

**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 гречки**

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

_____ Кристина ГЕРВОЛЬСЬКА

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ 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 ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВИТИ**

Гервольській Кристині Анатоліївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології переробки і оцінка якості продуктів з некондиційного зерна гречки».

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 виробництва переробки некондиційного гречку у крупу. 3 Нормативно-технологічна документація. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти і методи дослідження. 3 Експериментальна частина. 4 Товарознавча оцінка крупи гречаної, виготовленої з некондиційного зерна гречки. 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 Результати досліджень. 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	14.11-18.11.24	виконано
3	Об'єкти і методи дослідження	19.11-20.11.24	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-29.11.24	виконано
5	Товарознавча оцінка крупи гречаної, виготовленої з некондиційного зерна гречки	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

_____ Кристина ГЕРВОЛЬСЬКА
(підпис)

Керівник роботи

_____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 72 сторінки друкованого тексту, 8 рисунків та ілюстрацій, 34 таблиці та використано 43 літературних джерела посилань.

Метою цієї роботи є обґрунтування методів підвищення ефективності переробки некондиційного зерна гречки.

Об'єкт дослідження – процес переробки некондиційного зерна гречки у гречану крупу.

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

В основному гречку використовують для отримання гречаної крупи: ядриці та проділу, а також для вироблення пластівців, хлібців, круп швидкого приготування та борошна. Гречане борошно застосовують для виробництва хлібобулочних, кондитерських виробів та виготовлення дитячих сумішей.

Продукти переробки гречки відрізняються високою харчовою цінністю, легкою засвоюваністю, хорошими смаковими якостями, задовольняють фізіологічні потреби організму в поживних компонентах та енергії; виконують профілактичні та лікувальні функції; є незамінним продуктом для харчування дітей, хворих та літніх людей, дієтичною їжею при багатьох захворюваннях, а також використовуються при виготовленні та розробці продуктів харчування для хворих, які страждають на глютену ентеропатію.

Ключові слова: ГРЕЧКА, ПЕРЕРОБКА, ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ, КРУПА, БОРОШНО, ВОЛОГІСТЬ, ТИСК, ТЕПЕРАТУРА, ОЧИСТКА.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Опис культури гречки	9
1.1.1 Гречка татарська <i>Fagopyrum tataricum</i> (L.) Gaertn	10
1.2 Характеристика продуктів переробки гречки	11
1.2.1 Енергетична та харчова цінність гречаної крупи	14
1.2.2 Зберігання крупи гречаної ядриця	16
1.2.3 Продукти переробки крупи гречаної	17
1.3 Технологія переробки зерна гречки	20
1.4 Дефекти зерна гречки	25
Висновки за розділом	28
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1 Характеристика об'єктів дослідження	30
2.2 Методи дослідження	30
Висновки за розділом	32
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	33
3.1 Переробка зерна гречки з вологістю понад 17 %	33
3.1.1. Переробка зерна з вологістю понад 17 % за рекомендованою Правилами технологією	33
3.1.2 Переробка зерна з вологістю понад 17 % за запропонованою технологією	35
3.2 Переробка зерна гречки з вмістом важковідокремлюваної домішки більше 2 %	37
3.3 Удосконалення гідротермічної обробки гречки	43
3.4 Переробка зерна гречки безкрилої форми	44
3.4.1 Очищення зерна гречки від бур'янів та зернових домішок	46
3.4.2 Сортуння зерна на шість фракцій	48
Висновки за розділом	53

4 ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА КРУПИ ГРЕЧАНОЇ, ВИГОТОВЛЕНОЇ З НЕКОНДИЦІЙНОГО ЗЕРНА ГРЕЧКИ	54
4.1 Вимоги до якості та безпеки крупи гречаної ядриця	54
4.2 Вимоги до якості зерна гречки	56
Висновки за розділом	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	58
5.1 Розробка карти безпеки праці	58
5.2 Утилізація відходів круп'яного виробництва	59
Висновки за розділом	60
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	61
6.1 Організація проведення дослідження	61
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	62
6.3 Розрахунок вартості дослідження	65
Висновки за розділом	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
БІБЛІОГРАФІЯ	68

ВСТУП

Проблема раціонального харчування населення країни стає дедалі гострішою. Посилення інтенсивності життя людини при зниженні фізичних витрат призводить до скорочення добового раціону, що спричиняє 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 [6].

Нині зростає роль гречки як із найважливіших круп'яних культур. Вона характеризується високою харчовою цінністю та лікувальною силою, укладеною в її біохімічному складі. Тому питанням вирощування, переробки та застосування гречки в харчовій промисловості приділяється велика увага як в Україні, так і за кордоном [8, 9].

В основному гречку використовують для отримання гречаної крупи: ядриці та проділу, а також для вироблення пластівців, хлібців, круп швидкого приготування та борошна. Гречане борошно застосовують для виробництва хлібобулочних, кондитерських виробів та виготовлення дитячих сумішей.

Продукти переробки гречки відрізняються високою харчовою цінністю, легкою засвоюваністю, хорошими смаковими якостями, задовольняють фізіологічні потреби організму в поживних компонентах та енергії; виконують профілактичні та лікувальні функції; є незамінним продуктом для харчування дітей, хворих та літніх людей, дієтичною їжею при багатьох захворюваннях, а також використовуються при виготовленні та розробці продуктів харчування для хворих, які страждають на глютену ентеропатію [10, 11, 12].

Біологічна повноцінність білка гречки наближається до білка курячого яйця та сухого молока, як найбільш збалансованих та цінних. У вуглеводному комплексі гречки переважають легкозасвоювані цукри: фруктоза, глюкоза та інші енергетичні речовини. У поєднанні із жирами вони забезпечують відмінні смакові якості продуктів із гречки. Мінеральні речовини, що містяться в ній, мідь і залізо беруть участь в утворенні гемоглобіну. Цинк забезпечує нормальне засвоєння різних

речовин, особливо за підвищеної радіації. Органічні кислоти гречки – малеїнова, лимонна, ліноленова, щавлева – покращують травлення. Біологічно активні речовини – фосфоліпіди, токофероли, пігменти та вітаміни забезпечують якісний обмін, зростання та відновлення клітин та тканин організму. За вмістом вітамінів РР, В₁, В₂, Е гречка перевершує інші крупи. Все це дозволяє вважати споживання продуктів із гречки немедикаментозним лікуванням [13, 14].

Гречка є маловрожайною культурою. Невисока та нестабільна врожайність пояснюється, з одного боку, значним впливом погодних умов, а з іншого – недостатньою увагою до технології вирощування. Негативний вплив на зерно гречки даних факторів призводить до значного зниження якісних та кількісних показників зерна [15, 16, 17] та зростання частки некондиційного зерна гречки, яке може йти тільки на виробництво комбікормів.

Одночасно ринок висуває підвищені вимоги до якості гречаної крупи, яка йде на приготування мікронізованих продуктів для каш швидкого приготування як за складом, так і за кольором.

Метою цієї роботи є обґрунтування методів підвищення ефективності переробки некондиційного зерна гречки.

Для вирішення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- обґрунтувати технологію переробки некондиційного зерна гречки;
- провести товарознавчу експертизу якості гречаної крупи, отриманої новими способами;
- розрахунок вартості проведених досліджень.

Об'єкт дослідження – процес переробки некондиційного зерна гречки у гречану крупу.

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

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Опис культури гречки

Гречка посівна відноситься до сімейства Polygonaceae Juss., рід Fagopyrum Moench., вид Fagopyrum esculentum Moench. В Україні вирощують два різновиди: з крилатим і безкрилим насінням. Іноді її називають псевдозлаковою культурою, оскільки вона не відноситься до сімейства злакових.

Зерно гречки. Плід гречки тригранної форми та в ботанічному понятті це тригранний горішок, хоча в умовах виробництва його називають зерном або насінням. При аналізі великої партії можна зустріти чотиригранні та багатогранні плоди. Зерно гречки покрите щільною плодовою оболонкою. Оболонка щільно покриває насіння, але з ним і тому легко відділяється при луценні зерна [20, 21, 22]. Відсотковий вміст плодової оболонки по відношенню до маси зерна називають плівчастістю гречки. Грані та ребра плодів гладкі. В одних сортів ребра плода розростаються і утворюють крила (крилаті плоди), в інших сортів вони слабо розвинені (безкрилі плоди), існують і проміжної форми плоди [23, 24, 25, 26]. Насіння гречки складається з тонкої насінневої оболонки, ендосперму та зародка. На відміну від плодів злакових рослин більшість зародка гречки розташовується у центрі плода, менша частина лежить на поверхні насіння під оболонками і має S-подібну форму.

За формою зерна гречки поділяються: на округлі, подовжені та ромбічні. До перших відносяться зерна з довжиною, що дорівнює ширині, опуклими гранями і малопомітними ребрами, до других – зерна з довжиною, що перевищує ширину, до третіх – зерна, що мають ромбічну форму і добре розвинені ребра. Крім того, розрізняють зерна добре, середньо та погано виконані. Перші називають ядреним зерном, з плівчастістю 17 – 27 %, а останні – щуплим зерном або рудяком з плівчастістю 40 – 50 % і вище.

Плоди гречки бувають чорного, коричневого чи сірого (срібного кольору). Тільки стиглі плоди набувають властивого йому забарвлення, а недозрілі, щуплі

мають рудуватий відтінок.

Розміри плодів гречки залежать від сорту, району та умов зростання і коливаються в межах: довжина 5,0 – 7,3 мм, ширина 2,9 – 5 мм, товщина 2,8 – 3,9 мм; маса 1000 зерен гречки становить 15 – 40 г, але частіше 18 – 34 г. Характеристики сортів гречки, що вирощуються в Україні [27] наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Сорти гречки

Сорт	Характеристика зерна	Маса 1000 зерен, г	Плівчастість, %	Вирівняність, %	Білок, %
Аромат	Плоди великі, крилаті	27 – 33	23,7 – 25,0	78	13 – 15
Дикуль	Плоди середні, крила середні	28 – 32	21,0 – 23,2	80	13 – 15
Слобожанська	Плоди великі	31 – 36	22,2 – 24,3	85	13 – 15
Кото	Плоди великі	31 – 36	21,0 – 23,5	80	13 – 15
Арно	Плоди великі, крилаті	35 – 40	23,4 – 26,0	90	13 – 15

1.1.1 Гречка татарська *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn

Гречка татарська (карлик) є основною важковідокремлюваною домішкою при переробці гречки, і надає гречаній крупі гіркий присмак через підвищений вміст у ній танінів.

Широкого поширення набула гречка татарська в країнах Східної Азії: Китаї, Індії, Непалі, Японії та ін. У цих країнах вона обробляється в умовах високогірних районів, де звичайна посівна гречка росте не може.

Підтвердженням високого потенціалу татарської гречки може бути той факт, що у Китаї, де культура вирощувалась на площі 170 тисяч га, середня врожайність становила 1,25 т/га за середньої врожайності звичайної гречки 0,53 т/га [28].

У татарської гречки не тільки найвища продуктивність серед інших видів роду, а також і максимум накопичення сухої речовини [29, 30].

У Китаї виробництво продуктів із татарської гречки досягло значних успіхів. За даними [28], тести на тваринах і клінічні спостереження в госпіталі Бенджінь-Тон-Рен показали, що борошно з татарської гречки має значний позитивний ефект при лікуванні цукрового діабету, склерозу судин головного мозку, серцево-судинних захворювань і гіпертонічної хвороби. Вона також сприяє посиленню роботи шлунка, перетравлення їжі, підвищення імунітету тіла до хвороб, а також зменшує схильність до онкологічних захворювань. У Китаї отримано ряд харчових продуктів з татарської гречки, наприклад, комплексне борошно, гранульоване борошно, макарони, спагетті, лікер, джем, а також розробляється серія косметичних засобів. Борошно з татарської гречки є гарною цілющою їжею людей, які постраждали від дії радіації [31].

1.2 Характеристика продуктів переробки гречки

При переробці зерна гречки виробляють ядрицю та проділ. Ефективність переробки гречки у крупу оцінюється за загальним виходом крупи (ядриця та проділ).

Ядриця – це ціле або злегка надколоте ядро, що не проходить через сито з отворами $1,6 \times 20$ мм, що зберегло насінневі оболонки та зародок.

Проділ – розколоте в процесі луцення ядро гречки, що пройшло через сито з отворами $1,6 \times 20$ мм і пішло сходом із сита № 08.

При виробленні сортової крупи згідно з ДСТУ (таблиця 1.2) використовують гречку, що поставляється на переробку відповідно до ДСТУ 4524:2006.

Таблиця 1.2 – Вимоги до гречаної крупи згідно з ДСТУ 7697:2015

Найменування показника	Характеристика та норма для			
	ядриці та ядриці швидко-розварюваної			проділу та проділу швидко-розварюваного
	Перший сорт	Другий сорт	Третій сорт	
1	2	3	4	5
Колір	Креманий з жовтуватим або зеленим відтінком; для швидко-розварювальної крупи – коричневий різних відтінків			
Запах	Власний гречаний крупі, без постійних запахів, не затхлий, не пліснявий			
Смак	Власний гречаний крупі, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий			
Вологість, %, не більше: а) для поточного споживання б) для тривалого зберігання та дострокового завезення	14,0 13,0			
Доброякісне ядро, %, не менше у тому числі: - колоті ядра, не більше - зерна пшениці, не більше	99,2 3,0 -	98,4 4,0 -	97,5 5,0 2,0	98,3 - -
Нелущені зерна, %, не більше	0,3	0,4	0,7	-
Смітна домішка, %, не більше У тому числі: - мінеральна, не більше - органічна, не більше - мертві шкідники хлібних запасів, штук в 1 кг, не більше	0,4 - -	0,5 - -	0,6 0,05 -	0,7 0,2 -
Мучка, %, не більше	-	-	-	0,5
Зіпсовані ядра, %, не більше	0,2	0,4	1,2	0,5
Розварюваність, хв. (для крупи швидко-розварюваної)	15			
Зараженість шкідниками хлібних	Не допускається			
Металомагнітна домішка на 1 кг крупи, мг, трохи більше	3			

Заготовлювану і гречку, що поставляється, відповідно до ДСТУ 4524:2006 в залежності від якості ділять на три класи (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Обмежувальні норми для гречки, що поставляється на переробку в крупу

Найменування показника	Норма для класу		
	1-го	2-го	3-го
1	2	3	4
Вміст ядра, %, щонайменше	73,0	71,0	70,0
Вологість, %, трохи більше	14,5	14,5	14,5
Смітна домішка, %, не більше	2,0	2,0	3,0
у тому числі:			
- мінеральна домішка	0,2	0,2	0,2
серед мінеральної домішки: галька	не допускається	0,1	0,1
- шкідлива домішка	не допускається	0,2	0,2
- зіпсовані зерна	0,2	- 0,3	0,5
- важковідокремлювані зерна, %	1,0	1,0	2,0
- мертві шкідники (жуки), штук в 1 кг, не більше	не допускається	15	15
Зернова домішка, %, не більше у тому числі:	2,0	3,0	5,0
- обрушені зерна	1,5	2,0	3,0
- пророслі зерна	1,0	1,0	3,0
Зараженість шкідниками	не допускається	не допускається, крім зараженості кліщем не вище I ступеня	

Гречка, вирощена на полях без застосування пестицидів, призначена для виробництва продуктів дитячого харчування. Вона повинна відповідати вимогам першого класу, не мати пророслих зерен і мати кислотність трохи більше 4,0°. Для гречки, що заготовляється і поставляється, встановлена норма вмісту важковідокремлюваного насіння (татарська гречка, дика редька, жито, пшениця) –

не більше 1 % для 1-го та 2-го класів, і не більше 2 % для 3-го класу. Обмежено також вміст обрубаних зерен, які знижують стійкість зерна при зберіганні: в зерні 1, 2 і 3 класів, що заготовлюється, відповідно не більше 2, 3 і 4 % , у постачальному – відповідно 1,5; 2 та 3 %.

Для гречки, що поставляється на переробку на крупу, регламентовано також показник вмісту ядра. Це основний показник якості гречки, що відбиває потенційний вихід крупи. У зерні 1-го та 2-го класів вміст ядра має бути відповідно не менше 73 та 71 %, 3-го класу не менше 70 %.

Обмежувальні норми щодо зернової домішки для гречки, що поставляється 1-го, 2-го, 3-го класів відповідно 2, 3 та 5 %. Для гречки, що поставляється встановлені жорсткі вимоги щодо вмісту шкідливої домішки: для 1-го класу – не допускається, для 2-го і 3-го класів – не більше 0,2 %.

Гречані крупи: ядриця – цілісні зерна без частини оболонки; проділ – подрібнені зерна без частини оболонки; січка – дрібно подрібнені зерна без оболонки. У гречаних крупах 62 – 66 % вуглеводів, 10 – 13 % білка, 2 % жиру, 330 ккал, більше вітамінів групи В, незамінних амінокислот у складі білків, ніж в інших крупах. Харчових волокон більше в ядриці та проділі, ніж у січці. Страви із січки (рідкі, в'язкі каші, биточки, запіканка та ін.) включають у строги, що механічно щадять шлунково-кишковий тракт, діти. Гречані крупи показані при захворюваннях печінки, атеросклерозі, цукровому діабеті та інших захворюваннях, при яких потрібне збільшення дієти ліпотропних речовин. Проділ розварюється швидше за ядрицю, але з нього не виходить розсипчаста каша, тому його використовують для в'язких і напівв'язких каш, супів.

1.2.1 Енергетична та харчова цінність гречаної крупи

Два основних типи гречаної крупи, представленої на ринку України, характеризуються такими показниками.

Крупа гречана швидко розварювана. Проділ: ДСТУ 7697:2015. Термін зберігання 18 місяців, зберігати у сухому місці. Харчова цінність: білок – 9,5 г; жир – 1,9 г; вуглеводи – 64,8 %. Енергетична цінність – 326 ккал;

Крупа гречана швидкорозварювана. Ядриця: ДСТУ 7697:2015. Термін зберігання 20 місяців, зберігати у сухому місці. Харчова (поживна) цінність у 100 г продукту: білок 12,6 г; жир – 3,3 г; вуглеводи – 60,7 %. Енергетична цінність – 335 ккал.

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 оболонки та зародка та полірування зерна в ньому зменшується вміст вітамінів групи В, мінеральних солей, клітковини, проте засвоєння організмом вуглеводів і білків зерна, що пройшло відповідну обробку, підвищується. Гречана крупа і пшоно є хорошими джерелами вітамінів В₆, РР, а також магнію, фосфору, калію. У гречаній крупі міститься багато ліпотропних речовин.

При органолептичній оцінці крупи визначають, чи вона має сторонній запах і присмак. Гранична вологість для гречки становить 14 %. Для всіх сортів і видів круп допускається вміст металомангітних домішок трохи більше 3 мг на 1 кг, мінеральних домішок трохи більше 0,05 %. У всіх крупах не повинно бути домішок насіння опушеноплідного геліотропу та сивої триходесми.

Крупи широко застосовують у лікувальному харчуванні. Ліпотропна дія гречаної крупи використовується в лікувальному харчуванні при захворюваннях печінки, серцево-судинної та нервової систем.

Гречана крупа ядриця відноситься до продуктів, які мають середнє значення глікемічного індексу – 55 одиниць [6].

Крупи містять харчові волокна – клітковину, геміцелюлозу і пектин, що беруть участь у регуляції перистальтики кишечника, що нормалізують його мікрофлору, що посилюють жовчовиділення і здатні адсорбувати на собі різні токсини. Вони рекомендуються для харчування у літньому віці та особам зі схильністю до запорів. При запальних захворюваннях кишечника та посиленні кишкової перистальтики необхідне обмеження надходження харчових волокон з їжею, у т. ч. із хлібом, хлібопродуктами та крупами. Всі крупи використовуються в лікувальному харчуванні лише у складі змішаних дієт у поєднанні з іншими

продуктами, а також перспективне їх використання у харчових концентратах спеціального призначення [2].

Але в той же час переважне харчування борошніними виробами, стравами з круп і макаронних виробів через високий вміст в них вуглеводів може призвести до порушення обміну речовин і стати основною причиною або однією з причин розвитку ожиріння, серцево-судинних захворювань та ін.

З точки зору науки про харчування зерно гречки та продукти її переробки є джерелом нутрицевтиків – біологічно активних добавок до їжі, які застосовуються для корекції хімічного складу їжі людини (додаткових джерел нутрієнтів: білка, амінокислот, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин).

1.2.2 Зберігання крупи гречаної ядриця

Ліпідна фракція гречаної крупи при зберіганні гідролізується та окислюється. Це пояснюється тим, що основна частина ліпідів і ферментів гречаного зерна зосереджена в зародку, який розташований в об'ємі зерна, і близько 50 % розподілено у поверхні оболонки. При такій будові зерна ступінь гідролізу та окиснення ліпідів може бути дуже високим. Так, кислотне число ліпідів зерна гречки при зберіганні протягом 8 місяців збільшується на 27 мг КОН/г, у крупі гречки на 0,6 мг КОН/г [7].

Згідно з рекомендаціями «Зберігання зернових та бобових» терміни зберігання зерна гречки, а також гречаної крупи – 1 рік, гречаного борошна – 6 місяців. Відповідно до ДСТУ 7697:2015 термін зберігання гречаної крупи встановлюється 20 місяців.

Дослідження якості гречки у процесі зберігання протягом 60 діб люмінесцентним методом показало наступне [8]. Під час зберігання гречаного борошна у вакуумній та звичайній упаковках збільшуються кислотне та перекисне число. Масова частка поліфенолів і рутина зменшується при зберіганні у звичайній упаковці і не змінюється у вакуумній упаковці.

Найбільш важливими показниками якості гречаної крупи є колір та запах. Свіжозібрані зерна світло-зеленого кольору, який у процесі зберігання змінюється

до червоно-коричневого. Зміна кольору супроводжується втратою характерного аромату, нутрієнтів та утворення коричневих пігментів [9]. Встановлено, що колір та аромат гречки зберігаються найкраще, коли гречка зберігається при низькій температурі та відносній вологості нижче 45 % [9].

Дослідження з багаторічного зберігання зерна гречки, при температурі мінус 15 °С показали [9], що в процесі зберігання відбувається збільшення вільних жирних кислот і знижується масова частка тригліцеридів, що пов'язують з активністю ліпази. Поліненасичені жирні кислоти, що утворилися, піддаються атаці ліпоксигенази [9]. Активність фосфоліпази, призводить до зменшення масової частки, лецитину;

Органолептично якість гречки визначають за властивим їй запахом. Було встановлено, що властивий гречці аромат надають: 2,5-диметил-4-гідрокси-3(2H)-фуранон, (E,E)-2,4-декадієналь, фенілацетатальдегід, 2-метокси-4-вінілфенол, (E)-2-ноненаль, деканаль, гексаналь і саліциловий альдегід.(2-гідроксибензальдегід) [3].

Гречана крупа достатньо гігроскопічна. Так, при мономолекулярній адсорбції гречаної крупи за 19 місяців зберігання адсорбували 7,4 т води [4]

1.2.3 Продукти переробки крупи гречаної

Гречані пластівці. Виробляються з проділу, що попередньо пройшов додаткову обробку парою перед плющенням:

Пластівці гречані мікронізовані. Не вимагають варіння: Енергетична цінність 346 ккал. Зберігання при плюс 20 °С. Термін придатності 12 місяців.

Харчова цінність мікронізованих круп і пластівців [5] представлена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Харчова цінність мікронізованих круп та пластівців

Продукт	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, ккал
Крупа гречана	12,6	2,6	63,7	329
Пластівці (крупа) гречані мікронізовані	12,8	3,4	66,1	346

Пластівці гречані екструдовані (структуровані) випускаються у вигляді пластівців, паличок, кульок.

Процес термоекструзійної переробки крохмалевмісної сировини складається з двох основних етапів:

- підготовка сировини, очищення, підготовка рецептурної суміші та її зволоження до 20 %;
- приготування екструзійного напівфабрикату.

При цьому в процесі обробки в екструдері зволожена сипуча сировина під дією високої температури (до 150 – 200 °С) і тиску (1 – 2 МПа) набухає і переводиться в пластичний стан. Потім маса, що вийшла, видавлюється через отвори матриці апарату. В результаті різкого перепаду тиску в продукті відбувається вибухоподібне випаровування води, що призводить до 3 – 4 кратного збільшення його обсягу. Після цього практично готова суха маса знову зволожується до 5 – 6 % і ріжеться на окремі вироби.

Її виробляють залежно від застосовуваної сировини, харчових і смакових добавок, кольору харчових добавок; для продукту з какао від світло до темно-коричневого.

Для глазурованих – відповідний кольору глазури, для глазурованих з добавками – відповідний кольору глазури з добавками.

Зовнішній вигляд:

Кульки. Продукт сферичної форми розміром 1 – 1,5 мм; 1,5 – 3 мм; 2 – 4 мм; 4 – 4,5 мм; 3 – 5 мм; 9 – 11 мм; 10 – 15 мм до 20 мм.

Пластівці. Розміром 5 – 7 мм, 9 – 11 мм. Пелюстки. Розміром 11×7×3 мм.

Щільність від 50 до 350 г/л.

Смак та запах. Властивий даному виду, з легким підсмаженим присмаком, без стороннього присмаку та запаху. Структура від хрусткої і повітряної до щільної, жорсткої.

Колір. Відповідний виду сировини та харчових добавок. Масова частка вологи трохи більше 10 %. При зберіганні в чистих, добре вентиляваних приміщеннях, захищених від прямих сонячних променів, при температурі не вище 25 °С та відносній вологості повітря не більше 75 % термін придатності складає 12 місяців з дня виробництва.

Гречане борошно. Гречане борошно виробляється відповідно до ДСТУ 7702:2015 з гречаної крупи. Термін придатності не більше 6 місяців.

В країнах ЄС, США та Японії традиційно використовується два типи помелу для виробництва борошна із зерна гречки. Один з них подібний до помелу зерна, пшениці в борошно. Другий тип помелу включає помел зерна гречки без оболонки. Вихідне зерно гречки попередньо піддається пропарюванню і після цього лущиться. Харчова цінність продуктів переробки зерна гречки представлена таблиці 1.5.

Борошно та крупа гречки використовуються у великому асортименті страв. Борошно гречки, змішане з пшеничним борошном, використовується для отримання гречано-пшеничної локшини, яка в Японії називається «соба». Частка борошна гречки коливається від 50 до 80 % залежно від типу локшини.

Таким чином, на підставі проведеного аналізу, можна відзначити, що гречка для населення України є високоцінним продуктом харчування, соціально значимим для всіх груп населення, особливо важливим для дитячого, дієтичного і профілактичного харчування. Зважаючи на зниження якості зерна гречки, що поставляється на переробку, є необхідним вивчення нових методів переробки некондиційного зерна гречки та проведення експертизи якості отриманої продукції.

Таблиця 1.5 – Харчова цінність гречки та продуктів її переробки [7]

Продукт	Масова частка, %				
	протеїни	вуглеводи	жири	волокна	зола
Насіння гречки	12,3	73,3	2,3	10,9	2,1
Крупа ядриця	16,8	67,8	3,2	0,6	2,2
Темне гречане борошно	14,1	68,6	3,5	8,3	1,8
Світле гречане борошно	11,7	72,0	2,5	1,6	1,8
Біле гречане борошно	6,4	79,5	1,2	0,5	0,9
Борошно пшеничне	11,8	74,7	1,1	0,3	0,4
Проділ	11,2	73,7	2,4	0,6	1,5
Плодові оболонки	4,5	36,8	0,9	47,6	2,2
Борошно	2,7	83,0	0,4	0,4	0,5

1.3 Технологія переробки зерна гречки

У сучасних умовах основними етапами технології вироблення крупи з гречки є підготовка зерна до переробки на крупу і, власне, переробка на крупу [10, 11]. У процесі виробництва крупи ядриця застосовується комплекс технологічних операцій, вкладених у поліпшення її споживчих властивостей.

На першому етапі основними операціями є: очищення зерна від домішок, гідротермічна обробка зерна та попереднє сортування на 2 – 3 фракції. На другому етапі: сортування зерна за фракціями крупності, лушення, сортування та контроль готової продукції.

Очищення зерна гречки від домішок у зерноочисному відділенні проводять шляхом одноразового пропуску всієї маси зерна через скальператор для відділення найбільших домішок, дворазового пропуску зерна через повітряні ситові сепаратори, для виділення мінеральної домішки використовують одноразовий пропуск зерна через каменевідбірник. Для виділення подовженої форми бур'янів використовують трієр-вівсюговідбірник. Зерновідходи контролюють у крупо сортувальних машинах.

Однак застосування стандартного методу очищення зерна для вироблення високих сортів крупи ядриця можливе лише при використанні гречаного зерна, що

відповідає вимогам при заготівлях та поставках згідно з ДСТУ 4524:2006. Останніми роками погіршуються і кількісні, і якісні показники зерна гречки [14] (таблиця 1.6).

Таблиця 1.6 – Середня урожайність зерна гречки за 2020 – 2024 рр.

Рік	2020	2021	2022	2023	2024
Урожайність, ц/га	11,6	10,2	8,6	7,9	7,2

Тому дотримуватись нормативних вимог у процесі підготовки зерна та переробки стає досить складно, оскільки засміченість окремих партій, особливо вміст важковідокремлюваних домішок навіть від одного виробника істотно відрізняється. Підвищений вміст важковідокремлюваної домішки негативно впливає якість продуктів переробки і призводить до виробництва крупи низьких сортів чи нестандартної продукції.

Також нині відчувається гострий дефіцит машин відбору важковідокремлюваних домішок.

Відомі роботи з гідросепарації зерна [15], яка забезпечує високу ефективність виділення бур'янів. Однак 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 витягувати зіпсовані, уражені мікроорганізмами, фузаріозні, пожовклі, рожево забарвлені, знебарвлені зернівки, що не відрізняються за іншими ознаками ділимості від основного зерна, що представляють іноді небезпеку для організму, сортів [18].

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

Після очищення зерна при виробництві крупи, що швидко розварюється,

проводять гідротермічну обробку зерна (ГТО) з використанням пропарювача при тиску пари 0,25 – 0,30 МПа із тривалістю 5 хвилин.

Для сушіння зерна використовуються вертикальні парові сушарки (сушіння до вологості не вище 13,5 %) та охолоджувальні колонки (охолодження зерна до температури не вище 30 °С, при цьому температура зерна не повинна перевищувати температуру повітря виробничого приміщення більш ніж на 6 – 8 °С) [11].

Зерно, піддане пропарюванню майже повністю припиняє дихання, плодове оболонки стають більш еластичними, ядро міцнішим, що полегшує лущення зерна і забезпечує збільшення частки виходу цілого ядра [11]. ГТО не тільки покращує процес переробки зерна, а й призводить до поліпшення кольору одержуваної крупи, зміни її виду, підвищення споживчих властивостей, стійкості при зберіганні, скорочення тривалості варіння.

Істотними недоліками зазначеного способу ГТО гречки згідно з Правилами організації та ведення технологічного процесу на круп'яних підприємствах (Правила) були: нерівномірна обробка зерна парою по всьому об'єму, що призводить до вироблення крупи нерівномірної за кольором (строкатою), високий вміст подрібненого та колотого ядра, мучки відповідно, невисокий вихід готової продукції. Низька продуктивність обробки зерна пов'язана з тривалим періодом часу, необхідним на набір заданого тиску пропарювача. Нерухомість пари та зерна в пропарювачі призводить до низького коефіцієнта теплопередачі та не забезпечує інтенсивного нагрівання зерна, що стримує підвищення продуктивності пропарювача.

Відмінною рисою ГТО є запровадження додаткової операції. Перед пропарюванням зернову масу зволожують при звичайному або надлишковому тиску до вологості 18 – 19 % і відволожують протягом 2 – 6 годин, що сприяє підвищенню коефіцієнта лущення. Лушпиння при вологості 17 – 18 % забезпечує отримання крупи зі зменшеним дробленням ядра в порівнянні з Правилами ведення. Такі рішення призводять до ускладнення технологічних процесів, використання громіздкого та складного в експлуатації обладнання, підвищення

енерговитрат.

Сортування зерна за розміром проводиться з метою збільшення виходу цілої крупки та полегшення відділення лушених і не лушених зерен.

Сортування зерна за розміром (величиною) проводять у два етапи. На першому етапі отримують три потоки: 1 – сход з сит d 4,2 мм; 2 – сход з сит d 4,0 мм; 3 – прохід із сит d 4,0 мм і сход із сит 2,2x20 мм. Остаточне сортування гречки проводять на шість фракцій із застосуванням наступних сит з круглими штампованими отворами відповідних діаметрів (таблиця 1.7).

Таблиця 1.7 – Розміри отворів сит, що характеризують фракції зерна гречки за крупністю

Фракція	Діаметр отворів сит, що виділяють гречку сходом (мм)
1	4,5
2	4,2
3	3,8
4	3,6
5	3,4
6	3,2

Розміри отворів сит для попереднього та остаточного сортування уточнюються залежно від кількості партій зерна.

При недостатньо точному калібруванні гречки до лушення в подальшому процесі, сортуванні продуктів після лушення зерна, в крупку ядрицю можуть потрапити нелушені ядра гречки (необруш), що за своїми розмірами збігаються з ядром, що призводить до випуску нестандартної продукції. У стандарті на крупку ядрицю 1 – 3 сортів граничний вміст необрушених зерен допускається трохи більше 0,3 – 0,5 %. Вміст більших зерен у кожній фракції не має перевищувати 2 – 5 %, дрібніших зерен, трохи більше 2 – 6 %. Операція калібрування є дуже важливою, і для її здійснення, як правило, відводять до 50 % всієї просіювальної поверхні.

Лушення зерна ведеться у вальцедекових верстатах, вальці та деки яких покриті абразивним матеріалом. Лушпиння зерна кожної фракції здійснюється

окремо.

Особливістю будови зерна гречки є розмір та S-форма зародка. Більшість зародка знаходиться всередині ядра, тому в процесі луцення ядро легко розколюється.

Крихкість ядра гречки викликає необхідність обережного впливу при луценні для того, щоб отримати максимальний вихід цілого ядра [16].

У таблиці 1.8 представлено кількість луцених зерен після пропуску через вальцедеккові верстати, яка має бути згідно з правилами організації та ведення технологічного процесу на круп'яних підприємствах [11].

Таблиця 1.8 – Кількість луцених зерен у % після кожного пропуску через вальцедекковий верстат

Номер фракції	З гідротермічною обробкою	
	Дводеккові	Однодеккові
1	55	40
2	60	45
3	50	40
4	40	35
5	30	25
6	25	20

Кількість подрібненого ядра після луцення не повинна перевищувати 1,5 – 2,5 %.

В роботах [17, 18] описано спосіб, що дозволяє лушити 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 при незначній дробності ядра. Однак даний спосіб 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 закінчення

гречки може призводити до її деформації і ущільнення ємності, що закінчується.

Пропонується переробку зерна без поділу на фракції [19]. Після гідротермічної обробки та відвільнення зерно підсушують до вологості 15,5 – 18 %. Лушення ведуть відцентровим лушенням при зіткненні зерна об нерухому перешкоду. Після виділення крупи проводять досушування до вологості зберігання 13 %. Недоліком даного методу є високі вимоги до початкової вологості зерна, а також досушування вторинних продуктів лушення.

Продукти лушення сортують у розсівах, які забезпечують поділ суміші, що складається з ядриці, нелущених зерен гречки, проділу, борошна та лушпиння.

Для цього використовуються набори сит для виділення гречки – схід сита з отвором діаметром на 0,2 – 0,3 мм менше, ніж розмір сита відповідної фракції. Для ядриці – схід із сита 1,6×20 мм і для проділу прохід через сита з отвором 1,6×20 мм та схід із сита 08 мм; для борошна прохід сита № 08. Найбільш відповідальний процес – відбір лущених зерен (ядриці) від нелущених. За наявності в ядриці більше 0,3 % гречки, ядриця вважається нестандартною, а наявність ядриці в гречці призводить до дроблення ядриці та зменшує вихід цілої крупи.

Ефективність переробки зерна гречки визначається особливостями технологічних процесів, показниками якості зерна та його технологічними властивостями. Технологічні властивості перебувають у тісному зв'язку з показниками якості зерна: кольором, крупністю та вирівняністю, плівчастістю, формою та вологістю [12, 13, 14].

1.4 Дефекти зерна гречки

Залежність врожаю від погоди становить 40 %. На другому місці після погодних умов стоїть низький рівень, а часом і повна відсутність агротехнічних заходів [17]. На третьому місці стоїть післязбиральна обробка, яка є одним із основних етапів у виробництві товарного зерна. Через недостатню забезпеченість технікою для післязбиральної обробки насіння щорічно висівається до 5 млн тон насіння 3 класу і 2 млн тон некондиційного насіння зернових культур. Більше

половини такого насіння віднесено до не класного насіння через незадовільне їх очищення [18]. Від цього етапу залежить, як окупаються витрати попередніх циклів. У той самий час експлуатується значна кількість морально застарілого, малопродуктивного, фізично зношеного устаткування. Таке технічне оснащення не дозволяє виробляти конкурентоспроможну продукцію високої якості навіть при переробці зерна відповідного стандартам.

Вимоги сучасного ринку продовольства диктують необхідність виробництва конкурентоспроможної продукції. В даний час оптові споживачі крупи гречаної пред'являють підвищені вимоги до її якості та товарного вигляду [11] порівняно з нормативними вимогами ДСТУ 7697:2015 (таблиця 1.9).

Таблиця 1.9 – Порівняльні показники якості крупи ядриця за ДСТУ 7697:2015 та вимогами споживачів

Показники якості крупи ядриця	На вимогу ДСТУ 7697:2015, %	На вимогу споживачів, %
Нелущені зерна	0,3	0,2
Смітна домішка	0,4	0,2
Зіпсовані ядра	0,2	0,1
Колоті ядра	3,0	0,8
Вологість, не більше	14	12
Колір	Коричневий, різних відтінків	Від бежевого до темно-коричневого

Крупа гречки завжди має постійний попит, незалежно від рівня доходів покупця та інфляції.

За рівнем споживання гречана крупа стоїть на першому місці. Багато продавців і виробників намагаються обдурити покупця під час продажу крупи гречаної і одержують при цьому певний дохід. Найбільш поширеними фактами фальсифікації є такі:

- технологічні – у гонитві за високими показниками виходу готової продукції можливе вироблення нестандартної продукції або виробництво продукції низьких сортів, що реалізується виробниками як продукція вищого ґатунку;

- умисна реалізація торговими мережами низькосортних круп під виглядом високоякісної крупи;

- інформаційна фальсифікація крупи — неточна чи спотворена інформація про товар. Також може здійснюватися і заміна сертифікатів, висновків зерновипробувальних лабораторій тощо.

Дефіцит продовольчих ресурсів, пов'язаний із вищезазначеними фактами, призводить до необхідності приймання та переробки зерна, що не відповідає стандартам якості.

Дослідження якості зерна, що надходить **на переробку** за 2020 – 2024 роки показало значне зниження якості зерна гречки. В даний період до 19 % зерна вступає в переробку з підвищеною вологістю, до 14 % високим вмістом домішки, що важко відокремити, і низькою плівчастістю.

Несприятливий вплив на зерно може відбуватися:

- у процесі його вирощування (внаслідок ґрунтово-кліматичних умов, через хворобу зерна, внаслідок перестою на корені);

- у процесі збирання врожаю (внаслідок механічних пошкоджень, через тривале зберігання у купах);

- в ході подальшої обробки або зберігання (в результаті неправильного сушіння, внаслідок самозігрівання через пошкодження шкідниками та мікроорганізмами) [16, 17, 18].

Активний розвиток мікроорганізмів на зерні відбивається на його блиску та кольорі. Якщо не припинити розвиток мікроорганізмів, то подальший їхній розвиток призводить не тільки до втрати зерном блиску, але і до його потемніння, появи зіпсованих зерен [14, 15].

Показник плівчастості зерна є одним з основних відносно ядра і виходу крупи. Але при цьому не враховуються технологічні властивості такої партії зерна, що визначають поведінку його в процесі вироблення крупи.

Вищі показники виходу крупи виходять при виробництві сортів крилатої гречки з нижчим вмістом ядра. Це зумовлено меншою дроблюваністю ядра у процесі переробки. Зерно безкрилої гречки має незначну різницю між розмірами

зерна та ядра (від 0,8 мм до 1,8 мм), тому при впливі робочих поверхонь верстата відбувається сколювання ядра при луценні, що призводить до підвищеного вмісту дробленого ядра та кормової муки [16].

Наявність щільної упаковки (щільне прилягання плодової оболонки до ядра) у безкрилої гречки призводить до зменшення крупності зерна. Найменша крупність зерна в процесі луцення призводить до збільшення кількості перепусток для зняття оболонки.

Велика кількість пропуску характеризує тривалість луцення зерна гречки. В умовах виробництва це призводить до підвищеного обороту продукту, тобто до зниження продуктивності цеху та отримання більшого виходу проділу та кормової муки.

Виникають також складності при сортуванні продуктів луцення. Внаслідок незначної відмінності розмірів зерна та ядра, відбувається попадання в ядрицю не відлущеного зерна. Це призводить до виробництва низьких сортів крупи або випуску крупи, що не відповідає стандартам.

Таким чином, для переробки зерна гречки, що не пройшло післяживну обробку, необхідна комплексна технологічна модернізація існуючого обладнання.

Висновки за розділом

Аналіз літературних даних показав, що існуючі технології з переробки гречаного зерна засновані на переробці зерна, що відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006. Зерно, яке не задовольняє такі вимоги (нестандартне зерно), переробляється з низькою рентабельністю або прямує на кормові цілі.

Високий вміст поживних речовин, повноцінність білків, цінні мінеральні речовини та вітаміни зумовлюють пошук нових рішень щодо використання некондиційного зерна для виробництва крупи гречаної ядриці.

В даний час дослідження з удосконалення технологічних процесів ведуться у таких напрямках:

- водно-теплова обробка зерна, що включає гідросепарування на мийній

машині, підсушування, пропарювання, сушіння;

- сепарування зерна та крупи за кольором;
- переробка зерна гречки без попереднього поділу на фракції;
- лущення при вологості 17 – 19 %.

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 існуючих технологічних лініях), пов'язаних із переробкою некондиційного зерна гречки у крупу ядрицю. Тому важливий інтерес представляють відомості про товарознавчі властивості крупи ядриця, отриманої з некондиційного зерна на стандартному обладнанні. Саме вирішенню цих завдань присвячено роботу.

2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Як об'єкти на різних етапах дослідження використовувалися:

- партії зерна гречки урожаю 2024 р. Відмінною особливістю даних партій є невідповідність вимогам ДСТУ 4524:2006. Зерно гречки, що надходить на переробку, мало вологість від 17 – 22 %, вміст важковідокремлюваних домішок перевищувало 2 %.
- партії зерна гречки, що імпортується з Китаю урожаю 2023 р. Цей сорт гречки відрізняється від зерна, вирощеного в Україні, низькою вирівняністю, безкрилою формою і має плівчастість не більше 19 %. Зерно з такими показниками характеризується зерном, що має низькі технологічні властивості;
- партії зерна гречки, що пройшли ГТО у пропарювачі.

2.2 Методи дослідження

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

Визначення якості зерна:

- відбір проб;
- визначення запаху та кольору;
- визначення вологості;
- визначення вмісту бур'янів, особливо враховується домішки, дрібних зерен і крупності;
- визначення зіпсованих зерен;
- визначення плівчастості;
- вміст ядра ($Я$), у відсотках обчислюється за формулою:

$$Я = \frac{[100 - (C_{\delta} + Z_{\delta})] \cdot (100 - П)}{100} + 0,7 \text{обр}$$

де C_{δ} – домішка бур'яна, %,

Z_{δ} – зернова домішка, %,

$П$ – плівчастість, %,

$Обр$ – обрушені зерна у %,

0,7 – коефіцієнт використання обрушених зерен.

Визначення якості крупи:

- відбір проб;
- визначення органолептичних показників;
- методи визначення зараженості шкідниками;
- визначення вологості;
- визначення доброякісного ядра.

Якість зерна гречки, що використовується в роботі, представлена в таблиці

2.1.

Таблиця 2.1 – Показники якості зерна гречки, що застосовується в роботі

Найменування показника	Обмежувальні норми для гречки III класу, що поставляється на переробку	Показники якості зерна, що використовується
Вологість, %, не більше	14,5	до 22
Вміст ядра, %	70,0	до 80,0
Смітна домішка, % не більше	3,0	до 12
у тому числі:	2,0	до 10
- важковідокремлювані насіння, %	0,5	0,2
- зіпсовані ядра		
Зернова домішка, %, не	5,0	до 5,0
Запах	нормальний, властивий здоровому зерну гречки (без затхлого, солодового, пліснявого, стороннього запаху)	
Колір	нормальний, властивий здоровому зерну даного типу	

На підставі наведених даних випливає, що зерно гречки, що використовується в роботі, не відповідає вимогам ДСТУ за вмістом домішок і вологості. Загальна схема проведення досліджень щодо вдосконалення технології переробки зерна гречки представлена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема проведення дослідження з переробки некондиційного зерна гречки

Висновки за розділом

Приведено коротку характеристику об'єктів дослідження, розглянуто основні методи, які були використані під час проведення експериментальних досліджень та розроблено схему їх проведення.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Переробка зерна гречки з вологістю понад 17 %

При переробці зерна, що надходить з вологістю понад 17 %, було виявлено закономірність появи у крупі ядриця підвищеного вмісту зіпсованих та склоподібних зерен, що призводило до випуску низьких сортів або випуску нестандартної продукції.

Партії зерна з такими показниками перероблялися за рекомендованою Правилами та запропонованою технологією. Рекомендована схема переробки представлена на рисунку 3.1.

3.1.1. Переробка зерна з вологістю понад 17 % за рекомендованою Правилами технологією

При надходженні зерна підвищеної вологості формуються партії, згідно з ДСТУ з урахуванням стану зерна за вологістю, засміченістю, крупністю та вимогами внутрішнього регламенту на переробку зерна гречки. Відповідно до «Інструкції з сушіння продовольчого, кормового зерна, олійного насіння та експлуатації зерносушарок» (інструкція з сушіння) партії зерна з підвищеною вологістю сушать у шахтних прямоточних сушарках. При досягненні вологості 14,0 – 14,5 % зерно прямує на переробку у крупу (рисунок 3.1).

Переробка сирого зерна гречки за рекомендованою схемою призводить до вироблення крупи ядриці з підвищеним вмістом зіпсованих зерен згідно з вимогами ДСТУ. У окремих партіях кількість зіпсованих зерен становить до 10 %. Наявність такої кількості зіпсованих зерен не дозволяє проводити переробку даного зерна за традиційною технологією, так як згідно з ДСТУ 4524:2006 кількість зіпсованих зерен у крупі додатково дозволяється для 1-го сорту – 0,2; для 2-го сорту – 0,4; та для 3-го сорту – 1,2 %.

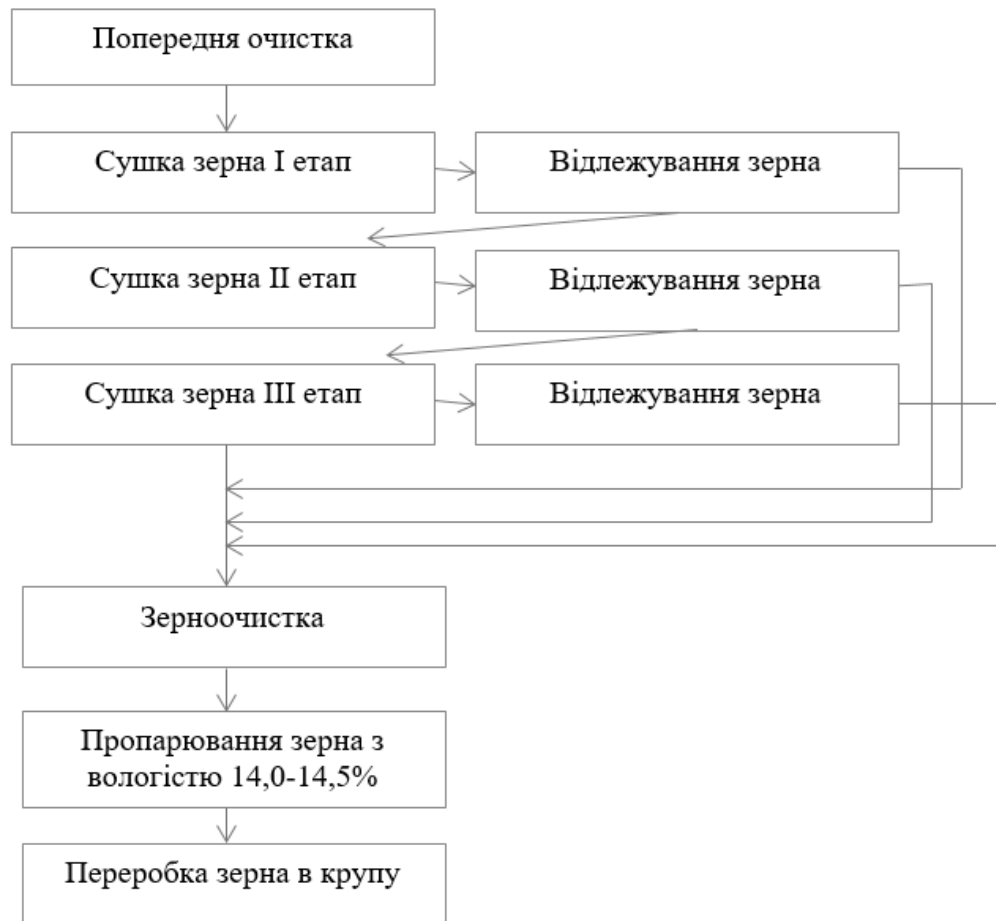


Рисунок 3.1 – Технологічна схема переробки зерна з вологістю понад 17 % за рекомендованою технологією

Під час аналізу роботи технологічного обладнання було визначено масову частку зіпсованих зерен у просушених партіях зерна гречки, результати представлено у таблиці 3.1.

З даних таблиці 3.1 видно, що масова частка зіпсованих зерен становить 0,12 – 0,18 %, що є допустимим показником за нормативними вимогами.

Таким чином, поява зіпсованих зерен при подальшій переробці просушеного зерна у крупу не пов’язана з порушенням сушіння зерна у зерносушарці. Параметри роботи зерносушарки, зміна температури агенту сушіння в 1-й та 2-й зонах; зміна температури нагрівання зерна також впливають на якість зерна. Однак подальша переробка партій просушеного зерна, що мають високу початкову вологість, призводить до вироблення крупи ядриця із вмістом зіпсованих зерен, що перевищують вимоги ДСТУ.

Таблиця 3.1 – Масова частка зіпсованих зерен у зерні гречки при різних режимах сушіння

Параметр	Температура агенту сушіння в 1-й зоні 70 – 90 °С	Температура агенту сушіння у 2-й зоні 80 – 105 °С	Температура нагріву зерна 25 – 35 °С
Масова частка зіпсованих зерен, %	0,14 – 0,16	0,12 – 0,16	0,14 – 0,18
Вологість просушеного зерна (14,0 – 16,0),%	0,12 – 0,16	0,12 – 0,18	0,14 – 0,16

3.1.2 Переробка зерна з вологістю понад 17 % за запропонованою технологією

Для подальшого проведення досліджень щодо вдосконалення технології переробки зерна гречки з підвищеною вологістю було випробувано новий метод. Він ґрунтується на скороченні тривалості підготовки зерна до переробки у крупу. Із зерна гречки, що надходить на елеватор, виділялися партії з вологістю понад 17 % та діапазоном розбіжності не більше 1,0 %. Такі партії без попереднього сушіння прямували на гречаний завод для переробки. У цьому способі сушіння зерна до вологості 13,5 – 14,5 % замінено пропарюванням. Для проведення досліджень підготовки зерна гречки до переробки крупу використана технологічна схема, представлена на рисунку 3.2.

У запропонованому методі переробки зерна гречки з підвищеною вологістю створюються оптимальні умови знищення мікрофлори з поверхні зерна. Зерно, послідовно проходячи етапи зерноочищення, надходило до пропарювача періодичної дії А9-БПБ. Попередній перед пропарюванням підігрів протягом 35 хвилин до 20 – 30 °С прискорює процес гідротермічної обробки зерна. Пропарювання проводять 6 хв при тиску 0,6 МПа. Тривалість пропарювання визначається часом від початку подачі пари в пропарювач до моменту її припинення. Вивантажуючи зерно з пропарювача, його подають у сушарку

шахтного типу та сушать протягом 20 хв. повітрям із температурою 60 °С до вологості 16 – 18 %.

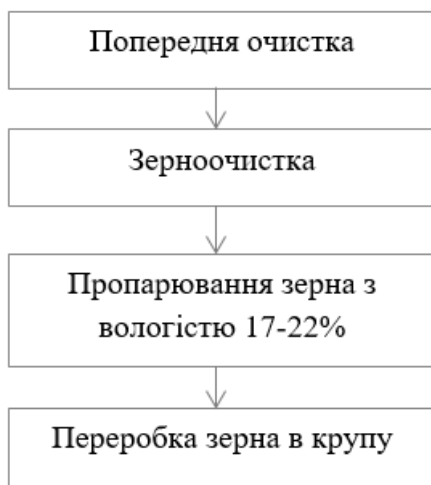


Рисунок 3.2 – Технологічна схема переробки зерна за пропонованою технологією

Потім зерно надходить у другу сушарку шахтного типу і його сушать повітрям з температурою 120 – 140 °С протягом 50 хв. Після закінчення пропарювання, і наступного сушіння до вологості 13,5 – 14,5 % зерно гречки прямує на лушення, з наступним крупосортуванням і виробленням крупи гречаної. Для проведення досліджень із запропонованої технології використовувалося зерно з такими показниками якості (таблиця 3.2).

Таблиця 3.7 – Фактична якість зерна, що використовується для переробки за рекомендованою та запропонованою технологією

Показники якості зерна	Якість зерна за вимогами ДСТУ	Фактична якість за рекомендованою технологією	Фактична якість за запропонованою технологією
Вологість, %	14,5	13,5 – 14,0	17,0 – 22,0
Масова частка ядра, %	73	73,0 – 73,9	73,3 – 74,1
Масова частка лушпиння, %	-	22,3 – 22,7	22,1 – 22,6
Масова частка бур'янистої домішки, %	2,0	3,4 – 4,0	3,8 – 4,1
Масова частка зернової домішки, %	2,0	1,2 – 1,5	1,4 – 1,6

Таким чином, для дослідження використовувалося зерно гречки без попереднього сушіння перед лущенням з вологістю понад 17 % за запропонованою технологією та з вологістю не більше 14,5 % за рекомендованою технологією. Результати порівняльних технологічних випробувань наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Масова частка зіпсованих ядер, % під час переробки зерна гречки з вологістю понад 17 %

Партія ядриці	Зерно гречки з вологістю понад 17 %	
	за рекомендованою технологією	за запропонованою технологією
1	0,44 – 0,78	0,12 – 0,20
2	0,34 – 0,64	0,10 – 0,18
3	0,30 – 0,38	0,12 – 0,20

На основі даних таблиці 3.3 можна припустити, що при сушінні зерна гречки підвищеної вологості за рекомендованою технологією розвиток цвілевих грибів починається без видимих ознак ураження зерна. Тривалий та багаторазовий процес сушіння стимулює їх розвиток і призводить до псування зерна гречки. Температурний режим пропарювання перешкоджає розвитку цвілевих грибів, знижуючи цим причину виникнення частки зіпсованих зерен.

За запропонованою технологією заміна сушіння зерна на пропарювання в заданих режимах не призводить до збільшення собівартості крупи ядриці. Відповідно до розробленої технологічної схеми продуктивність лінії можна змінювати шляхом встановлення обладнання для ГТО різної продуктивності.

Таким чином, переробка зерна гречки підвищеної вологості можлива при заміні сушіння пропарюванням, а продукція, що отримується за даною технологією, відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006.

3.2 Переробка зерна гречки з вмістом важковідокремлюваної домішки більше 2 %

У зерновій масі, що надходить на підприємства, крім повноцінного зерна

гречки містяться і різні домішки, у тому числі і важковідокремлювані. Таким чином, вихідні партії зерна є сумішшю зерен різних культурних і бур'янів, а також домішки мінерального, органічного походження. Розрізняють такі стани зерна гречки за вмістом домішки бур'яну (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Стан гречки за засміченістю та зерною домішкою

Показники	Чисте	Середньої чистоти	Сміттєве
Сміттєві домішки, %	до 1	1,0 – 3,0	більше 3
Зернові домішки, %	до 1	1,0 – 3,0	більше 3

Зернові домішки, що знаходяться в зерновій масі, знижують продовольчу цінність зерна та придатні для отримання продовольчих продуктів, проте вони погіршують умови переробки зерна та знижують якість готової продукції.

Смітна домішка за своїми властивостями не може бути використана в переробці разом із зерном основної культури, оскільки вона не тільки впливає на якість, а й на вихід готової продукції. Тому перед переробкою бур'яну домішку необхідно повністю або частково (згідно з вимогами ДСТУ) видалити з цієї партії.

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

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

$$E = \frac{A - B}{A} \cdot 100$$

де E – ефективність очищення зерна;

A – вміст відокремленої домішки у вихідній суміші, кг;

B – вміст відокремленої домішки в зерні після очищення, кг.

Однак наявність особливо складних домішок (пшениця, дика редька, татарська гречка, польовий горошок та інші) в зерні значно ускладнює процес очищення зерна і призводить до необхідності застосування складного і багатоступеневого очищення зерна. Для відділення таких домішок проводять повторні пропуски зерна через зерноочисні машини, застосовують зерноочисні машини спеціального призначення, збільшують вихід основного зерна у відходи. Переробка такого зерна в крупу не завжди ефективна, призводить до значних втрат (до 4%) основного зерна в зерновідходи, виробленні нестандартної крупи, або крупи низьких сортів та знижує її харчову цінність та смакові якості.

У процесі зерноочищення такого зерна та підготовки до подальшої переробки у крупу вміст основного зерна в зерновідходах становить від 10 % до 70 %.

Рекомендоване обладнання не забезпечує виділення таких домішок, що важко відокремити, без значних втрат основного зерна в зерновідходи, що призводить до значних економічних втрат. При цьому за рекомендованою технологією допускається переробка зерна, що відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006 Гречка.

Погіршення якості зерна, що використовується в переробці, призводить до випуску низькосортних сортів крупи, нестандартної продукції або збиткової технології. Рекомендовану схему очищення зерна гречки представлено на рисунку 3.3.

Даний метод очищення зерна гречки дозволяє переробляти зерно із вмістом важковідокремлюваних домішок не більше 2 %.

При переробці зерна з вмістом важковідокремлюваної домішки більше 2 %, така схема стає не ефективною.

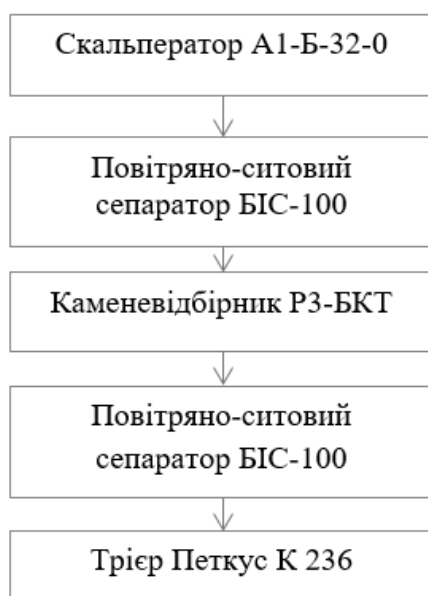


Рисунок 3.3 – Очищення зерна від домішок за рекомендованою технологією

Втрати нормального зерна гречки у зерновідходах визначили низку заходів, пов'язаних із особливим обліком та контролем партій, що надходять на підприємство.

Для переробки зерна із вмістом важковідокремленої домішки від 2 % до 10 % було запропоновано технологічну схему очищення зерна (рисунок 3.4).

Для дослідження роботи лінії зерноочищення використовувалося зерно гречки з такими показниками якості (таблиця 3.5).

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 вмісту після поділу зерна на фракції дозволяє підвищити ефективність роботи зерноочистки. Отримані дані вносяться до якісного посвідчення на партію, за отриманими лабораторними результатами проводиться розрахунок додаткової знижки при розрахунках із постачальниками за зерно гречки. Для цього на етапі роботи виробничо-технічної лабораторії з приймання зерна на підставі фактичної якості, тобто кількості домішок, що важко відокремити, в партії, за допомогою лабораторного розсіву марки У1-ЕРЛ-1, на ситах $2,6 \times 20 - 2,8 \times 20$ з ефективністю не менше 99,8 % проводиться визначення

фактичних втрат основного зерна із зазначених домішок.

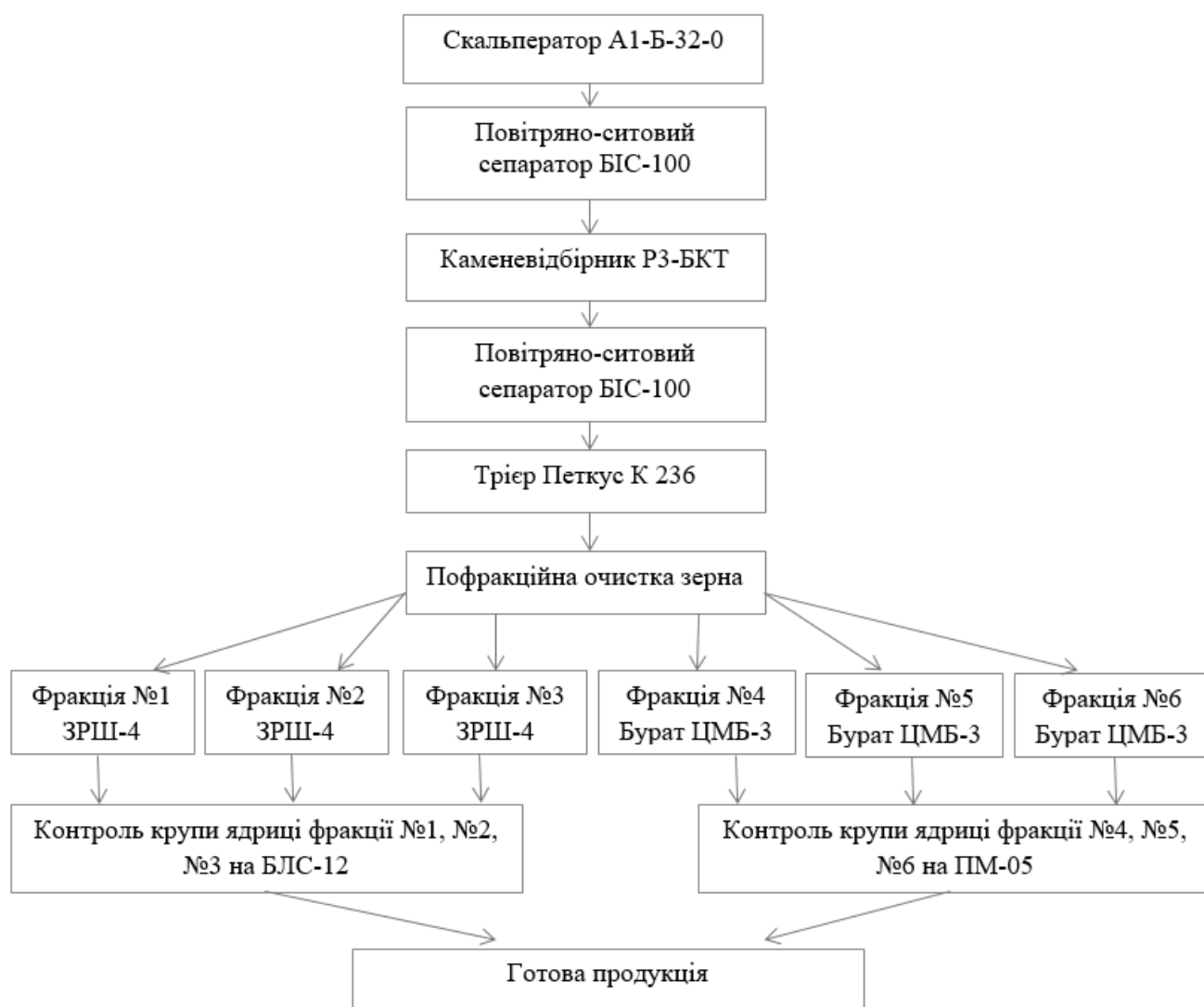


Рисунок 3.4 – Очищення зерна від домішок за запропонованою технологією

Таблиця 3.5 – Показники якості зерна гречки, що переробляється

Показники	Якість зерна
Вологість, %	14,0 – 14,6
Масова частка ядра, %	71,8 – 75,5
Масова частка лушпиння, %	21,6 – 23,2
Смітна домішка, у тому числі важко відокремлене насіння, %	3,4 – 5,6
Зернова домішка, %	2,0 – 3,0
	0,9 – 1,7

Для вирішення цієї проблеми було встановлено додатковий повітряно-ситовий сепаратор БЛС, падді-машина ПМ та використано пофракційне очищення.

Результати випробування наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Порівняльний аналіз роботи рекомендованого та запропонованого зерноочищення

Машина для зерноочищення	Масова частка бур'янистої домішки в зерні гречки за рекомендованою технологією, %	Масова частка бур'янистої домішки в зерні гречки за запропонованою технологією, %
два сепаратори БІС-100, каменевідбірник РЗ-БКТ-100, трієр Петкус К236	3,4 – 5,6 % (у тому числі важковідокремлюваних домішок 1,8 – 3,0 %) 1,2 – 1,7	3,4 – 5,6 % (у тому числі важковідокремлюваних домішок 1,8 – 3,0 %) 1,2 – 1,7
вміст смітцевої домішки після рекомендованих машин	0,6 – 0,8	0,6 – 0,8
контроль фракція № 1, до чистки після очищення	контроль був відсутній	0,7 – 1,1 0,4 – 0,5
№2 до очищення після очищення	контроль був відсутній	0,4 – 0,6 0,2 – 0,4
№3 до очищення після очищення	контроль був відсутній	0,7 – 1,0 0,3 – 0,4
№4-5-6 після очищення	1,2 – 1,6	1,2 – 1,6
№4 до очищення після очищення	контроль був відсутній	1,2 – 1,5 0,7 – 0,9
№5 до очищення після очищення	контроль був відсутній	1,5 – 1,9 0,6 – 0,9
№6 до очищення після очищення	контроль був відсутній	2,9 – 4,1 1,7 – 2,8
контроль ядриці 1 – 3 до чищення після очищення	контроль був відсутній	0,3 – 0,5 0,1 – 0,3
контроль ядриці 4 – 6 до очищення після очищення	контроль був відсутній	0,7 – 1,1 0,3 – 0,5
Вміст смітної домішки у готовій продукції	0,6 – 0,8	0,1 – 0,3
Вміст смітної домішки за ДСТУ не більше	0,4	0,4

Установка на зерноочисні машини частотних перетворювачів дозволяє плавно регулювати частоту та амплітуду коливань. Зміна зазначених параметрів дозволяє досягати оптимальних режимів роботи зерноочисного обладнання для різних за якістю партій зерна.

Послідовність очищення зерна з використанням пофракційного очищення та додаткового очищення крупі ядриця 1-2-3 фракцій на сепараторі БЛС, 4-5-6 фракцій на падді-машині ПМ дозволить домогтися стабільних результатів роботи лінії при використанні зерна з вмістом домішки, що важко відокремити, вище вимог ДСТУ.

Таким чином, зміна режиму роботи обладнання дозволить переробляти зерно не стандартне за вмістом домішок. При цьому за запропонованою технологією вміст бур'янистої домішки у крупі ядриця не перевищує ДСТУ. Смітна домішка склала 0,1 – 0,3 %; тоді як за рекомендованою технологією становить 0,6 – 0,8 %; вміст основного зерна у зерновідходах за запропонованою технологією не перевищує 7 %.

3.3 Удосконалення гідротермічної обробки гречки

При переробці зерна гречки на крупу одним із обов'язкових прийомів, що дозволяють цілеспрямовано змінювати технологічні властивості, збільшувати вихід готової продукції, покращувати споживчі властивості харчової цінності та стійкості при зберіганні, є гідротермічна обробка. Пропонується для пропарювання зерна гречки застосовувати пропарювачі періодичної дії А9-БПБ.

У лінію рекомендовано встановити два пропарювача, які працюють у послідовному режимі та мають наступні технічні характеристики: робочий тиск – 0,6 МПа, температура робочої – 150 °С, місткість – 1,03 м³, діаметр корпусу 1000 мм, висота 2075 мм. Для зменшення теплових втрат під час роботи корпус пропарювача покритий тепловою ізоляцією.

Показники якості зерна гречки, що переробляється, представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Показники якості перероблюваного зерна гречки рекомендованої та запропонованої технології

Показники	Якість зерна
Вологість, %	14,0 – 14,6
Масова частка ядра, %	71,8 – 75,5
Масова частка лушпиння, %	21,6 – 23,2
Смітна домішка, у тому числі важковідокремлювані домішки, %	3,4 – 5,6 2,0 – 3,0
Зернова домішка, %	0,9 – 1,7

Показники якості продуктів переробки під час використання рекомендованого пропарювача представлені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Порівняльні показники продуктів під час використання рекомендованого та запропонованого способу ГТО гречки

Масова частка продукту	За рекомендованою технологією	За запропонованою технологією	Базисні норми
Крупа ядриця, %	64,5 – 68,1	68,5 – 69,2	62,0
Крупа проділ, %	1,3 – 1,9	0,6 – 0,8	5,0
Борошно кормове, %	1,9 – 2,4	0,7 – 1,0	3,6
Зернові відходи, %	4,2 – 6,5	4,0 – 6,1	-

Таким чином, використання запропонованого пропарювача дозволяє досягти рівномірного пропарювання зерна, зменшити час експозиції та збільшити продуктивність операції ГТО на 16 %.

3.4 Переробка зерна гречки безкрилої форми

Природні особливості зерна передбачають розробку таких прийомів та режимів переробки, які б дозволили забезпечити високу технологічну ефективність роботи крупозаводу.

Одним із найважливіших показників при переробці зерна гречки є його геометричні розміри, а саме ступінь розвиненості його плодової оболонки. Залежно

від розвитку ребер, граней гречка ділиться на крилату (з сильно вираженими ребрами грані, у своїй ядро в повному обсязі заповнює собою оболонку, залишаючи порожнистими вершини) і безкрилу із закругленими ребрами (зерно округленої форми).

Зерна, що мають безкрилу форму плодівих оболонок, характеризуються високим ступенем виконаності, плодіві оболонки щільно охоплюють ядро, бічні грані мають опуклу форму. Його можна охарактеризувати як середньо велике, вміст великих фракцій (1 і 2 фракції) в середньому становить не більше 55 %. Маса 1000 зерен коливається від 22 до 25 г. Таке зерно відрізняється низькими технологічними властивостями, визначеними нестандартною для технологічного процесу, безкрилою формою зерна, низькою вирівняністю, складністю відділення оболонок від ядра при високому від 78 до 82 % їх вмісту.

Частка зерна, що надходить на переробні підприємства нашого регіону у 2024 році з Китаю, склала близько 29,3 %.

Порівняльні якісні параметри зерна, отриманого від сільгоспвиробників України та імпортованого з Китаю, представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Показники якості китайського та українського зерна гречки

Показники якості зерна	Китайське зерно	Українське зерно
Вологість, %	12,6 – 13,6	13,6 – 21,0
Масова частка ядра, %	78,2 – 80,5	72,0 – 76,5
Масова частка лушпиння, %	16,8 – 19,0	20,0 – 23,8
Масова частка бур'яну домішку, %	0,6 – 2,9	1,0 – 8,6
Масова частка зернової домішки, %	0,2 – 1,2	0,4 – 2,8

Як видно з таблиці 3.9, якісні показники китайського та українського зерна значно відрізняються. По ряду показників (загальна кількість бур'яну, вологість, масова частка ядра, плівчастість) зерно китайського походження істотно перевершує якісні показники української гречки, що, безсумнівно, має позитивно впливати як на технологічну ефективність переробки вихідної сировини, так і на збільшення виходу.

Проте існує зворотний бік привабливості переробки китайської гречки, саме

низька вирівняність зерна, вміст великих фракцій становить трохи більше 55 % (таблиця 3.10). Підвищений вміст частки дрібних фракцій. Відсутність яскраво вираженої форми тетраедра зерна (більше округлої форми), щільне прилягання плодової оболонки до ядра ускладнює очищення, пофракційний поділ і процес лущення зерна і призводить до підвищеного дроблення ядра.

Таблиця 3.10 – Пофракційний склад зерна гречки китайського та українського зерна

Номер фракції	Китайське зерно, %	Українське зерно, %
1	18 – 25	25 – 35
2	24 – 35	47,5 – 50
3	23 – 25	12 – 15
4	12 – 15,5	5 – 6
5	6 – 9	1 – 2,0
6	3 – 4	0,5 – 1

Виявлені методами лабораторного аналізу характерні особливості якісного складу та морфологічної будови зерна гречки китайського походження визначили ряд дій, які пов'язані з особливістю технологічної переробки такого зерна. Напрямами дій на вдосконалення технологічних етапів виробництва крупи гречаної із зерна, поставленого з Китаю, стали:

- підбір і зміна чарунок просіювальної поверхні, з одночасною зміною кінематичних параметрів технологічного обладнання;
- налаштування машин лущення, із заміною робочих органів;
- зміна просіювальної поверхні, на етапах поділу зерна на фракції.

3.4.1 Очищення зерна гречки від бур'янів та зернових домішок

Очищення зерна гречки китайського виробництва від бур'янів та зернових домішок за рекомендованою технологією призводило до втрати в зерновідходи до 25 % основного зерна. Низький відсоток вирівняне зерна до 55 %, високий відсоток частки дрібних фракцій значно знижує ефективність роботи зерноочисних машин.

Отже, для виділення домішок з китайського зерна доводиться застосовувати сита з більшими розмірами, ніж для аналогічною за розмірами домішки, що міститься в українському зерні. Таким чином, при виділенні дрібної домішки доводиться застосовувати сита, розміри яких можна порівняти або більше розмірів зерна шостої фракції, це призводить до того, що у відході потрапляє значна кількість зерна. Вміст шостої фракції становить до 5 %, тому втрати у виході готової продукції можуть становити до 3,5 %. Решітний спосіб очищення зерна здійснюється за поперечними розмірами зерна на повітряно-ситових сепараторах, по ширині застосовують сита з отворами круглої форми по товщині – сита з отворами довгастої форми. Для дослідження роботи лінії зерноочищення використовувалося зерно з такими показниками якості (таблиця 3.11).

Таблиця 3.19 – Показники якості українського і китайського зерна гречки

Показники якості зерна	Вимоги ДСТУ	Фактична якість українського зерна	Фактична якість китайського зерна
Вологість, %	14,5	13,9 – 14,8	13,0 – 13,8
Масова частка ядра, %	73	73,1 – 74,4	79,4 – 80,1
Масова частка лушпиння, %	-	21,8 – 22,6	18,8 – 19,2
Масова частка бур'янистої домішки, %	2,0	3,4 – 4,7	1,1 – 1,6
Масова частка зернової домішки, %	2,0	1,1 – 1,6	0,3 – 0,5

При цьому використовується процес поділу, в якому частинки з отворами, меншими за отвори сит, просіюються через нього, а частинки з великими розмірами залишаються на ситі. Відповідно до Правил зерно послідовно очищалося від домішок на двох повітряно-ситових сепараторах. Було запропоновано для очищення зерна з високим вмістом дрібних фракцій на сепараторах типу А1-БІС змінювати технічні характеристики сепараторів, а саме частоту, радіус коливань та кут нахилу сит. Для цього приводні механізми були забезпечені частотними перетворювачами, що дає змогу плавно змінювати режими роботи сепараторів та

визначати оптимальні режими роботи для заданої партії. При цьому сита сепараторів працюють при заданому навантаженні з максимальною інтенсивністю, що сприяє ефективному проникненню бур'янів на поверхню решета, і проходю через нього для подальшого видалення із зернової суміші.

Оптимальні розміри сортувальних та підсівних сит для виділення подовженої, короткої та дрібної домішок визначені дослідним шляхом для кожної партії зерна гречки (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12 – Технічні характеристики сепараторів А1-БІС

Характеристики	Рекомендовані для крилатого зерна	Запропоновані для безкрилого зерна
Частота кругових коливань, хв^{-1}	360	230 – 280
Радіус кругових коливань, мм	11	7 – 9
Кількість очисників у рамці, шт.	32	48
Сортувальні сита Підсівні сита	Трикутні 7,5:7,0 2,8×20:2,6×20	Трикутні 9,0:8,0 2,6×20:2,6×20
Кут нахилу ситових рам до горизонту, градусів	7	5
Вміст нормального зерна у зерновідходах, %	25,7 – 28,4	8,0 – 10,1

Таким чином, зміна кінематичних параметрів коливань ситових кузовів та кута нахилу сит дозволила підвищити ефективність виділення домішок та визначити оптимальну роботу ситових сепараторів А1-БІС, що призвело до зменшення вмісту нормального зерна у зерновідходах з 25,4 до 10,1 %.

3.4.2 Сортування зерна на шість фракцій

Відмінною особливістю переробки зерна гречки є поділ його перед лушенням на шість фракцій. Ретельне сортування зерна гречки на фракції крупності є необхідністю після лушення поділу лушення ядра від нелущеного. При недостатньо точному сортуванні гречки до лушення в подальшому процесі

сортування продуктів лущення зерна (ядриця, нелущене зерно, проділ, борошно, лущиння) у крупу ядрицю можуть потрапляти нелущені зерна гречки за своїми розмірами, що збігаються з ядрицею. Відповідно до нормативних вимог ДСТУ у крупі ядриця 1-го, 2-го, 3-го сортів вміст нелущеного зерна допускається відповідно 0,3; 0,5; 0,7 %.

На рекомендованій технологічній лінії процес сортування зерна гречки за крупністю до лущення відбувається в два етапи, що дозволяє на другому етапі рівномірно завантажити сита і поліпшити умови поділу зерна. У процесі попереднього сортування отримують три потоки зерна: перший – схід із сит 4,5 мм, другий – схід з сит 4,2 мм, третій – прохід через сито 4,2 мм і схід з сит 2,4×20 мм. Остаточне сортування гречки проводять на шість фракцій по крупності із застосуванням наступних сит із круглими отворами діаметром: 5,0; 4,5; 4,2; 4,0; 3,6; 3,2. Сортування зерна гречки за рекомендованою технологією представлено на рисунку 3.5.

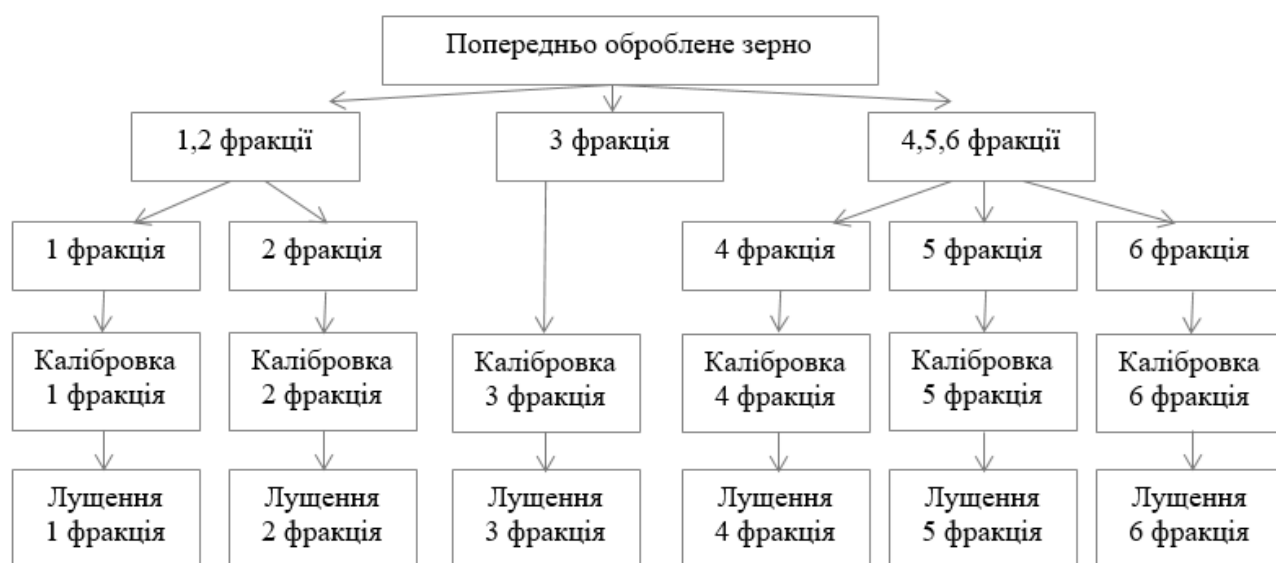


Рисунок 3.5 – Сортування зерна за рекомендованою технологією

Китайська гречка має більш округлу форму та нижчу вирівняність порівняно з гречкою, вирощеною в Україні. При пофракційному розподілі за рекомендованою технологією такої гречки, внаслідок високого відсоткового вмісту 3 – 6 фракцій, у великих фракціях міститься значна частка дрібних зерен до 15 %

(таблиця 3.13).

Таблиця 3.13 – Вміст дрібніших зерен у великих фракціях українського крилатого та китайського безкрилого зерна гречки

Показники	1 фр.	2 фр.	3 фр.	4 фр.	5 фр.	6 фр.
Крилата у %	2,1 – 4,2	2,2 – 5,3	1,2 – 5,4	5,1 – 7,0	1,2 – 2,0	-
Безкрила у %	7,4 – 9,0	8,1 – 15,3	8,4 – 10,3	10,0 – 15,1	7,1 – 9,2	-

Переробка зерна за такою схемою призвела до підвищеного вмісту зерна, що не луцилось, і підвищеного вмісту дробленого ядра у крупі ядриця (таблиця 3.14).

Таблиця 3.14 – Вміст нелущених зерен в крупі ядриця виробленої з китайського зерна

Партії крупі ядриця	Вміст нелущених зерен, % (ДСТУ)	Вміст нелущених зерен в ядриці за рекомендованою технологією, %	Вміст нелущених зерен у ядриці за запропонованою технологією, %
1	0,3	0,5 – 0,8	0,1 – 0,3
2	0,3	0,5 – 0,9	0,1 – 0,3
3	0,3	0,7 – 0,10	0,1 – 0,3
4	0,3	0,5 – 1,0	0,1 – 0,3
5	0,3	0,4 – 0,9	0,1 – 0,3

За рекомендованою схемою зменшення кількості необрушеного зерна здійснювалося, як правило, єдиним способом – зменшенням зазору між вальцем і декою на верстаті для лушення для фракції з підвищеним вмістом необрушеного зерна після крупосортування. Однак такий спосіб завжди приводив до збільшення дроблення ядра.

Таким чином, для підвищення ефективності поділу на фракції виникла необхідність збільшення ситової поверхні для поліпшення сортування зерна по крупності і поліпшення якості готової продукції при подальшій переробці зерна. Ефективність переробки такого збіжжя з допомогою зниження загальної

продуктивності визначилася фактичним зниженням на 12 – 17 %.

Оскільки цей показник впливає на зміну собівартості продукції, зниження продуктивності у зазначеному межі за місячний період виявляється у суттєвому збільшенні вартості готового продукту. Для вирішення цього завдання було знайдено комплексний підхід, що полягає у зміні кінематичних параметрів розсіву (амплітуди та частоти коливання) та сортування зерна на фракції (таблиця 3.15).

Таблиця 3.15 – Технічні характеристики розсівів ЗРШ-4М на сортуванні зерна

Характеристики	Рекомендовані характеристики розсіву ЗРШ-4М	Запропоновані характеристики
Частота кругових коливань, коливань/хв.	220	140 – 180
Радіус кругових коливань, мм	41	20 – 26
Кількість очисників у рамці, шт.	12	16

Зерно, попередньо звільнене від бур'янів і зернових домішок, що пройшло гідродинамічну обробку, направляється в розсів ЗРШ-4 №1 для попереднього сортування на 4 фракції, 1 фр, 2 фр, 3 фр, і зернову суміш 4-5-6 фр. Далі 1 фр, 2 фр, 3 фр надходить на розсіювання № 2 з відповідними ситами на остаточне сортування (калібрування), а зернова суміш 4-5-6 фр після додаткового очищення від домішок надходить на розсів № 3 для попереднього поділу на відповідні фракції.

Сортування зерна гречки по крупності проводили у два прийоми, на ситах круглого перерізу з попереднім поділом на чотири фракції та остаточним на шість, представлено на рисунку 3.6.

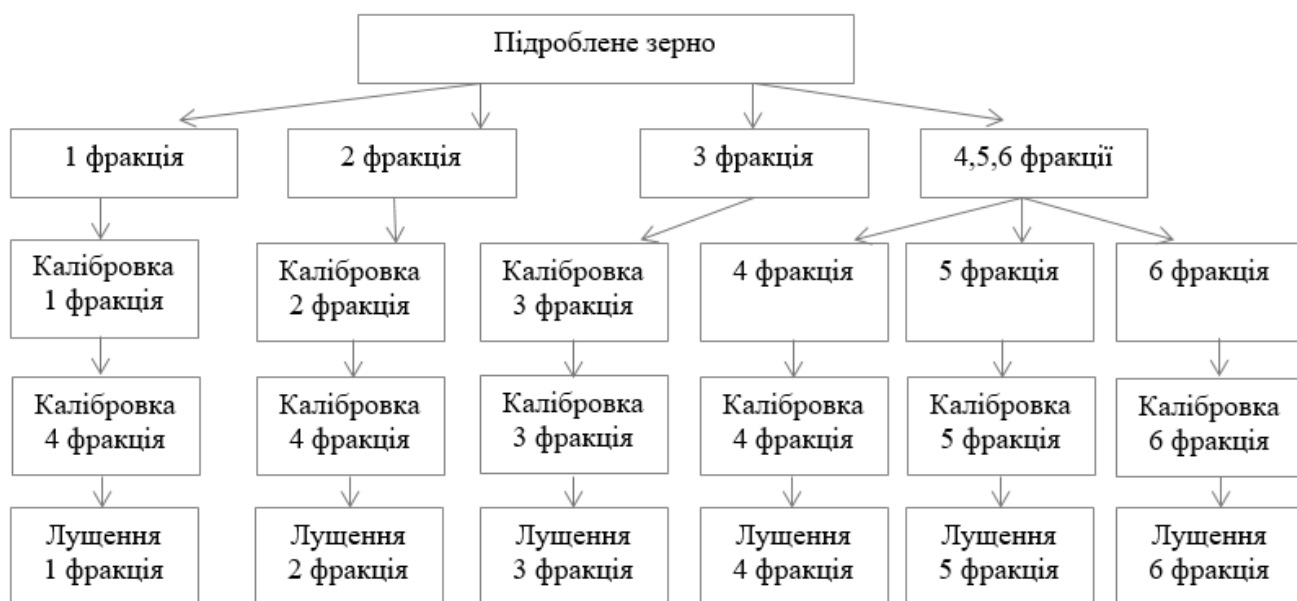


Рисунок 3.7 – Сортуння гречки на 6 фракцій за показниками крупності:

1 – фракція – схід із сита діаметром 5,0 мм; 2 – фракція – прохід сита діаметром 5,0 мм, схід із сита діаметром 4,5 мм; 3 – фракція – прохід сита діаметром 4,5 мм, схід із сита діаметром 4,2 мм; 4 – фракція – прохід сита діаметром 4,2 мм, схід із сита діаметром 4,0 мм; 5 – фракція – прохід сита діаметром 4,0 мм, схід із сита діаметром 3,6 мм; 6 – фракція – прохід сита діаметром 3,6 мм, схід із сита діаметром 3,4 мм.

Остаточне сортуння (калібрування) 4 фр та 5 фр проводиться відповідно на бураті № 1 та № 2 марки ЦМБ-3. Зерно гречки, розділене на 6 фракцій по крупності і яке пройшло два етапи сортуння, скеровується окремо на відповідні кожній фракції луцильні верстати, що дозволило значно зменшити кількість дрібних зерен у більших фракціях. Результати представлені у таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Кількість дрібних зерен у більших фракціях українського крилатого та китайського безкрилого зерна гречки за запропонованою технологією

Показники	1 фр.	2 фр.	3 фр.	4 фр.	5 фр.	6 фр.
Крилата, %	0,2 – 0,5	0,6 – 0,8	0,4 – 0,6	5,1 – 7,0	1,2 – 2,0	-
Безкрила, %	5,2 – 8,3	4,6 – 8,5	2,4 – 5,4	10,0 – 15,1	7,1 – 9,2	-

Переробка безкрилого зерна гречки за запропонованою технологією

дозволила змінити ефективність схеми калібрування та виробляти продукцію, що відповідає вимогам нормативної документації.

Таким чином, зміни схеми руху продукту в розсівах, кількості проходів і сходів, за рахунок заміни розподільних коробок та встановлення додатково одного розсіву ЗРШ-4М дозволяє на попередньому етапі розділяти зерно не на три, а на чотири потоки та збільшити площу ситової поверхні для остаточного сортування для 1-2-3 фракцій у 2 рази. Ці зміни дозволяють підібрати необхідні умови для подальшого ефективного лушення зерна гречки.

Висновки за розділом

За результатами експериментальних досліджень доведено перспективність використання некондиційного зерна гречки для крупи гречаної ядриця.

Розроблено спосіб переробки зерна гречки з вологістю понад 17 %.

Розроблено технологію переробки зерна гречки із вмістом важковідокремлюваної домішки від 2 до 10 %.

Підібрано оптимальні режими переробки безкрилого китайського зерна гречки, які забезпечують вихід гречаної крупи 76,3 %.

4 ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА КРУПИ ГРЕЧАНОЇ, ВИГОТОВЛЕНОЇ З НЕКОНДИЦІЙНОГО ЗЕРНА ГРЕЧКИ

4.1 Вимоги до якості та безпеки крупи гречаної ядриця

Виготовити якісний конкурентний продукт – головна мета виробника; проте при цьому важливо враховувати якість зерна, що надходить у переробку, і ефективність його використання. Тому в заключній частині експериментальних досліджень було проведено товарознавчу оцінку крупи гречаної, виготовленої з некондиційного зерна.

Зазвичай крупа ядриця виробляється із зерна гречки, що відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006 Правил Досліджувана крупа була отримана з врахуванням запропонованих рекомендацій зі зміною: процесу очищення зерна; процесу ГТО; процесу фракціонування; із зерна з вологістю більше 17 %, і вмістом важковідокремлюваної домішки більше 2 %.

Товарознавчу оцінку проводили за органолептичними, фізико-хімічними показниками та вимогами безпеки відповідно до програми виробничого контролю. Визначення смаку, кольору, вологості, вмісту бур'янів, мінеральної, металомагнітної домішок, борошна, зіпсованого ядра проводилося виробничо-технічною лабораторією (ВТЛ). Вимоги до якості крупи гречаної виробленої зі стандартного зерна, представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Якісні показники крупи гречаної ядриця, виробленої з некондиційного зерна

Найменування показника	Перший сорт норма	Показники зерна гречки			
		Вологість більше 17 %	Вміст важковідокрем люваної домішки від 2 до 10 %	З новим пропарювачем	Безкриле зерно
Колір	Коричневий й різних відтінків	Однорідна за кольором крупа 6 відтінків: світло-кремовий, кремовий, жовто- коричневий, коричневий, світло-коричневий, коричневий, темно-коричневий			
Запах	Властивий гречаній крупі, без сторонніх запахів, не				
Смак	Властивий гречаній крупі, без сторонніх присмаків, не				
Вологість, %, не більше					
а) для поточного споживання	14,0				
б) для тривалого зберігання та дострокового завезення	13,0				
Доброякісне ядро, %, не менше у тому числі:	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2
колоті ядра, не більше	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
зерно пшениці, не більше	-	-	-	-	-
Нелущені зерна, %, не більше	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2 0,2
Смітна домішка, %, не більше, в тому числі:	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
мінеральна, не більше	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
органічна, не більше	-	-	-	-	-
8.Мучка %, не більше	-				
Зіпсовані зерна, %, не більше	0,2				
Розварювність, хв	15,0				
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається				
Металомагнітна домішка на 1 кг крупи, мг, не більше	3				

4.2 Вимоги до якості зерна гречки

Для виробництва гречаної крупи було використано зерно гречки з показниками якості, які відповідають вимогам, викладеним у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Показники якості зерна гречки, що використовується для вироблення крупи гречаної та обмежувальні норми за ДСТУ 4524:2006 для 3-го класу

Найменування показника	Обмежувальна норма 3-го класу	Зерно, що використовується
Вологість, %, не більше	14,5	22,0
Смітна домішка, %, не більше у тому числі:	3,0	13,0
мінеральна домішка	0,2	1,5
зіпсовані зерна	0,5	0,5
шкідлива домішка	0,2	0,5
важковідокремлюване насіння (татарська гречка, дика редька, жито, пшениця, горець),%, не більше	2,0	10,0
мертві шкідники (жуки) шт. в 1кг, не більше	15	15
Зернова домішка, %, не більше, в тому числі	5,0	7,0
пророслі зерна	3,0	3,0
обрушені зерна	3,0	4,0
Заражені шкідники	не допускається, крім зараженості кліщем, не вище 1 ступеня	не допускається, крім зараженості кліщем, не вище 1 ступеня

За рештою показників зерно гречки повинне відповідати вимогам ДСТУ 4524:2006. Зерно гречки, що використовується для виробництва крупи гречаної, має відповідати вимогам чинної нормативної документації.

У процесі зберігання гречаної крупи під дією ферментів та мікроорганізмів відбувається підвищення кислотності за рахунок розпаду вуглеводів та накопичення органічних кислот, прискорюються процеси окислення та гідролізу жиру, а також мікробіологічне псування. Крупа прокисає, пліснявіє і стає

непридатною для споживання. Результати визначення перекисного і кислотного чисел зразків крупи гречаної виробленої з некондиційного зерна показали, що зміна даних показників у процесі гарантійного зберігання незначно змінюються.

Таким чином, зерно гречки для виробництва крупи гречаної відрізняється від зерна на вимогу ДСТУ 4524:2006 за такими показниками: вологості на 7,5 %; по бур'яну домішку на 10 %, по зерновій на 2 %.

Висновки за розділом

Впроваджені технологічні процеси, що забезпечують виробництво з некондиційного зерна гречаної крупи, що відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006 за всіма показниками якості.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

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

Картка безпеки праці під час виробництва гречаної крупи Мета: забезпечення безпеки працівників, зниження ризику травматизму та професійних захворювань у цеху з виробництва гречаної крупи	
1. Основні ризики на виробництві 1. Механічні ризики: контакт з рухомими частинами обладнання, використання ручного інструменту. 2. Фізичні ризики: вплив шуму, вібрації, високих температур. 3. Хімічні ризики: пил гречаної крупи, можливі розливи хімічних засобів для очищення обладнання. 4. Електричні ризики: робота з електроприладами та обладнанням під напругою. 5. Ризики пожежі: можливість займання пилу чи обладнання.	
2. Заходи безпеки 1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): респіратори для захисту від пилу; захисні окуляри; спецодяг з антипиловим просоченням; захисне взуття; навушники для зниження шуму. 2. Правила роботи з обладнанням: перед запуском обладнання перевірити його технічний стан; не допускати контакту з рухомими частинами; використовувати захисні кожухи та огорожі на обладнанні. 3. Робота з хімічними засобами: зберігати хімічні речовини у спеціально відведених місцях; при роботі використовувати рукавички та маски; у разі проливання негайно повідомити відповідального. 4. Електробезпека: регулярно перевіряти стан електрообладнання; не виконувати ремонт без дозволу кваліфікованого персоналу; у разі аварії негайно вимкнути електропостачання. 5. Протипожежна безпека: заборонено палити в цеху; забезпечити доступ до вогнегасників та планів евакуації; утримувати робоче місце в чистоті, щоб уникнути накопичення пилу.	
3. Інструктажі та навчання 1. Первинний інструктаж: проходить усі працівники перед початком роботи, включає ознайомлення з правилами безпеки та використанням ЗІЗ. 2. Плановий інструктаж: проводиться раз на квартал, оновлення інформації про ризики та заходи безпеки. 3. Позаплановий інструктаж: у разі впровадження нового обладнання або змін у технологічному процесі. 4. Цільовий інструктаж: перед виконанням особливо небезпечних робіт.	
4. Процеси обробки сировини Обережність під час роботи з ножами, дробарками, млинами та іншим обладнанням. Використання систем аспірації для зменшення пилу.	
5. План дій у надзвичайних ситуаціях 1. У разі травмування: негайно зупинити обладнання; надати першу допомогу постраждалому; повідомити керівника зміни. 2. У разі пожежі: використати вогнегасник для гасіння займання; евакуюватися згідно з планом евакуації; повідомити пожежну службу.	6. Відповідальність працівників 1. Суворо дотримуватися правил техніки безпеки. 2. Використовувати ЗІЗ на робочому місці. 3. Негайно повідомляти про несправності обладнання чи порушення правил.
7. Контроль і аудит безпеки 1. Регулярна перевірка стану обладнання. 2. Щомісячний аналіз інцидентів і порушень. 3. Проведення внутрішніх аудитів безпеки.	
Цей документ адаптується відповідно до конкретних умов підприємства та чинного законодавства!!!	

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва гречаної крупи

5.2 Утилізація відходів круп'яного виробництва

Утилізація відходів, що утворюються під час виробництва гречаної крупи, є важливим аспектом з точки зору екологічності та ефективності виробничого процесу. Нижче наведено основні шляхи утилізації:

1. Використання лушпиння гречки.

Паливо: лушпиння може використовуватися як біопаливо. Воно добре горить і підходить для використання у котельнях або виробництві теплової енергії.

Сировина для виробництва пелетів: лушпиння можна пресувати в гранули для подальшого використання в котлах на біопаливі.

Наповнювач для компосту: лушпиння є органічним матеріалом, що сприяє підвищенню родючості ґрунтів.

2. Використання відходів подрібнення.

Корм для тварин: дрібні частинки гречки та інші відходи подрібнення підходять для додавання у раціон сільськогосподарських тварин і птиці.

Сировина для комбікормів: відходи можуть входити до складу комбікормів, забезпечуючи додаткові поживні речовини.

3. Біотехнологічна переробка.

Виробництво біогазу: органічні відходи (лушпиння, дрібні фракції) можуть бути використані для отримання біогазу шляхом анаеробного бродіння.

Отримання ферментованих добрив: переробка відходів шляхом ферментації забезпечує екологічно чисті добрива.

4. Вторинна переробка для харчової та хімічної промисловості.

Екстракція корисних речовин: з відходів гречки можна отримати антиоксиданти, біоактивні речовини або харчові волокна для використання у фармацевтичній чи харчовій промисловості.

Виробництво паперу або пакувальних матеріалів: деякі фракції можуть слугувати сировиною для створення екологічних матеріалів.

5. Компостування.

Органічні відходи перетворюються на добрива, що забезпечує їх повний цикл

утилізації без шкоди для довкілля.

6. Реалізація на спеціалізованих підприємствах.

Відходи можуть бути передані на спеціалізовані підприємства для переробки або утилізації у вигляді товарної сировини.

Для ефективної утилізації відходів виробництва гречаної крупи доцільно використовувати комбінований підхід, враховуючи специфіку підприємства, обсяги відходів та можливості локального ринку. Це сприяє зменшенню впливу на довкілля та підвищенню економічної ефективності виробництва.

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 переробки некондиційного зерна гречки у крупу, 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	8
3-4	Розробка плану досліджень	3
4-5	Вибір та огляд методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Робота над підготовкою дослідних зразків зерна гречки	2
6-7	Робота над підготовкою дослідного устаткування	5
7-8	Розробка технології переробки зерна гречки з вологістю понад 17 % та розробка рекомендацій щодо удосконалення процесу ГТО	6
7-9	Розробка технології переробки зерна гречки з вмістом важковідокремлюваної домішки більше 2 %	6
7-10	Розробка технології переробки зерна гречки безкрилої форми	5
7-11	Товарознавча оцінка крупи гречаної, виготовлені з некондиційного зерна гречки	6
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		59

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 59 днів.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та додаткові матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – – 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 гречки, кг	100	16,00	1600,00
Всього			1600,00

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

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, 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 калібрування зерна гречки:

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

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 калібрування зерна	14500,00	15	3	18,88
Персональний комп'ютер	11200,00	15	14	64,44
Всього				140,50

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	1600,00
Заробітна плата	1896,70
Нарахування на заробітну плату	417,27
Електроенергія	1091,75
Амортизація	140,50
Накладні витрати	1517,36
Всього	6663,58

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять заробітна плата та витрати на основні матеріали.

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 ($P = 30$), %.

$$Ц = 6663,58 + \frac{30 \cdot 6663,58}{100} = 8662,65 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 8662,58 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та витрати на основні матеріали, які становлять 1896,70 грн і 1600,00 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 8662,65 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз літературних даних показав, що існуючі технології з переробки гречаного зерна засновані на переробці зерна, що відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006. Зерно, яке не задовольняє такі вимоги (нестандартне зерно), переробляється з низькою рентабельністю або прямує на кормові цілі.

Високий вміст поживних речовин, повноцінність білків, цінні мінеральні речовини та вітаміни зумовлюють пошук нових рішень щодо використання некондиційного зерна для виробництва крупи гречаної ядриці.

Приведено коротку характеристику об'єктів дослідження, розглянуто основні методи, які були використані під час проведення експериментальних досліджень та розроблено схему їх проведення.

За результатами експериментальних досліджень доведено перспективність використання некондиційного зерна гречки для крупи гречаної ядриці.

Розроблено спосіб переробки зерна гречки з вологістю понад 17 %.

Розроблено технологію переробки зерна гречки із вмістом важковідокремлюваної домішки від 2 до 10 %.

Підібрано оптимальні режими переробки безкрилого китайського зерна гречки, які забезпечують вихід гречаної крупи 76,3 %.

Впроваджені технологічні процеси, що забезпечують виробництво з некондиційного зерна гречаної крупи, що відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006 за всіма показниками якості.

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

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та витрати на основні матеріали, які становлять 1896,70 грн і 1600,00 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 8662,65 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф. Технологія виробництва борошна, крупи та олії. – К.: Видавництво НАУ, 2000. – 200 с.
2. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. – К.: Віпол, 1998. – 164 с.
3. Шатенко Є. І., Соц С.М. Технологія круп'яного виробництва. – К.: Освіта України, 2010. – 272 с.
4. 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).
5. 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.
6. Aliiev Elchyn, Gavrilchenko 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).
7. 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.
8. 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

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

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. 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).

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. Clien C., Chiang, Y. P., Pomeranz, Y. (1989). Image analysis and characterization of cereal grains with a laser range finder and camera contour extractor. *Cereal Chem.* № 6. P. 466-470.
18. Thomson, W. H., Pomeranz, Y. (1991). Classification of wheat kernels using three-dimensional image analysis. *Cereal Chem.* 68. № 34. P. 357-361.
19. 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.
20. Rong R. V., Sardeshmukh, M. M. (2014). Comparative analysis of Indian wheat seed classification. *Icacci'14.* P. 937-942.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. Lockett James F. (1982). Universal sorting apparatus. Патент США, кл. B 07 C. 5/342, НКІ 209/564, N4344539. Заявл. 05.05.78, N 903050. Опубл. 17.08.82.

27. 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.
28. 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.
29. Gupta R. K., Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. Journal of Agricultural Engineering Research. № 66. P. 1-8.
30. 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.
31. 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.
32. 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).
33. 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.
34. 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.
35. 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-лекciye-book-5.pdf>.

36. 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.

37. 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.

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

39. 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.

40. 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.

41. 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.

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

43. 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.