукції збільшився на 7 – 9 % від фізичної маси партії, що переробляється. Вміст основного зерна у відходах склало не більше 3,6 %.

2. Пропонована фракційна переробка зерноsumішей вівса дозволила виробляти вівсяні пластівці за показниками якості, що відповідають вимогам нормативної документації.

3. Пластівці вівсяні «Геркулес», вироблені за запропонованою технологією, за показником кислотності та органолептичним показниками відповідають нормам щодо терміну зберігання.

4 ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА ПЛАСТІВЦІВ ВІВСЯНИХ «ГЕРКУЛЕС», ВИГОТОВЛЕНИХ З НЕКОНДИЦІЙНОГО ЗЕРНА ВІВСА

4.1 Вимоги до якості та безпеки пластівців вівсяних «Геркулес»

Безсумнівно, що якість виробленої продукції залежить не тільки від рівня технічної оснащеності підприємства, а й від якості вступу в переробку зерна та ефективності його використання.

Тому в заключній частині експериментальних досліджень було проведено товарознавчу оцінку пластівців вівсяних «Геркулес», вироблених із некондиційного зерна.

Відповідно до рекомендацій Правил для виробництва пластівців вівсяних «Геркулес», а також інших продуктів переробки зерна вівса використовується зерно круп'яних кондицій, що відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008. Досліджувана продукція – пластівці вівсяні «Геркулес» – були вироблені за запропонованою технологією зі зміною: процесу очищення зерна; процесу фракціонування; із вмістом до 20 % дрібного зерна із довжиною зернівки до 9 мм; із вмістом зернової домішки до 24 %; з вологістю понад 15,6 %.

Товарознавчу оцінку пластівців вівсяних «Геркулес» проводили за органолептичними, фізико-хімічними показниками та вимогами безпеки відповідно до програми виробничого контролю. Визначення показників: смаку, кольору, вологості, металомагнітної, бур'янистої, мінеральної домішок, зольності, кислотності, зіпсованих пластівців та розварюваності проводилося у виробничо-технічній лабораторії (ВТЛ).

Вимоги до якості пластівців вівсяних «Геркулес», вироблених із некондиційного зерна, представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники якості пластівців вівсяних «Геркулес», вироблених із некондиційного зерна

Найменування показника	Показники якості пластівців вівсяних «Геркулес», вироблених із зерна вівса			
	за ГОСТ 21149-93	із вмістом дрібного зерна до 20 %	із вмістом зернової домішки до 24 %,	при вологості зерна понад 15,6 %
Колір	білий з відтінками від кремового до жовтого	однорідні за кольором пластівці з можливістю формування відтінків від світло-кремового до жовтого		білий з відтінками від кремового до жовтого
Запах	властивий вівсяній крупі, без сторонніх запахів, не затхлий, не цвілий,			
Смак	властивий вівсяній крупі, без присмаку гіркоти та інших сторонніх присмаків			
Вологість, %	не більше 12,0	10,1	11,2	10,8
Зольність (у перерахунку на суху речовину), %	не більше 2,1	1,8	1,9	1,7
Кислотність, градусів	не більше 5,0	3,9	3,8	3,8
Смітна домішка, %, у тому числі:	не більше 0,35	0,12	0,15	0,12
- мінеральною;	не більше 0,03	0,001	0,001	0,001
- квіткових плівок;	не більше 0,05	0,001	0,001	0,001
- шкідливої домішки та куколя у числі шкідливої домішки софори та в'язеля	не більше 0,05	0,001	0,001	0,001
	не більше 0,05	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Розварюваність, хв	не більше 20		18	
Зараженість шкідниками	не допускається		не виявлено	
Металомагнітна домішка на 1 кг крупи	не більше 3,0		менше 0,001	

Таким чином, комплексний підхід щодо модернізації вітчизняного обладнання та розробки нових технологічних рішень дозволяє переробляти нестандартне зерно вівса з виробленням готової продукції, що відповідає вимогам ГОСТ 21149-93.

4.2 Органолептичні показники, харчова цінність та споживчі властивості пластівців вівсяних «Геркулес»

До основних показників, що визначають ефективність виробництва, відносяться органолептичні показники та споживчі властивості готового продукту, приготованого з пластівців. У заключній частині експериментальних досліджень було проведено порівняльну товарознавчу оцінку властивостей вівсяних пластівців «Геркулес», вироблених з використанням запропонованих технологічних прийомів з некондиційного зерна вівса.

Досліджуваними зразками були пластівці вівсяні «Геркулес», вироблені з зерна вівса: контрольний зразок – за вимогами ДСТУ 4963:2008; 1 зразок – із вмістом дрібного зерна (з довжиною зернівки до 9 мм) до 20 %; 2 зразок – із вмістом зернової домішки до 25 %; 3 зразок – перероблене з вологістю вище 15,6 %.

Товарознавчу оцінку всіх зразків проводили за органолептичними показниками та розварюваністю. При вивченні органолептичних показників та споживчих властивостей порівнювали якість каші звареної з пластівців вівсяних «Геркулес», отриманих із зерна вівса відповідної вимоги ДСТУ 4963:2008 та некондиційного зерна. Результати досліджень представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення кулінарних переваг пластівців вівсяних «Геркулес» вироблених із некондиційного зерна

Зразок	Час варіння, хв.	Коефіцієнт розварюваності (об'ємний)	Колір	Смак	Консистенція
контрольний	45	2,3	типовий для цього виду крупи, однотонний	типовий для даного виду крупи, виражений	типова, однорідна
1	45	2,3	типовий для цього виду крупи, однотонний	типовий для даного виду крупи, виражений	типова, однорідна
2		2,2			
3		2,3			
4	42	2,3			
5	45	2,3	типовий для даного виду крупи, однотонний, трохи темніший	типовий для даного виду крупи, виражений слабше	

Висновки за розділом

Проведені дослідження показали, що зміна кольору каші не залежить від параметрів якості вихідного зерна. Найкращі показники за кольором мають зразки каші, приготовані з пластівців, вироблених із зерна з вологістю вище 15,6 %. Всі інші показники знаходяться на рівні з контролем.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

Карта безпеки праці під час виробництва вівсяних пластівців – це важливий документ, який окреслює правила, заходи та рекомендації для забезпечення безпечних умов праці на виробництві. Яскравий приклад такого документу приведений на рисунку 5.1.

Картка безпеки праці під час виробництва вівсяних пластівців	
1. Загальні вимоги безпеки Ознайомлення працівників із правилами охорони праці. Проведення інструктажів (вступного, первинного, повторного, позапланового, цільового). Використання відповідного одягу, засобів індивідуального захисту (рукавички, окуляри, маски тощо).	2. Вимоги до обладнання Регулярна перевірка технічного стану обладнання. Наявність захисних кожухів і блокувальних пристроїв на механізмах. Заборона експлуатації несправного обладнання.
3. Умови праці Вентиляція для запобігання накопиченню пилу. Освітлення робочих місць у відповідності до норм. Підтримання чистоти на виробничих дільницях.	
4. Процеси обробки сировини Обережність під час роботи з ножами, дробарками, млинами та іншим обладнанням. Використання систем аспірації для зменшення пилу.	
5. Температурний режим Забезпечення ізоляції гарячих елементів обладнання. Контроль температури при тепловій обробці вівса.	6. Пожежна безпека Забезпечення доступу до вогнегасників та засобів пожежогасіння. Виключення можливості іскроутворення в пилових приміщеннях. Регулярна перевірка електропроводки.
7. Надання першої допомоги Укомплектування аптечки на робочих місцях. Інструктаж працівників з надання першої допомоги. План евакуації у разі надзвичайної ситуації.	8. Контроль і відповідальність Регулярні перевірки дотримання правил охорони праці. Призначення відповідальних за безпеку праці осіб. Фіксація порушень та проведення роз'яснювальної роботи
Цей документ адаптується відповідно до конкретних умов підприємства та чинного законодавства!!!	

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва вівсяних пластівців

5.2 Утилізація відходів круп'яного виробництва

Утилізація відходів круп'яного виробництва, включаючи виробництво вівсяних пластівців, є важливим аспектом екологічної відповідальності. Основні шляхи утилізації включають:

1. Використання в сільському господарстві.

Корм для тварин – відходи, такі як оболонки зерна та висівки, можуть використовуватися як корм для худоби чи птиці.

Добрива – органічні залишки можна переробити в компост для удобрення ґрунту.

2. Енергетичне використання.

Біогаз – органічні відходи можуть використовуватись у біогазових установках для виробництва метану.

Спалювання – деякі відходи можна спалювати для отримання теплової енергії (за умови дотримання норм викидів).

3. Переробка для харчової промисловості.

Дієтичні добавки – висівки та оболонки можуть використовуватися для виробництва харчових волокон або добавок для дієтичного харчування.

Інгредієнти для пекарень – частина відходів може стати сировиною для виготовлення хлібобулочних виробів.

4. Виробництво побічної продукції.

Целюлоза – оболонки зерен можна переробляти у целюлозу, яка використовується в паперовій промисловості.

Біопластик – деякі типи відходів можуть слугувати сировиною для виробництва біополімерів.

5. Компостування.

Органічні відходи піддаються компостуванню для створення екологічно чистого добрива.

6. Переробка на технічні продукти.

Наповнювачі – використовуються як наповнювачі в будівельних матеріалах.

7. Утилізація через спеціалізовані підприємства.

Підприємства з переробки органічних або промислових відходів можуть обробляти круп'яні відходи для створення біопродуктів чи інших матеріалів.

8. Інноваційні технології.

Біоінженерія – використання відходів у біотехнологічних процесах для отримання цінних речовин, таких як ферменти або антиоксиданти.

Переробка в упаковку – використання зернових відходів у виробництві упаковок на основі біомаси.

Вибір методу утилізації залежить від обсягів відходів, їхнього складу та наявних технологій. Екологічно доцільний підхід передбачає мінімізацію утворення відходів і максимальне їхнє повторне використання.

Висновки за розділом

Розроблено карту безпеки праці для операторів лінії з виробництва вівсяних пластівців із некондиційного зерна вівса та визначені шляхи утилізації відходів круп'яного виробництва.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Перелік робіт, що включає етапи дослідження для обґрунтування процесу та технологічних параметрів процесу виробництва сухих сніданків на основі гречаної крупи, представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір напрямку дослідної роботи	1
2-3	Пошук літературних джерел	7
3-4	Розробка плану досліджень	3
4-5	Вибір та огляд методик проведення наукових досліджень	4
5-6	Робота над підготовкою дослідних зразків зерна вівса	2
6-7	Робота над підготовкою лабораторного устаткування	5
7-8	Розробка технології переробки зерна вівса з масовою часткою дрібного зерна до 20 %	5
7-9	Розробка технології переробки зерна вівса із вмістом зернової домішки до 24 %	5
7-10	Розробка технології переробки зерна вівса з вологістю понад 15,6 %	4
7-11	Товарознавча оцінка пластівців вівсяних «Геркулес», виготовлених з некондиційного зерна вівса	5
8-12	Робота над обробкою результатів	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Робота над підготовкою матеріалу для публічного захисту	8
Всього		53

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 53 дні.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та додаткові матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

В таблиці 6.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 6.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Зерно вівса, кг	100	6,500	650,00
Всього			650,00

Заробітна плата осіб, які брали участь у дослідженнях, представлена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний зарібок, грн.	Середньочасовий зарібок, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник наукової роботи	9100	54,17	35	1896,70
Всього				1896,70

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

$$H = \frac{1896,70 \cdot 22}{100} = 417,27 \text{ грн.}$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу устаткування для очищення зерна:

$$E_1 = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 161,74 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу обладнання для гідротермічної обробки:

$$E_2 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 4,68 = 202,18 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу обладнання для лушення та плющення зерна вівса:

$$E_3 = 3,0 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 303,26 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_4 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 4,68 = 424,57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 161,74 + 202,18 + 303,26 + 424,57 = 1091,75 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Устаткування для очищення зерна	13500,00	15	3	16,64
Устаткування для ГТО зерна	16440,00	15	6	40,54
Устаткування для луцнення та плюощення зерна	47500,00	15	3	58,56
Персональний комп'ютер	11200,00	15	14	64,44
Всього				180,18

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

$$\frac{(1896,70 \cdot 80)}{100} = 1517,36 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 6.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	650,00
Заробітна плата	1896,70
Нарахування на заробітну плату	417,27
Електроенергія	1091,75
Амортизація	180,18
Накладні витрати	1517,36
Всього	5753,26

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять заробітна плата та накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де $Ц$ – розрахункова ціна дослідження, грн.;

C – розрахункові витрати дослідження, грн.;

P – рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 5753,26 + \frac{30 \cdot 5753,26}{100} = 7479,24 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 7479,24 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 1896,70 грн і 1517,36 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 7479,24 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз отриманих даних показує, що переробка некондиційного зерна вівса за запропонованими технологіями дозволяє отримувати готовий продукт пластівці вівсяні «Гекулес», що не поступається за органолептичним і споживчим властивостям продукту, виробленому із зерна, що відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008.

За результатами експериментальних досліджень порівняльного аналізу показників готової продукції, виробленої із зерна відповідної вимоги ДСТУ 4963:2008 та некондиційного зерна, доведено перспективність використання зерна вівса з показниками якості, що не відповідають вимогам ДСТУ 4963:2008 на масові цілі готової продукції.

1. Дослідно-виробничі випробування з вивчення критерію фракціонування зерна вівса, з метою подальшої технологічної переробки вівса, дозволили, застосувавши новий спосіб поділу зерна на фракції по крупності, домогтися збільшення відсотка виходу готової продукції порівняно з рекомендованим способом переробки. Запропонована технологія дозволила переробляти зерно вівса з масовою часткою: до 20% дрібного зерна вівса; до 24 % зернової домішки.

2. За результатами експериментальних досліджень встановлена залежність зміни кислотності зерна вівса та пластівців вівсяних «Геркулес» від умов зберігання та початкової вологості зерна. Вироблено рекомендації щодо переробки зерна з вологістю вище 15,6 %.

3. За результатами проведених досліджень була розроблена універсальна технологічна схема з переробки некондиційного зерна вівса та зерна, що відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008.

4. На основі органолептичної оцінки та дослідно-виробничих досліджень з розварюваності пластівців вівсяних «Геркулес», вироблених з некондиційного за якістю зерна, визначено, що за всіма нормативно встановленими показниками каша вівсяна відповідає вимогам ГОСТ 21149-93 безпеки та харчової цінності харчових продуктів.

5. Розроблено карту безпеки праці для операторів лінії з виробництва вівсяних пластівців із некондиційного зерна вівса та визначені шляхи утилізації відходів круп'яного виробництва.

6. Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 1896,70 грн і 1517,36 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 7479,24 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Жемела Г.П., Бараболя О.В. Технологія борошномельного та круп'яного виробництва: навчальний посібник для студентів вищих агротехнологічних навчальних закладів / Г.П. Жемела, О.В. Бараболя – Полтава: 2011. – 292 с.
2. Мерко І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва [Текст]: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Т. Мерко. – Вид. 2-ге, перероб. та допов. – Одеса : Друк. дім, 2010. – 472 с.
3. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Т. Мерко, В.О. Моргун – Одеса: Друк, 2001. – 348с.
4. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.
5. Подпряттов Г.І., Скалецька Л.Ф. Технологія виробництва борошна, крупи та олії. – К.: Видавництво НАУ, 2000. – 200 с.
6. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. – К.: Віпол, 1998. – 164 с.
7. Шатенко Є. І., Соц С.М. Технологія круп'яного виробництва. – К.: Освіта України, 2010. – 272 с.
8. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 рр. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу:
http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_waste-free_production_in_the_food_industry.pdf.
9. Aliiev Elchyn, Gavrilenko Alexander, Tesliuk Hennadii, Tolstenko Alexander, Koshul'ko Vitaliy (2019). IMPROVEMENT OF THE SUNFLOWER SEED SEPARATION PROCESS EFFICIENCY ON THE VIBRATING SURFACE. ACTA

PERIODICA TECHNOLOGICA (APTEFF), 50, 12 – 22. DOI: <https://doi.org/10.2298/APT1950012A> (Scopus).

10. Nykyforov, A., Antoshchenkov, R., Halych, I., Kis, V., Polyansky, P., Koshulko, V., Tymchak, D., Dombrovska, A., Kilimnik, I. (2022). Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the aerodynamic factor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (116)), 24–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253657> (Scopus).

11. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв / А.С. Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, Ю.О. Чурсінов, О.А. Півоваров, С.Ю. Миколенко, О.С. Ковальова, В.С. Калина, В.С. Кошулько, Д.О. Тимчак, Н.А. Сова, К.А. Худайбердієва. Дніпро: «Свідлер А.Л.». 2022. Том 4. 460 с. (наукова монографія, ISBN 978-617-627-174-1).

12. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с. (посібник, ISBN 978-617-95201-3-6).

13. Л. посібник). Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. 78 с.

14. Gorohivets N. A., Vedmedeva, E. V. (2016). Inheritance of epidermis pigmentation in sunflower achenes, *Cytol Genet.* Vol. 50, no. 2. P. 116-120. DOI: 10.3103/S0095452716020031.

15. Poliakova N.A., Vedmedeva, E.V. (2016). Inheritance of Anthocyanin Coloration Trait in Pericarp of Sunflower Seeds. *HELIA*. P. 81–90. DOI: 10.1515/helia-2016-0005

16. Заїка П. М. (2006). Теорія сільськогосподарських машин. Очистка і сортування насіння. Харків: Око. 407 с.

17. Котов Б. І., Пастушенко, М. Г., Степаненко, С. П. (2012). Дослідження ефективності вібровідцентрової сепарації зерна на ступінчасто-конічному решеті

методом планування експериментів. Конструювання, експлуатація та виробництво сільськогосподарських машин. Випуск 42. Частина 2. С. 70-75.

18. Дерев'янюк Д. (2015). Дослідження ударної взаємодії травмування насіння поверхнею циліндричного решета вібросепаратора після його сходження з диска розподільника. Техніка і технології АПК. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, № 6 (69). С. 9-12.

19. Заїка П. М., Бакум, М. В., Михайлов, А. Д., Козій, О. Б. (2012). Сепарація насіння льону на вібраційних сепараторах. Вібрації в техніці та технологіях. № 3 (67). С. 106-111.

20. Clieen C., Chiang, Y. P., Pomeranz, Y. (1989). Image analysis and characterization of cereal grains with a laser range finder and camera contour extractor. Cereal Clieem. № 6. P. 466-470.

21. Thomson, W. H., Pomeranz, Y. (1991). Classification of wheat kernels using three-dimensional image analysis. Cereal Chem. 68. № 34. P. 357-361.

22. Kiratiratanapruk K., Sinthupinyo, W. (2011). Color and texture for corn seed classification by machine vision. Int. Symp. Intell. Signal Process. Commun. Syst. "The Decad. Intell. Green Signal Process. Commun. ISPACS. P. 7-11.

23. Rong R. V., Sardeshmukh, M. M. (2014). Comparative analysis of Indian wheat seed classification. Icacci'14. P. 937-942.

24. Mira Park, Jesse S. Jin, Sherlock L. Au, Suhuai Luo, Yue Cui (2009). Automated Defect Inspection Systems by Pattern. Recognition International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition. Vol. 2. No. 2. P. 31-41.

25. Міщенко М. І., Ріда, В. П. (2000). Патент на корисну модель UA 553 U, МПК (2006) B07B 9/00. Зерноочищувальний сепаратор. Заявник Відкрите акціонерне товариство "Хорольський механічний завод". № 99105723. Заявл. 19.10.1999. Опубл. 15.09.2000, Бюл. № 4.

26. Galling Michael John, Deefholts Murray Benedict Mark. (1981). Sorting objects. Gunson`s Sortex Ltd. Заявка Великобританії, кл. B 07 C 5/02, G 01 N 21/00, НКІ. G 1 A. Заявл. 19.01.81, N 8101542. Опубл. 28.07.82.

27. Lockett James F. (1982). Univeisal sorting apparatus. Патент США, кл. В 07 С. 5/342, НКИ 209/564, N4344539. Заявл. 05.05.78, N 903050. Опубл. 17.08.82.
28. Mohammad Reza Seifi, Reza Alimardani. (2010). Moisture-Dependent Physical Properties of Sunflower Seed (SHF8190). Modern Applied Science. Vol. 4, No. 7. Published by Canadian Center of Science and Education. P. 135-143.
29. Ghodsevali A., Vafaei, A. (2008). Studying of physical properties of sunflower in Golestan province. The fifth conference of agricultural machinery and mechanization, Mashad, Iran, 306 p.
30. Gupta R. K., Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. Journal of Agricultural Engineering Research. № 66. P. 1-8.
31. Sahebeh Jafari, Javad Khazaei, Akbar Arabhosseini, Jafar Massah, Mohammad Hadi Khoshtaghaza. (2011). Study on mechanical properties of sunflower seeds. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Volume 14. Issue 1. P. 1-11.
32. Chavoshgoli Es., Abdollahpour, Sh., Abdi, R., Babaie, A. (2014). Aerodynamic and some physical properties of sunflower seeds as affected by moisture content. Agric Eng Int: CIGR Journal. Vol. 16. No.2. P. 136-142.
33. Jafari S. (2008). Design and construction a laboratory sunflower seed dehuller machine. A thesis submitted to Graduate Studies Office in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Mechanic of Agricultural Machinery. Tehran, Iran, (in farsi).
34. Khodabakhshian R., B. Emadi, M. H. Abbaspour Fard. (2009). Aerodynamic properties of sunflower seed, kernel and its hull affected by moisture content and size, azargol variety as a case study. International Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand.
35. Жемела Г.П., Бараболя О.В. Технологія борошномельного та круп'яного виробництва: навчальний посібник для студентів вищих агротехнологічних навчальних закладів / Г.П. Жемела, О.В. Бараболя – Полтава: 2011. – 292 с.

36. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Т. Мерко, В.О. Моргун – Одеса: Друк, 2001. – 348с.

37. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.

38. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 325 с.

39. Маковецька Ю. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level, 2021. 140 с. Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>.

40. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 pp. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_waste-free_production_in_the_food_industry.pdf.

41. Дудяк І. Д., Туз М. С. Технологія виробництва борошна, круп і комбікорму : методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв, 2015. 139 с.

42. Одарченко М.С. Основи охорони праці: підручник. Х.: СтильІздат, 2017. 334 с.

43. Нікітченко О. Ю. Конспект лекцій з дисципліни “Промислова екологія” (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 “Охорона праці”). Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2013. 164 с.

44. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої

освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ.
2020. 40 с.