

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза
Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів
Ступінь вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему Впровадження інноваційних технологій у виробництві гречаної
круп
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача

Шелиганова В.С.
(прізвище, ініціали)

Керівник:

доцент Соц С.М.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 04 червня 2026 р., протокол № 14.

Завідувач кафедри

ТЗПХіКВ
(назва кафедри)

(підпис)

Дмитро ЖИГУНОВ
(ім'я, прізвище)

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ Зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шелиганова Володимира Станіславовича

1.Тема роботи: Впровадження інноваційних технологій у виробництві гречаної крупи

Затверджена наказом університету від 14.10.2024 р. наказ № 632-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи « 02 » червня 2026 р.

3. Вихідні дані роботи

Матеріали переддипломної практики: показники якості зерна, асортимент готової продукції; технологічна схема; показники ТЕО; плани поверхів підприємства

4.Перелік питань, які потрібно розробити

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень)
Схема технологічного процесу, плани поверхів, наукова частина

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

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

7. Дата видачі завдання « 14 » жовтня 2024 р. _____

Керівник _____ Соц С.М.

Завдання прийняв до виконання _____ Шелиганов В.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	24.03-25.03	
2.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	26.03-27.03	
3.	ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	28.03-30.03	
4.	НАУКОВА ЧАСТИНА	31.03-30.04	
5.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	01.05-10.05	
6.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	11.05-14.05	
7.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	15.05-17.05	

Здобувач вищої освіти _____ Шелиганов В.С.

Керівник _____ Соц С.М.

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

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

Здобувач-вищої освіти Шелиганов В.С.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Впровадження інноваційних технологій у виробництві гречаної крупи»

Здобувач	<u>Шелиганов В.С.</u>
Керівник	<u>к.т.н., Соц С.М.</u>
Освітній ступінь	<u>«Магістр»</u>
Спеціальність	<u>181 «Харчові технології»</u>
Освітня програма	<u>Технології зберігання і переробки зерна</u>

Актуальність теми: Актуальність впровадження інноваційних технологій у виробництві гречаної крупи в Україні зумовлена необхідністю підвищення ефективності переробних підприємств та стабілізації якості готової продукції. Сучасні умови функціонування зернопереробної галузі характеризуються високою конкуренцією, коливанням показників сировини та зростанням вимог до харчової безпеки. Інноваційні рішення у технологічних лініях дозволяють підвищити ступінь очищення зерна, знизити втрати ядра та оптимізувати енергетичні витрати виробництва. Особливої актуальності набуває впровадження систем оптичного сортування та автоматизованого контролю параметрів якості на різних етапах переробки. Це забезпечує підвищення однорідності круп'яного продукту, стабілізацію виходу готової продукції та зменшення частки домішок. Впровадження цифрових систем керування технологічними процесами сприяє підвищенню точності регулювання режимів луцення та сепарації. У результаті підвищується технологічна керованість виробничих ліній та зменшується вплив людського фактора. Впровадження інновацій також сприяє зниженню енергоємності виробництва та підвищенню економічної ефективності підприємств. Розвиток інноваційних технологій визначає стратегічну стійкість галузі та підвищує конкурентоспроможність продукції на ринку у національному агропромисловому секторі України зокрема.

Основні особливості роботи: Виконаний проект охоплює комплекс техніко-економічних, технологічних та інженерних рішень щодо виробництва гречаної крупи продуктивністю 50 т/доб. Розроблено техніко-економічне обґрунтування, що підтверджує доцільність реалізації підприємства з урахуванням ресурсних та енергетичних витрат. Проаналізовано генеральний план підприємства та архітектурно-будівельні рішення, визначено раціональне розміщення технологічних зон. Виконано аналіз хімічного складу гречки з урахуванням впливу на технологічні властивості сировини. Досліджено існуючу технологію очищення, підготовки та переробки гречки в крупи, встановлено її недоліки. Обґрунтовано технологічну схему з включенням водотеплової обробки та оптичних сортувальників для підвищення якості продукції. Виконано підбір і розрахунок технологічного обладнання відповідно до заданої продуктивності та режимів роботи. Виконано техніко-економічні розрахунки, що підтверджують ефективність запропонованих рішень. Результати проекту

свідчать про комплексне вирішення поставлених завдань та створення технологічно обґрунтованої моделі виробництва гречаної крупи, орієнтованої на підвищення ефективності переробки, стабільність якості продукції та оптимізацію ресурсного споживання. Реалізація запропонованих рішень забезпечує підвищення рівня автоматизації, зменшення втрат сировини, удосконалення технологічних режимів та підвищення загальної конкурентоспроможності підприємства у межах сучасних вимог зернопереробної галузі, що підтверджує практичну значущість виконаного проекту для виробничого впровадження. та економічну доцільність реалізації розроблених інженерно-технологічних рішень у виробничих умовах з урахуванням сучасних вимог енергоефективності виробничої стабільності.

Структура роботи: анотація; зміст; вступ; розділ 1 «Стан проблеми та перспективи її вирішення»; розділ 2 «Техніко–економічне обґрунтування»; розділ 3 «Характеристика технологічних об’єктів та комунікацій генерального плану підприємства»; розділ 4 «Наукова частина»; розділ 5 «Технологічна частина», розділ 6 «Техніко–економічні показники»; висновки та рекомендації; список літератури.

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 100 сторінках. Графічна частина включає 6 листів.

Висновок: Будівництво заводу з переробки зерна гречки в крупу продуктивністю 50 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

Ключові слова: круп’яне виробництво, технологічний процес, гречка, переробка, воднотеплова обробка, сучасне технологічне обладнання.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	11
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	20
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	32
3.1. Загальна характеристика генерального плану підприємства	32
3.2. Архітектурно–будівельні рішення	36
4. РОЗДІЛ 4 НАУКОВА ЧАСТИНА.....	40
4.1. Аналіз виробництва гречки в світі та Україні	38
4.2. Аналіз хімічного складу гречки	44
4.3. Аналіз переробки гречки в крупи	48
4.4. Аналіз продуктів пререробки гречки в харчові продукти в світі та Україні	51
5. РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	57
5.1. Характеристика сировини	57
5.2. Аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу.....	62
5.3. Розрахунок кількісно–якісного балансу.....	65
5.4. Вибір, розрахунок, підбір технологічного обладнання.....	67
5.5. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	70
5.6. Охорона праці.....	76
6. РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	83
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	93
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	95

ВСТУП

Гречка належить до числа культур, що мають тривалу історію використання у харчуванні людини і сформували стійку сировинну базу для розвитку круп'яної промисловості. Археоботанічні матеріали свідчать про її залучення до господарської діяльності людини ще кілька тисячоліть тому. Найбільш обґрунтованою вважається гіпотеза походження гречки з територій Центральної та Східної Азії, зокрема гірських районів сучасного Китаю та суміжних регіонів, де вона формувалася як культурна рослина і поступово поширювалася в інші частини Євразії. Подальше розселення гречки відбувалося в напрямку на захід через території Центральної Азії до Східної Європи, де вона набула значного поширення і стала однією з базових культур у структурі харчування населення.

Історичні джерела фіксують інтенсивне впровадження гречки у землеробство на території сучасної України, Польщі та інших країн регіону ще в середньовічний період. У цих умовах сформувалися традиції використання гречки як основної сировини для виробництва круп'яної продукції, що зберігають свою актуальність донині. Поряд із європейським регіоном, значні обсяги вирощування гречки сформувалися в країнах Азії, насамперед у Китаї, який розглядається як один із ключових центрів її сучасного виробництва.

Світове виробництво гречки характеризується відносною стабільністю, хоча його обсяги суттєво поступаються таким культурам, як пшениця або кукурудза. За сучасними оцінками, валове виробництво гречки у світі коливається в межах 3,0–4,0 млн т на рік. Провідні позиції у структурі світового виробництва займає Китай, частка якого становить близько 40–50 % загального обсягу, що відповідає приблизно 1,5–2,0 млн т щорічно. Значні обсяги зосереджені в Україні (у середньому 0,1–0,2 млн т залежно від року), а також у Казахстані, Польщі та США, де виробництво має менші, але стабільні показники.

Регіональний розподіл виробництва гречки обумовлений як природно-кліматичними умовами, так і сформованими традиціями споживання. У Східній Європі гречка займає важливе місце у харчуванні населення, що визначає стабільний попит на круп'яну продукцію. У країнах Азії спектр використання гречки є більш різноманітним і включає не лише крупи, а й інші види продуктів. Зокрема, у Японії широко виробляють традиційну локшину «соба», у Китаї – різноманітні борошняні вироби, включаючи локшину та вироби швидкого приготування, у Кореї – холодні страви на основі гречаного борошна. У країнах Європи та Північної Америки гречка використовується для виробництва круп, борошна, дієтичних продуктів, а також безглютенових харчових виробів.

У межах круп'яної галузі гречка має особливе значення як сировина для виробництва гречаної крупи, яка характеризується стійким попитом і традиційно високим рівнем споживання у країнах Східної Європи. Виробництво гречаної крупи формує окремий сегмент галузі, що потребує системного вдосконалення з урахуванням сучасних вимог до якості продукції, ефективності використання сировини та ресурсозбереження.

Наявні обсяги виробництва гречки у світі не демонструють різких коливань, однак характеризуються помірною варіативністю, зумовленою погодними умовами та структурними змінами у сільському господарстві. У цьому контексті важливим є забезпечення стабільності переробки на рівні підприємств круп'яної промисловості, що безпосередньо залежить від рівня технічного оснащення та впровадження сучасних підходів до організації виробництва.

Сировинна база гречки в Україні має стратегічне значення для розвитку внутрішнього ринку круп'яної продукції. Незважаючи на відносно невеликі площі вирощування у порівнянні з іншими зерновими культурами, гречка зберігає стабільні позиції у структурі посівів, а її валове виробництво забезпечує потреби внутрішнього споживання з певними коливаннями за роками. При цьому ефективність використання сировини під час переробки

залишається одним із ключових факторів, що визначають конкурентоспроможність продукції.

Розвиток виробництва гречаної крупи відбувається в умовах підвищених вимог до якості кінцевої продукції та раціонального використання зернової маси. Це обумовлює необхідність удосконалення підходів до організації виробничих процесів, впровадження нових технічних рішень та модернізації обладнання. У світовій практиці накопичено значний досвід у цьому напрямі, що створює передумови для його адаптації та впровадження на підприємствах України.

Впровадження інноваційних технологій у виробництві гречаної крупи набуває актуальності у зв'язку з необхідністю підвищення виходу готової продукції, зниження втрат та забезпечення стабільних показників якості. Умови сучасного виробництва вимагають не лише збереження традиційних підходів, а й їх цілеспрямованого вдосконалення на основі науково обґрунтованих рішень. Це визначає необхідність системного аналізу стану галузі, сировинної бази та напрямів розвитку технологічного забезпечення переробки гречки.

Враховуючи тривалу історію використання гречки, її географічне поширення та стабільну присутність у структурі харчування населення, дослідження, спрямовані на вдосконалення виробництва гречаної крупи, мають важливе значення для розвитку круп'яної промисловості. Сучасний етап розвитку галузі характеризується переходом до більш раціональних та ефективних підходів до переробки сировини, що створює передумови для впровадження інноваційних рішень, орієнтованих на підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Сучасний стан круп'яної промисловості України формується під безпосереднім впливом воєнних дій, що зумовлюють глибокі структурні зміни у функціонуванні галузі та трансформацію підходів до організації виробництва. Умови воєнного часу характеризуються порушенням традиційних виробничо-логістичних зв'язків, зміною територіальної доступності сировинної бази, а також нерівномірністю функціонування підприємств у різних регіонах країни. У цих умовах круп'яна промисловість демонструє здатність до адаптації, зберігаючи при цьому базові обсяги виробництва, необхідні для забезпечення продовольчих потреб населення.

Важливою особливістю поточного періоду є територіальна диференціація функціонування підприємств. Частина виробничих потужностей опинилася у зонах активних бойових дій або на тимчасово окупованих територіях, що призвело до їх повного або часткового виведення з експлуатації. Інші підприємства зазнали пошкоджень інфраструктури або працюють з обмеженнями, пов'язаними з нестабільністю енергопостачання та транспортного забезпечення. Водночас підприємства, розташовані у відносно безпечних регіонах, прийняли на себе підвищене навантаження, компенсуючи втрати загального виробничого потенціалу галузі.

Сировинне забезпечення круп'яної промисловості у воєнний період характеризується нестабільністю надходження зерна та зміною напрямів його переміщення. Порушення традиційних маршрутів транспортування призвело до необхідності переорієнтації логістичних потоків у межах країни. Це супроводжується зростанням навантаження на внутрішню транспортну інфраструктуру та формуванням нових схем постачання сировини до

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.632-03.ІІІ.3.3											
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата												
Розробив		Шелиганов В.С.			Розділ 1				Літ		Аркуш		Аркушів			
Керівник		Соц С.М.											10			
									ОНТУ							
Консультант																
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.														

переробних підприємств. В окремих випадках відзначається нерівномірність забезпечення сировиною, що впливає на ритмічність роботи підприємств.

Функціонування круп'яної промисловості в умовах війни також визначається змінами у структурі попиту на продукцію. Підвищення ролі круп як базових продуктів харчування обумовлює стабільний внутрішній попит, що стимулює підтримання виробничої активності навіть за умов обмежених ресурсів. У цьому контексті підприємства галузі виконують важливу соціальну функцію, забезпечуючи населення продукцією тривалого зберігання, яка є складовою продовольчої безпеки держави.

Особливого значення набуває питання кадрового забезпечення галузі. Воєнні дії спричинили суттєві зміни у структурі трудових ресурсів, включаючи мобілізаційні процеси та внутрішнє переміщення населення. Це призводить до дефіциту кваліфікованих кадрів на окремих підприємствах і потребує перегляду підходів до організації праці. У відповідь на ці виклики підприємства впроваджують заходи щодо збереження кадрового потенціалу, включаючи внутрішнє навчання та перерозподіл функціональних обов'язків.

Енергетичний фактор є одним із визначальних у функціонуванні круп'яної промисловості в умовах воєнного стану. Перебої в енергопостачанні, що мають місце внаслідок пошкодження енергетичної інфраструктури, безпосередньо впливають на стабільність роботи підприємств. У цих умовах формується потреба у підвищенні енергетичної стійкості виробництва, включаючи використання альтернативних джерел енергії та оптимізацію режимів роботи обладнання.

Поряд із зазначеними викликами, спостерігається активізація процесів внутрішньої перебудови галузі. Підприємства адаптують свою діяльність до нових умов, що проявляється у зміні організаційних підходів, оптимізації використання наявних ресурсів та пошуку нових шляхів забезпечення стабільної роботи. Відбувається концентрація виробництва на підприємствах, здатних забезпечити безперервність технологічного циклу в умовах обмежень, що формує нову конфігурацію галузі.

Суттєвим аспектом є збереження якості продукції в умовах ускладненого функціонування виробництва. Незважаючи на об'єктивні труднощі, підприємства прагнуть підтримувати встановлені вимоги до якості круп, що є важливим фактором довіри споживачів та стабільності внутрішнього ринку. Це досягається за рахунок раціонального використання сировини, дотримання виробничої дисципліни та контролю на всіх етапах переробки.

Воєнні умови також стимулюють переосмислення ролі круп'яної промисловості у системі продовольчого забезпечення країни. Галузь набуває ознак стратегічно важливої складової агропромислового комплексу, здатної забезпечити населення основними продуктами харчування навіть за умов обмеженого доступу до зовнішніх ринків. Це обумовлює необхідність довгострокового планування розвитку галузі з урахуванням можливих ризиків та загроз.

Збереження функціональної стійкості круп'яної промисловості у воєнний період свідчить про наявність внутрішнього потенціалу до адаптації та відновлення. Накопичений досвід роботи в умовах підвищених ризиків формує передумови для подальшого розвитку галузі на основі підвищення її стійкості до зовнішніх впливів. У цьому контексті актуалізується потреба у впровадженні нових підходів до організації виробництва, спрямованих на забезпечення безперервності роботи, раціональне використання ресурсів та підтримання стабільної якості продукції.

Сучасний етап розвитку круп'яної промисловості України визначається поєднанням обмежень та можливостей, що виникають унаслідок воєнних дій. Водночас саме ці умови створюють передумови для глибокої трансформації галузі, орієнтованої на підвищення її стійкості, адаптивності та здатності забезпечувати продовольчі потреби населення у довгостроковій перспективі.

1.1. Характеристика об'єкта

Структура круп'яної промисловості України у сучасних умовах формується як сукупність взаємопов'язаних виробничих напрямів, що охоплюють переробку зерна різних культур у готову круп'яну продукцію, яка має стабільне місце у харчуванні населення. До основних видів круп, що виробляються в Україні, належать пшенична, ячна, перлова, кукурудзяна, рисова, пшоняна та гречана. Співвідношення між цими видами визначається як традиціями споживання, так і наявністю відповідної сировинної бази.

Загальний обсяг виробництва круп в Україні у довоєнний період характеризувався відносною стабільністю і, за узагальненими оцінками, перебував у межах 0,5–0,8 млн т на рік. У структурі виробництва провідні позиції займали рисові, кукурудзяні, пшеничні та ячмінні крупи, частка яких формує основу галузі. Кукурудзяні та пшоняні крупи займають значну, але менш стабільну частку, що пов'язано з нестабільністю валових зборів відповідних культур. Рисова крупа у внутрішній структурі має обмежене значення через залежність від імпортової сировини.

В умовах воєнного часу загальний обсяг виробництва круп зазнав скорочення, що обумовлено втратою частини виробничих потужностей, порушенням логістики та зменшенням доступності сировини. За сучасними оцінками, фактичний рівень виробництва круп знизився орієнтовно до 0,3–0,4 млн т на рік, що відображає адаптацію галузі до нових умов функціонування. При цьому внутрішнє споживання круп залишається відносно стабільним, оскільки вони належать до базових продуктів харчування.

Рівень споживання круп в Україні характеризується сталістю та визначається традиційною структурою харчування. У середньому на одну особу припадає близько 10–14 кг круп на рік, що у перерахунку на загальну чисельність населення формує внутрішній попит на рівні приблизно 0,4–0,6 млн т. У воєнний період спостерігається певне перерозподілення структури

споживання, зумовлене міграційними процесами та змінами чисельності населення, проте загальна роль круп у раціоні зберігається.

У межах загальної структури круп'яної промисловості особливе місце займає переробка гречки. Гречана крупа традиційно входить до числа базових продуктів харчування в Україні і має стабільний попит незалежно від зовнішніх умов. Зокрема, у 2023 році валовий збір гречки становив близько 210,7 тис. т, що перевищувало внутрішні потреби у 1,5–2 рази, створюючи передумови для формування запасів. Подальша динаміка характеризується різким зниженням виробництва. У 2025 році валовий збір скоротився до 70,8–82,7 тис. т, що суттєво нижче рівня внутрішнього споживання, яке оцінюється у межах 100–110 тис. т на рік. Така диспропорція формує дефіцит сировини для переробки на рівні 30–35 тис. т, який частково компенсується за рахунок перехідних залишків попередніх років.

Структурно переробка гречки у складі круп'яної промисловості займає відносно невелику частку у загальному обсязі виробництва круп, однак його значення визначається не кількісними, а функціональними характеристиками. Гречана крупа має високий рівень споживчої стабільності, що забезпечує постійне навантаження на відповідні переробні підприємства. У цьому контексті навіть за умов зменшення валового збору культура зберігає своє місце як одна з ключових у забезпеченні продовольчої безпеки.

В умовах воєнного часу роль гречки у структурі круп'яної продукції посилюється через її сприйняття як стратегічного продукту тривалого зберігання. Це обумовлює підвищену увагу до стабільності її переробки, навіть за обмеженої сировинної бази. Водночас зменшення обсягів виробництва зерна гречки призводить до зниження завантаження переробних потужностей, що формує нерівномірність функціонування окремих підприємств.

Співвідношення між виробництвом і споживанням гречки є показовим для оцінки місця цієї культури у загальній структурі галузі. В роки

перевищення виробництва над споживанням формується запас, який забезпечує стабільність ринку у наступні періоди. В роки скорочення валового збору ці запаси відіграють вирішальну роль у підтриманні безперервності забезпечення населення продукцією. Така циклічність є характерною рисою переробки гречки і визначає специфіку його функціонування у складі круп'яної промисловості.

Загалом структура круп'яної промисловості України в умовах війни характеризується збереженням базових напрямів переробки при одночасному скороченні загальних обсягів виробництва та підвищенні ролі окремих культур, зокрема гречки. Внутрішнє споживання круп залишається відносно стабільним, що забезпечує постійний попит на продукцію галузі. Переробка гречки у цих умовах займає особливе місце, поєднуючи відносно невелику частку у загальному виробництві з високою значущістю для продовольчого забезпечення населення.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою проекту є впровадження інноваційних технологій у виробництві гречаної крупи

Завданням проекту є:

- зробити техніко–економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно–будівельні рішення;
- провести аналіз виробництва гречки в світі та Україні;
- провести аналіз хімічного складу гречки;
- провести аналіз переробки гречки в крупи;
- провести аналіз продуктів пререробки гречки в харчові продукти в світі та Україні
- розробити технологічну схему з впровадженням інноваційних технологій при виробництві гречаної крупи;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;

- зробити техніко–економічні розрахунки.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

2.1 Маркетингові дослідження з обґрунтування будівництва підприємства.

Розміщення підприємства з переробки гречки на крупу в місті Південне Одеської області визначається сукупністю виробничих, транспортно-складських та ринково-економічних передумов, які обґрунтовують доцільність інвестування у створення переробного комплексу в межах припортової промислової зони. Просторове розташування міста, безпосередній зв'язок із морським портовим господарством, наявність розвиненої системи автомобільних і залізничних перевезень забезпечують стійку основу для організації безперервного руху зернової сировини та готової продукції у внутрішньому та зовнішньому середовищі обігу зернових продуктів.

Ринкове середовище гречаної крупи характеризується відносною стабільністю базового попиту, що підтримується традиційною роллю цього продукту в структурі харчування населення. Попит має певну чутливість до цінових змін, однак не втрачає мінімально необхідного рівня навіть за умов економічних коливань. Це забезпечує прогнозованість збутових потоків і створює передумови для довготривалого функціонування підприємства зернопереробної галузі. У межах частини продовольчого ринку гречана крупа належить до продукції з підвищеною харчовою цінністю, що підсилює її стабільність у споживчому обігу.

Сировинне забезпечення підприємства ґрунтується на наявності розвиненої аграрної бази південного регіону та міжрегіональних каналів постачання зерна гречки. Просторове розміщення виробників зерна та

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.632-03.ІІІ.3.3						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 2			Літ	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Шелиганов В.С.									
Керівник		Соц С.М.								17	
								ОНТУ			
Консультант											
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.									

доступність транспортних перевезень забезпечують можливість організації стабільних сировинних потоків із мінімальними втратами технологічних властивостей зерна. Скорочення відстаней транспортування знижує витрати на доставку та зменшує ризики погіршення якісних характеристик зернової маси під час перевезення та зберігання.

Місто Південне має глибоководне морське портове господарство, яке забезпечує вихід до міжнародних шляхів перевезень. Розміщення підприємства безпосередньо в зоні портового господарства дозволяє поєднати виробничий процес із операціями зовнішнього вивезення продукції, що зменшує витрати на внутрішні перевезення та перевалочні операції. Це сприяє скороченню кількості проміжних етапів між виробництвом і кінцевим споживачем та підвищує загальну економічну ефективність виробництва.

Доцільність збуту продукції визначається можливістю одночасної орієнтації на внутрішній та зовнішній ринки. Внутрішній ринок характеризується стабільним попитом з боку торговельних мереж, оптових постачальників та підприємств харчової промисловості, які використовують гречану крупу як основний харчовий продукт або як сировину для подальшої переробки. Зовнішній ринок демонструє стійкий інтерес до зернових продуктів із мінімальним рівнем технологічної зміни, що відповідає властивостям гречаної крупи як природного харчового продукту.

Тенденції споживання свідчать про зростання значення функціональних харчових продуктів рослинного походження. Це посилює значення гречаної крупи у структурі харчового раціону населення. Зміна харчових моделей супроводжується підвищенням вимог до натуральності, стабільності якості та технологічної простоти виробництва продуктів, що сприяє розширенню ринкових можливостей підприємства.

Економічне обґрунтування будівництва підприємства базується на структурі витрат, яка включає закупівлю зернової сировини, енергетичне забезпечення технологічних процесів, оплату праці виробничого персоналу, амортизаційні відрахування та витрати на перевезення. Розміщення

підприємства в межах припортової зони дозволяє зменшити частину витрат за рахунок скорочення транспортних маршрутів та концентрації складських і перевантажувальних операцій у межах одного виробничо-складського вузла. Це сприяє зниженню собівартості продукції та підвищенню її ринкової привабливості.

Схема доходів і витрат підприємства має багатокomпонентний характер і включає реалізацію основної гречаної крупи різних фракцій, побічних продуктів переробки, а також відходів, які можуть бути використані у кормовому виробництві. Це забезпечує більш повне використання зернової сировини та зменшення технологічних втрат у процесі переробки.

Енергетичне забезпечення виробничих процесів характеризується відносною стабільністю споживання ресурсів, що зумовлено механічним характером основних технологічних операцій. Операції очищення, лущення та сортування зерна потребують стандартизованого енергетичного навантаження, яке може бути забезпечене існуючими енергетичними мережами промислової зони. Це зменшує потребу у створенні автономних енергетичних систем і скорочує початкові капітальні витрати.

Соціально-економічний вплив реалізації проєкту проявляється у створенні додаткових робочих місць, підвищенні рівня зайнятості населення та розширенні податкових надходжень до місцевих бюджетів. Розвиток зернопереробного виробництва в портовому місті сприяє урізноманітненню економічної структури, яка традиційно орієнтована на транспортно-перевізні функції. Це підвищує стійкість регіональної економічної системи.

Розміщення підприємства в місті Південне забезпечує поєднання виробничого процесу з портовим господарством, що дає можливість здійснювати вивезення продукції без додаткових внутрішніх перевантажувальних операцій. Це скорочує тривалість обороту оборотних коштів і підвищує швидкість обігу фінансових ресурсів підприємства.

Рівень ринкової конкурентоспроможності підприємства визначається здатністю забезпечувати стабільні якісні характеристики продукції, що відповідають вимогам внутрішніх і зовнішніх споживачів.

Привабливість для інвестування визначається поєднанням сировинної забезпеченості, транспортно-складської доступності, портового господарства, стабільності попиту та можливості розширення виробничих потужностей. Сукупність цих чинників створює економічно обґрунтовані умови для реалізації проєкту з прогнозованими параметрами ефективності.

Промислове середовище міста Південне забезпечує можливість взаємодії між підприємствами зернопереробного та транспортно-складського профілю. Така взаємодія дозволяє підвищити рівень завантаження технологічного обладнання, зменшити питомі витрати на одиницю продукції та підвищити загальну ефективність виробничого процесу.

Останнім часом збирання зерна гречки в Україні та її споживання поступово збільшується. Політика держави спрямована на збільшення виробництва власної продукції. Тому доцільно будувати в Україні нові заводи з переробки зерна, в т.ч. гречки, оснащені провідною технікою та технологією.

Прогнозований попит на продукцію заводу складає до 8 тис тонн крупи гречки на рік.

Споживачами крупи гречки може бути місцеве населення регіону. Частина продукції буде реалізовуватися у інших регіонах та експортуватися.

Вихід основної продукції – крупи гречки передбачається на рівні 72%. Тоді річний обсяг переробки зерна гречки складатиме 11111 т ($8000/0,72$). Приймаємо коефіцієнт використання потужностей 90%. Режим роботи підприємства перервний тривалістю 250 діб на рік у 3 зміни по 8 годин за добу. Тоді потрібна потужність підприємства складатиме 49,4 т/добу [$11111/(250*0,9)$].

Приймаємо 50 т/добу.

2.2 Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються.

Економічною метою будівництва підприємства є отримання прибутку за рахунок реалізації продукції.

Передбачається побудувати будівлю основного виробництва, склади зерна, фасувальне відділення, склад готової продукції, допоміжне та обслуговуюче виробництво. Підприємство буде оснащено сучасним вітчизняним устаткуванням.

Планується переробляти зерно гречки місцевого виробництва.

Вихід основної продукції - ядриця 72%. Побічні продукти: дрібка – 2, лузга – 22%. Відходи 1,2 категорії – 3,3%

Ціни на продукцію прийняті на рівні середніх в регіоні розташування заводу. Вони наведені в таблиці 1.1.

Виробнича програма та обсяги реалізації продукції наведені у таблиці 1.1.

Прибуток (П) визначається за формулою

$$П = РП \times \frac{p}{1+p},$$

де РП – обсяг реалізації продукції;

Рпр – рентабельність продукції.

Приймаємо рентабельність 10%.

$$\text{Тоді } П = 210583 \times \frac{0,1}{1+0,1} = 19144 \text{ тис грн.}$$

Таблиця 2.1– Обсяги виробництва та реалізації продукції

Показники	Значення показника	Оптові ціни підприємства (без ПДВ) грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис грн
Добова потужність підприємства, т	50	х	х
Річний робочий період, діб	250	х	х
Річна потужність заводу, т	12500	х	х
Коефіцієнт використання потужності	0,9	х	х

Річний обсяг переробки зерна гречки, т		11250	х	х
Виробництво продукції:		х	х	х
крупна гречки	%	72		
	т	8100	25000	202500
дрібка	%	2		
	т	225	12000	2700
лузга	%	22		
	т	2475	1800	4455
відходи 1-2 категорії,	%	3,3		
	т	371	2500	928
Всього		х	х	210583

Визначення інвестицій для будівництва підприємства

Інвестиції визначаються за формулою:

$$I = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}},$$

де $I_{\text{овф}}$, $I_{\text{ок}}$ – інвестиції, відповідно, у основні виробничі фонди та на створення оборотних коштів – ОК ($I_{\text{ок}} = \text{ОК}$).

Розрахунок інвестицій у основні виробничі фонди – $I_{\text{овф}}$.

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}},$$

де $I_{\text{буд}}$, $I_{\text{уст}}$ – відповідно, інвестиції у будівлю, устаткування.

До будівельної складової відноситься:

- приміщення для розташування обладнання основного виробництва, фасувального відділення (фасування у мішки та пакети), складу готової продукції;

- приміщення інфраструктури (зерносховища, приміщення допоміжного та обслуговуючого виробництва, інші приміщення інфраструктури підприємства).

До складу устаткування та обладнання відноситься:

- устаткування основного виробництва;
- устаткування інфраструктури (елеваторного господарства, устаткування допоміжного та обслуговуючого виробництва, інше устаткування інфраструктури).

Розрахунок інвестицій у будівництво – $I_{\text{буд}}$

Інвестиції у будівництво приміщення для основного виробництва визначаємо, виходячи з потрібної площі та витрат на створення одного кв. м виробничої площі, які прийнято на рівні 10 тис грн. для 1-го поверху та 5 тис грн для інших поверхів.

Площа приміщення основного виробництва першого поверху 324 кв. та 4-х наступних 1296 кв. м ($4 \cdot 324$).

Інвестиції у будівництво дорівнюють 9720 тис грн. ($10 \cdot 324 + 1296 \cdot 5$).

Інвестиції на побудову об'єктів інфраструктури приймаємо на рівні 30% від будівлі основного виробництва – 2916 тис грн ($0,3 \cdot 9720$).

Всього інвестицій у будівництво:

$$I_{\text{буд}} = 9720 + 2916 = 12636 \text{ тис грн.}$$

Розрахунок інвестицій в устаткування – $I_{\text{уст}}$

Інвестиції в устаткування основного виробництва визначаються за формулою:

$$I_{\text{уст,осн}} = 1,2 \cdot V_{\text{уст,осн}},$$

де $V_{\text{уст,осн}}$ – вартість устаткування основного виробництва за умовами EXW;

1,2 – коефіцієнт, яким враховують додаткові витрати на доставку устаткування, заготівельно-складські витрати, витрати на монтаж та пуско-налагодження, запасні частини.

Вартість устаткування основного виробництва ($V_{\text{уст,осн}}$) визначено, виходячи з вартості комплектної поставки обладнання для типового виробництва. За даними ТОВ «ОЛИС» вартість комплектної поставки устаткування для виробництва крупи гречки дорівнює 7 млн грн.

Тоді інвестиції в устаткування основного виробництва дорівнюють

$$I_{\text{уст,осн}} = 1,2 \cdot 7000 = 8400 \text{ тис грн.}$$

Інвестиції в устаткування інфраструктури складають 40% від вартості устаткування основного виробництва – 3360 тис грн ($0,4 \cdot 8400$).

Всього інвестицій в устаткування:

$$I_{уст} = 8400 + 3360 = 11760 \text{ тис грн.}$$

Всього інвестицій в основні виробничі фонди:

$$I_{овф} = I_{буд} + I_{уст} = 12636 + 11760 = 24396 \text{ тис грн}$$

Розрахунок інвестицій у оборотні кошти – $I_{ок}$.

Інвестиції у оборотні кошти визначаємо у розмірі 10% величини виручки від реалізації продукції:

$$I_{ок} = 0,1 \times 210583 = 21058 \text{ тис грн}$$

Всього інвестицій:

$$I = 24396 + 21058 = 45454 \text{ тис грн}$$

Попередня оцінка економічної доцільності будівництва підприємства

Співвідношення інвестицій та прибутку дорівнює 2,4 (45454 / 19144) У цьому випадку термін окупності інвестицій можна очікувати до 4-х років, що є прийнятним. Тому будівництво круп'яного заводу з переробки зерна гречки у крупу продуктивністю 50 т/добу доцільно та економічно ефективно.

Джерела інвестицій:

власні кошти інвестора – 15454 тис грн;

кредит – 30000 тис грн.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Генеральний план підприємства круп'яної промисловості є комплексним просторовим рішенням, що визначає раціональне розміщення всіх будівель, споруд, транспортних шляхів і інженерних мереж у межах відведеної території з урахуванням функціонального призначення кожного елемента та їх взаємозв'язку. Його розроблення базується на поєднанні містобудівних, санітарних, протипожежних і виробничих вимог, які у сукупності складають єдину систему організації підприємства. В круп'яній галузі значення генерального плану зростає через необхідність забезпечення чіткого розмежування потоків зернової сировини та готової продукції, а також створення умов для стабільного функціонування підприємства у виробничих умовах.

Просторова організація території підприємства визначається принципом функціонального зонування, який передбачає поділ загальної площі на окремі ділянки відповідно до їх призначення. Такий підхід забезпечує впорядкованість розміщення об'єктів і мінімізує взаємний вплив різних видів діяльності. В структурі генерального плану виділяють виробничу зону, складську зону для сировини, складську зону для готової продукції, адміністративно-побутову частину, інженерно-технічну зону та транспортно-комунікаційну систему. Кожна з цих зон виконує чітко визначену функцію і водночас інтегрується у загальну систему підприємства.

Виробнича зона займає центральне місце у планувальній структурі, оскільки саме тут зосереджуються основні виробничі корпуси. Її розташування обумовлене необхідністю забезпечення найкоротших зв'язків

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.632-03.ІІІ.3.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шелиганов В.С.				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Соц С.М.						25	
Консультант						ОНТУ		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

із зонами приймання сировини та відвантаження готової продукції. Центральне положення виробничих будівель сприяє скороченню внутрішніх переміщень і забезпечує компактність забудови. При цьому враховується орієнтація будівель відносно сторін світу, що впливає на умови природного освітлення та експлуатації.

Зона приймання і зберігання зерна розміщується з урахуванням зручності транспортного обслуговування. Вона повинна мати безпосередній зв'язок із зовнішніми транспортними магістралями, що дозволяє організувати ефективне надходження сировини на підприємство. У межах цієї зони передбачаються бункери для накопичення зерна, майданчики для розвантаження та допоміжні споруди. Їх розміщення здійснюється з урахуванням безпечної експлуатації та можливості обслуговування. Важливою умовою є забезпечення відокремлення цієї зони від адміністративно-побутових об'єктів, що відповідає санітарним вимогам.

Зона зберігання готової продукції розміщується як окремий функціональний елемент, ізольований від сировинних потоків. Її розташування визначається необхідністю забезпечення зручного відвантаження продукції споживачам. Складські приміщення для готової продукції повинні бути розташовані поблизу транспортних виїздів, що скорочує час і відстань переміщення. Водночас забезпечується їх віддаленість від зон приймання сировини, що виключає перетин потоків і сприяє збереженню якості продукції.

Адміністративно-побутова частина підприємства виконує функцію організації управління та забезпечення умов праці персоналу. Її розміщення поблизу головного входу на територію є обґрунтованим з точки зору контролю доступу і раціональної організації руху працівників. До складу цієї частини входять адміністративні приміщення, побутові кімнати, гардеробні, санітарні вузли та інші об'єкти, необхідні для забезпечення нормальних умов праці. Просторове відокремлення адміністративно-побутової частини від виробничих зон сприяє дотриманню санітарних норм.

Інженерно-технічна зона охоплює об'єкти, що забезпечують функціонування підприємства як єдиної системи. До неї належать споруди енергопостачання, водопостачання, водовідведення та інші допоміжні елементи. Їх розміщення визначається необхідністю безпечної експлуатації та мінімізації впливу на основні виробничі процеси. При цьому враховуються вимоги щодо відстаней між об'єктами, а також можливість доступу для обслуговування і ремонту.

Організація транспортної мережі в межах генерального плану має визначальне значення для забезпечення ефективного функціонування підприємства. Внутрішні проїзди повинні забезпечувати безперешкодний рух транспортних засобів між усіма зонами. Їх ширина, конфігурація та покриття визначаються з урахуванням типів транспорту, що використовуються. Передбачається розділення потоків транспорту і пішоходів, що є важливою умовою безпеки. Крім того, організовуються майданчики для маневрування транспортних засобів і стоянки.

Суттєвим аспектом генерального плану є врахування санітарно-захисних вимог. Підприємство повинно бути відокремлене від житлової забудови санітарно-захисною зоною, ширина якої визначається відповідними нормативами. У межах самої території забезпечуються нормативні відстані між будівлями різного призначення. Це сприяє створенню безпечних умов експлуатації та запобігає негативному впливу на довкілля.

Протипожежні вимоги складають окремий блок обмежень, що враховуються при розробленні генерального плану. Передбачаються протипожежні розриви між будівлями, забезпечується можливість під'їзду пожежної техніки до кожного об'єкта, а також розміщуються джерела водопостачання для гасіння пожеж. Планувальні рішення повинні гарантувати можливість оперативного реагування у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Рельєф місцевості та природні умови мають суттєвий вплив на проєктування генерального плану. Перевага надається ділянкам із рівнинним

або слабо хвилястим рельєфом, що полегшує будівництво і експлуатацію. Організація водовідведення здійснюється з урахуванням природного ухилу території, що забезпечує відведення поверхневих вод і запобігає їх накопиченню. Орієнтація будівель враховує напрямки переважаючих вітрів, що має значення для санітарного стану території.

Компактність забудови є важливим критерієм оцінки генерального плану. Вона дозволяє скоротити довжину внутрішніх комунікацій і забезпечити ефективне використання території. Разом із тим, компактність повинна поєднуватися з дотриманням нормативних відстаней і забезпеченням доступності об'єктів. Надмірне ущільнення призводить до ускладнення експлуатації та зниження рівня безпеки.

Окремої уваги потребує резервування території для подальшого розвитку підприємства. Генеральний план повинен передбачати можливість розширення виробничих потужностей або розміщення нових об'єктів. Для цього визначаються вільні ділянки, які можуть бути використані у перспективі. Такий підхід забезпечує гнучкість планувальних рішень і дозволяє адаптувати підприємство до змін умов функціонування.

У сучасних умовах, зокрема в період воєнного стану, вимоги до генерального плану набувають додаткового значення. Зростає необхідність забезпечення стійкості функціонування підприємства, що передбачає врахування ризиків, пов'язаних із можливими порушеннями енергопостачання, транспортних зв'язків і інших факторів. Це відображається у підвищенні ролі інженерно-технічної інфраструктури та організації резервних можливостей.

Важливим є також забезпечення чіткої організації внутрішніх зв'язків між усіма елементами підприємства. Генеральний план повинен створювати умови для логічної та послідовної взаємодії між зонами, що забезпечує цілісність функціонування. Просторові рішення мають бути зрозумілими і обґрунтованими, що сприяє ефективному управлінню підприємством.

Нормативне забезпечення розроблення генерального плану підприємства з переробки гречки на крупу базується на системі взаємопов'язаних державних будівельних, санітарних, протипожежних, екологічних і виробничих вимог, які визначають просторову організацію виробництва, параметри забудови, безпечність технологічних процесів і допустимий рівень впливу на довкілля.

Ключову роль у формуванні планувальних рішень відіграють державні будівельні норми, що регламентують територіальну організацію підприємства. Відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» визначаються параметри розміщення промислового об'єкта, санітарно-захисні відстані та обмеження щодо суміщення виробничих і житлових зон. Зазначений документ встановлює базові принципи формування генерального плану, включаючи функціональне зонування території, щільність забудови та інженерне забезпечення.

Вимоги до організації території підприємства деталізуються положеннями ДБН Б.2.2-5:2011 «Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій.», які регламентують планування проїздів, покриття виробничих майданчиків, системи водовідведення та озеленення. Умови розміщення виробничих корпусів і допоміжних споруд визначаються також ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Підприємства харчової промисловості», що встановлює вимоги до складу приміщень, їх взаємного розташування та санітарно-гігієнічних характеристик виробничого середовища.

Протипожежні вимоги до генерального плану формуються на основі ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» та НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». У межах цих документів визначаються мінімальні протипожежні розриви між будівлями, вимоги до ширини проїздів, розміщення джерел протипожежного водопостачання та доступу пожежної техніки. Класифікація виробничих приміщень за рівнем вибухопожежної небезпеки здійснюється відповідно до

НАПБ Б.03.002-2007, що має принципове значення для підприємств зернопереробної галузі з урахуванням утворення пилоповітряних сумішей.

Санітарно-гігієнічні аспекти проєктування генерального плану регламентуються ДСанПіН 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів», які визначають розміри санітарно-захисних зон і допустимий рівень впливу виробництва на навколишнє середовище. Додатково враховуються ДСН 3.3.6.042-99 щодо параметрів мікроклімату, ДСН 3.3.6.039-99 щодо допустимого рівня шуму та ДСН 3.3.6.037-99 щодо вібраційних навантажень. В умовах переробки гречки особливе значення має дотримання гігієнічних нормативів запиленості повітря робочої зони відповідно до ГН 3.3.5-3.3.8-008-98, що визначає необхідність розміщення аспіраційних систем і пиловловлювального обладнання з урахуванням напрямків повітряних потоків.

Інженерне забезпечення підприємства регламентується нормами водопостачання та водовідведення, зокрема ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» та ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди», що визначають умови підключення до інженерних мереж і організацію очищення стічних вод. Електротехнічні рішення формуються відповідно до ДБН В.2.5-23:2010 «Електрообладнання», який встановлює вимоги до розміщення джерел електроживлення та безпечної експлуатації електричних мереж.

Організація транспортних потоків у межах підприємства здійснюється з урахуванням вимог ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів», що визначає параметри внутрішніх проїздів, радіуси поворотів і умови руху вантажного транспорту. У разі використання залізничного транспорту застосовуються положення ДБН В.2.3-19:2018 «Залізничні колії 1520 мм», які регламентують розміщення під'їзних колій і вантажних фронтів.

Вимоги до безпечної організації виробничих процесів визначаються нормативами з охорони праці, зокрема НПАОП 15.0-1.01-17 «Правила

охорони праці у харчовій промисловості», які регламентують розміщення обладнання, організацію робочих зон і умови пересування персоналу. Екологічні аспекти функціонування підприємства враховуються відповідно до ДСП 201-97, що визначає допустимі рівні викидів у атмосферне повітря, а також положень природоохоронного законодавства щодо використання водних ресурсів і поводження з відходами.

3.2. Архітектурно-будівельні рішення

Архітектурно-будівельні рішення підприємства з переробки гречки являють собою систему просторово-конструктивних підходів, спрямованих на створення цілісного виробничого середовища, що забезпечує надійність експлуатації будівель і споруд, їх функціональну доцільність та відповідність нормативним вимогам. У круп'яній промисловості ці рішення мають специфічний характер, обумовлений особливостями сировини, необхідністю чіткого розмежування потоків зерна і готової продукції, а також вимогами до санітарного стану приміщень. У випадку підприємств, орієнтованих на переробку гречки, архітектурно-будівельні рішення враховують також сезонну нерівномірність надходження сировини та потребу у формуванні відповідних об'ємно-планувальних резервів.

Об'ємно-просторова структура підприємства визначається принципом функціонального поділу будівель і споруд за їх призначенням. До складу комплексу входять виробничі корпуси, складські приміщення для зерна та готової продукції, адміністративно-побутові будівлі, а також об'єкти інженерного забезпечення. Кожен із цих елементів має власні архітектурні та конструктивні особливості, проте всі вони інтегруються у єдину систему, що забезпечує узгоджене функціонування підприємства.

Виробничий корпус є основним об'єктом підприємства і визначає характер архітектурного рішення. Його об'ємно-планувальна структура складається з урахуванням необхідності розміщення технологічного обладнання у вертикальному та горизонтальному напрямках. Для

підприємств з переробки гречки характерним є використання багатоповерхових будівель, що обумовлено раціональним використанням сили тяжіння у переміщенні зернової маси. Водночас поверховість визначається конструктивними можливостями та вимогами до безпеки експлуатації.

Конструктивна схема виробничих корпусів зазвичай базується на каркасній системі, яка забезпечує достатню несучу здатність і гнучкість внутрішнього планування. Застосування залізобетонних або металевих каркасів дозволяє формувати великі прольоти, що сприяє зручності розміщення обладнання та організації внутрішнього простору. Огороджувальні конструкції виконуються з матеріалів, що забезпечують необхідні теплоізоляційні та експлуатаційні характеристики.

Складські будівлі для зберігання зерна проєктуються з урахуванням вимог до надійності, довговічності та безпеки. Вони можуть мати як вертикальну, так і горизонтальну компоновку, що визначається обсягами зберігання та особливостями планувального рішення. Конструкції таких споруд повинні забезпечувати сприйняття значних навантажень від зернової маси, а також стійкість до впливу зовнішніх факторів. Особлива увага приділяється герметичності та захисту від вологи.

Складські приміщення для готової продукції характеризуються відмінними архітектурними підходами. Вони, як правило, мають одноповерхову структуру з можливістю зручного доступу транспортних засобів. Просторове рішення передбачає організацію внутрішнього простору таким чином, щоб забезпечити раціональне розміщення продукції та можливість її оперативного переміщення. Конструкції цих будівель повинні відповідати вимогам щодо збереження якості продукції та забезпечення належних санітарних умов.

Адміністративно-побутові будівлі є окремим блоком у складі підприємства. Їх планувальні рішення спрямовані на створення комфортних умов для персоналу та ефективної організації управління. Вони, як правило,

мають меншу поверховість порівняно з виробничими корпусами. Конструктивні рішення таких будівель базуються на традиційних підходах, що забезпечують їх надійність і довговічність.

Інженерні споруди, що входять до складу підприємства, мають спеціалізований характер і визначаються функціональними вимогами. До них належать об'єкти енергопостачання, водопостачання, водовідведення та інші елементи інфраструктури. Їх архітектурні рішення підпорядковані забезпеченню безперебійної роботи підприємства та безпеки експлуатації. Розміщення таких споруд здійснюється з урахуванням нормативних відстаней та вимог до обслуговування.

Важливим аспектом архітектурно-будівельних рішень є забезпечення санітарних вимог. Приміщення повинні бути спроектовані таким чином, щоб забезпечити можливість підтримання належного санітарного стану. Це досягається за рахунок вибору відповідних оздоблювальних матеріалів, організації вентиляції та освітлення, а також раціонального планування внутрішніх просторів. Особлива увага приділяється запобіганню накопиченню пилу та забезпеченню можливості очищення поверхонь.

Протипожежна безпека є одним із ключових чинників, що визначають архітектурно-будівельні рішення. Будівлі та споруди повинні відповідати встановленим вимогам щодо вогнестійкості, а їх планування повинно забезпечувати можливість евакуації людей та доступ пожежної техніки. Передбачаються протипожежні розриви, системи протипожежного водопостачання та інші заходи, спрямовані на запобігання поширенню пожежі.

Освітлення та вентиляція приміщень є важливими складовими архітектурних рішень. Природне освітлення забезпечується шляхом раціонального розміщення віконних прорізів і орієнтації будівель. Штучне освітлення доповнює природне і забезпечує необхідний рівень освітленості у будь-який час доби. Вентиляційні системи проектуються з урахуванням необхідності підтримання відповідного мікроклімату в приміщеннях.

Рельєф місцевості та кліматичні умови враховуються при формуванні архітектурно-будівельних рішень. Будівлі розміщуються з урахуванням природного ухилу території, що забезпечує ефективне водовідведення. Конструкції повинні бути стійкими до впливу кліматичних факторів, включаючи температурні коливання, вітрові навантаження та атмосферні опади.

Компактність забудови підприємства досягається шляхом раціонального розміщення будівель і споруд. Водночас забезпечується дотримання нормативних відстаней між ними, що є необхідною умовою безпеки. Архітектурні рішення повинні забезпечувати зручність внутрішніх зв'язків і доступність усіх об'єктів для обслуговування.

Перспективний розвиток підприємства враховується на етапі розроблення архітектурно-будівельних рішень. Передбачається можливість розширення виробничих площ або реконструкції існуючих будівель. Це досягається шляхом резервування території та застосування конструктивних схем, що допускають зміну внутрішнього планування.

У сучасних умовах особливого значення набуває забезпечення стійкості будівель і споруд до зовнішніх впливів, у тому числі пов'язаних із воєнними ризиками. Це проявляється у підвищенні вимог до міцності конструкцій, організації укриттів та забезпечення автономності функціонування окремих елементів підприємства. Архітектурно-будівельні рішення повинні враховувати ці фактори і створювати умови для безпечної експлуатації.

Загальна характеристика архітектурно-будівельних рішень підприємства з переробки гречки визначається як поєднання функціональної доцільності, конструктивної надійності та відповідності нормативним вимогам. Раціональна організація об'ємно-просторової структури, вибір ефективних конструктивних схем і забезпечення необхідних умов експлуатації створюють основу для стабільної роботи підприємства. У цьому контексті архітектурно-будівельні рішення виступають важливим чинником,

що визначає ефективність функціонування круп'яного підприємства у довгостроковій перспективі.

Архітектурно-будівельні рішення підприємства з переробки гречки в крупи підпорядковуються комплексній системі нормативного регулювання, яка визначає вимоги до об'ємно-просторових параметрів будівель, їх конструктивного виконання, взаємного розміщення виробничих і допоміжних приміщень, а також до забезпечення безпечних умов експлуатації. Побудова архітектурної структури виробничого комплексу здійснюється з урахуванням специфіки технологічних процесів зернопереробної галузі, зокрема наявності багаторівневих потоків сировини, пилових навантажень, динамічних впливів обладнання та потреби у чіткому розмежуванні функціональних зон.

Нормативною основою архітектурно-будівельного проектування виступають положення ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення», які встановлюють вимоги до складу і площ виробничих приміщень, їх взаємного розташування та умов забезпечення санітарної надійності технологічних процесів. Відповідно до цього документа, виробничі корпуси підприємств круп'яної промисловості повинні забезпечувати прямоточність технологічного процесу, виключати зустрічні потоки сировини та готової продукції, а також передбачати можливість розміщення обладнання з урахуванням гравітаційного переміщення зерна.

Конструктивні параметри будівель регламентуються ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.», який визначає розрахункові значення постійних і тимчасових навантажень на конструкції. Для підприємств з переробки гречки характерними є значні динамічні навантаження, пов'язані з роботою сепараційного, луцильного та транспортного обладнання, що потребує врахування вібраційних впливів при проектуванні несучих елементів будівель.

Вимоги до надійності та безпеки будівель встановлюються ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів», який визначає загальні принципи забезпечення експлуатаційної придатності конструкцій протягом усього строку їх використання. Це має особливе значення для виробничих корпусів із високим рівнем механічних навантажень і безперервним режимом роботи.

Протипожежні аспекти архітектурних рішень регламентуються ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», який встановлює вимоги до ступеня вогнестійкості будівель, протипожежних перешкод, евакуаційних виходів та використання будівельних матеріалів. Для підприємств зернопереробної галузі, де можливе утворення пилоповітряних сумішей, особливе значення має забезпечення вибухобезпечності конструкцій і обмеження поширення пожежі в межах окремих виробничих зон.

Санітарно-гігієнічні вимоги до архітектурних рішень визначаються ДСанПіН 173-96 та профільними санітарними нормами, що регламентують параметри мікроклімату, освітлення, рівнів шуму і вібрації. У конструктивному та планувальному аспектах це реалізується через вибір матеріалів огорожувальних конструкцій, організацію природного і штучного освітлення, а також через забезпечення вентиляційних систем, здатних підтримувати нормативні параметри повітряного середовища.

Вимоги до освітлення виробничих приміщень встановлюються ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», який регламентує мінімальні рівні освітленості залежно від характеру виконуваних робіт. Для операцій очищення, сортування та контролю якості зерна необхідне рівномірне освітлення без різких контрастів, що забезпечує точність візуального контролю.

Системи вентиляції та повітрообміну регламентуються ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», який визначає параметри повітрообміну, температурного режиму та видалення пилу з

виробничих приміщень. У підприємствах з переробки гречки ці системи повинні інтегруватися з аспіраційними установками, що забезпечують локалізацію пилу у зонах його утворення.

Конструктивні рішення підлог, перекриттів і фундаментів повинні відповідати вимогам довговічності та стійкості до механічних навантажень, а також забезпечувати можливість очищення і санітарної обробки. У цьому контексті враховуються положення будівельних норм щодо промислових підлог, які повинні бути стійкими до стирання, не накопичувати пил і забезпечувати безпечне пересування персоналу.

Інженерні системи будівель вибудовуються відповідно до вимог ДБН В.2.5-23:2010 щодо електропостачання, що визначає розміщення електрощитових, кабельних трас і систем заземлення. Це має принципове значення для підприємств із підвищеним рівнем пилу, де існує ризик іскроутворення.

Архітектурно-планувальні рішення також враховують вимоги доступності та безпеки експлуатації будівель, включаючи організацію евакуаційних шляхів, розміщення сходових кліток і проходів. Ці параметри визначаються нормами пожежної безпеки та будівельними стандартами щодо виробничих будівель.

РОЗДІЛ 4

НАУКОВА ЧАСТИНА

4.1 Аналіз виробництва гречки в світі та Україні

Аналіз виробництва гречки у світі та Україні свідчить про особливе місце цієї культури серед зернових і круп'яних культур, оскільки за своїми ботанічними ознаками гречка не належить до справжніх злаків, проте за характером використання її відносять до групи круп'яних культур і псевдозернових рослин. Гречка посівна є однією з найважливіших культур для виробництва круп, борошна, пластівців, харчових концентратів та дієтичних продуктів. Вона характеризується високою харчовою цінністю, значним вмістом білка, збалансованим амінокислотним складом, наявністю біологічно активних речовин, вітамінів та мінеральних елементів. Саме тому виробництво гречки має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки багатьох країн світу та розвитку круп'яної промисловості.

Історичний розвиток вирощування гречки пов'язаний із країнами Азії, де культура була відома ще кілька тисячоліть тому. Вважається, що центри походження гречки знаходилися на території Південно-Східної Азії, після чого культура поширилася до Китаю, Центральної Азії, Близького Сходу та Європи. Згодом гречка стала важливою продовольчою культурою для населення Східної Європи та окремих регіонів Азії. Особливістю її поширення стало те, що культура добре адаптувалася до відносно бідних ґрунтів, здатна формувати врожай у районах ризикованого землеробства та характеризується коротким вегетаційним періодом.

Світове виробництво гречки істотно відрізняється від виробництва традиційних зернових культур, таких як пшениця, кукурудза чи рис. Якщо обсяги виробництва останніх обчислюються сотнями мільйонів тонн, то світовий валовий збір гречки залишається відносно невеликим. За даними

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.632-03.ІІІ.3.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шелиганов В.С.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Соц С.М.						38	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ		

міжнародної статистики, у 2023 році світове виробництво гречки становило близько 2,2 млн тонн. При цьому спостерігається висока концентрація виробництва у відносно невеликій кількості країн. Більше половини світового валового збору забезпечує одна країна, а переважна частина світового ринку зосереджена в регіонах Східної Європи та Азії.

Для світового ринку характерною є значна територіальна нерівномірність виробництва гречки. На відміну від пшениці або кукурудзи, які вирощуються практично на всіх континентах, гречка має обмежене поширення і концентрується переважно в країнах із сформованими традиціями її споживання. Найбільшими виробниками є Китай та Україна, а також низка європейських держав, серед яких Франція, Польща та Литва. Значні площі гречки вирощують також у Казахстані, Японії, США та Бразилії. Формування такого географічного розподілу пояснюється не лише природно-кліматичними умовами, але й культурними особливостями харчування населення. У країнах Східної Європи гречана крупа належить до традиційних продуктів харчування, тоді як у багатьох країнах Західної Європи та Північної Америки вона використовується переважно для виробництва спеціалізованої дієтичної продукції та продуктів здорового харчування.

Світова структура виробництва гречки демонструє поступову трансформацію під впливом змін споживчого попиту. Упродовж останніх десятиліть зростає зацікавленість продуктами функціонального призначення, безглютеновими крупами та продуктами для дієтичного харчування. У зв'язку з цим гречка отримала додаткові переваги на міжнародному ринку. Високий вміст білка, відсутність глютену та значна кількість антиоксидантів сприяють розширенню її використання в харчовій промисловості. Особливо помітним є зростання попиту на гречане борошно, пластівці, локшину та харчові концентрати в країнах Європейського Союзу, Японії, Південній Кореї та США.

Водночас світове виробництво гречки характеризується значною нестабільністю. Причиною є біологічні особливості культури. Гречка надзвичайно чутлива до температурного режиму під час цвітіння та запилення. Високі температури, посухи, суховії або тривалі дощі можуть різко знижувати врожайність. Через це показники валового збору часто коливаються навіть за відносно сталих площ посіву. Крім того, гречка значною мірою залежить від активності комах-запилювачів, що також впливає на рівень урожайності. Саме тому багато країн розглядають її як спеціалізовану культуру з підвищеним рівнем виробничого ризику.

Для світового ринку характерною є тенденція до скорочення посівних площ порівняно з показниками кінця XX століття. За даними міжнародної статистики, у 1992 році світове виробництво гречки перевищувало 4,9 млн тонн, тоді як у 2022 році воно становило близько 2,24 млн тонн. Таким чином, за три десятиліття відбулося суттєве зменшення обсягів виробництва. Причиною стала конкуренція з боку високорентабельних культур, насамперед кукурудзи, сої, ріпаку та соняшнику, які забезпечують виробникам вищий економічний результат.

Попри загальне скорочення світового виробництва, окремі країни зберігають провідні позиції завдяки сформованій спеціалізації. Китай належить до найбільших виробників гречки у світі. Вирощування культури зосереджене переважно у північних та західних регіонах країни. Значна частина виробленої продукції використовується для внутрішнього споживання. Особливе значення мають традиційні харчові продукти на основі гречаного борошна, локшина та спеціалізовані продукти лікувально-профілактичного харчування.

Франція є одним із провідних виробників гречки в Західній Європі. Французьке виробництво орієнтується як на внутрішній ринок, так і на переробну промисловість. Особливо відомим є використання гречаного борошна для виробництва традиційних млинців у регіоні Бретань. Значна

увага приділяється органічному виробництву, що відповідає сучасним тенденціям розвитку аграрного сектору Європейського Союзу.

Польща займає важливе місце серед виробників гречки в Європі. Культура використовується для виробництва традиційної крупи, а також комбінованих харчових продуктів. Польський ринок демонструє стабільний попит на гречану продукцію, що підтримує виробництво навіть за умов коливання врожайності.

Особливе місце у світовому виробництві гречки належить Україні. Природно-кліматичні умови лісостепової та поліської зон є сприятливими для вирощування цієї культури. Гречка історично посідає важливе місце у структурі посівних площ круп'яних культур і є основною сировиною для виробництва гречаної крупи. Україна протягом багатьох років входить до числа найбільших світових виробників гречки та залишається одним із ключових учасників міжнародного ринку.

Розвиток виробництва гречки в Україні характеризується значною циклічністю. Обсяги посівних площ змінюються під впливом економічних чинників, рівня закупівельних цін, внутрішнього попиту та рентабельності виробництва. Якщо у 2017 році площі посіву становили 183,8 тис. га, то у 2019 році вони скоротилися до 67,5 тис. га. Таке зменшення пояснювалося переорієнтацією аграрних підприємств на більш прибуткові культури. Надалі відбулося поступове відновлення виробництва, і вже у 2023 році площі досягли 147,6 тис. га, що стало найвищим показником за останні вісім років. Проте у 2024 році спостерігалось повторне скорочення до 89,1 тис. га, а прогноз на 2025 рік передбачає зменшення до 86,8 тис. га.

Подібна динаміка свідчить про високу залежність виробництва гречки від кон'юнктури аграрного ринку. На відміну від експортно орієнтованих культур, гречка переважно забезпечує внутрішні потреби країни. Тому виробники значною мірою реагують на зміни внутрішніх цін та рівень платоспроможного попиту населення. У періоди дефіциту крупи ціни

зростають, що стимулює розширення площ посіву. Після насичення ринку ціни знижуються, а виробники скорочують посіви.

Важливим показником ефективності виробництва є врожайність культури. В Україні вона істотно залежить від погодних умов конкретного року. Станом на кінець 2024 року середня врожайність гречки становила близько 15 ц/га, а валовий збір досягнув 131,7 тис. тонн. Для порівняння, у сприятливі роки окремі господарства отримують понад 20 ц/га, тоді як за несприятливих умов урожайність може знижуватися до 10-12 ц/га.

Особливістю українського виробництва є концентрація посівів у лісостеповій зоні. Найбільші площі традиційно зосереджені у Житомирській, Хмельницькій, Вінницькій, Сумській, Чернігівській, Тернопільській та Київській областях. Саме ці регіони мають оптимальне поєднання температурного режиму та забезпечення вологою, що сприяє отриманню стабільних урожаїв.

Виробництво гречки в Україні має важливе значення для функціонування круп'яної промисловості. На відміну від багатьох інших країн, де гречка використовується переважно для виробництва борошна, в Україні основним продуктом переробки залишається ядриця. Технологічний процес передбачає очищення зерна, воднотеплову обробку, сушіння, лущення, сортування та контроль якості готової продукції. Висока якість української гречаної крупи забезпечує її конкурентоспроможність як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку.

Останніми роками на виробництво гречки в Україні істотно вплинули військові дії, зміни логістичних маршрутів та загальна трансформація аграрного сектору. Частина сільськогосподарських земель виявилася тимчасово недоступною для обробки, що негативно позначилося на структурі посівних площ. Водночас гречка залишається важливою продовольчою культурою, тому держава та виробники приділяють значну увагу збереженню достатніх обсягів її виробництва.

Значну роль у розвитку виробництва відіграє селекція. Сучасні сорти гречки характеризуються підвищеною врожайністю, стійкістю до вилягання та покращеними технологічними властивостями зерна. Підвищення маси 1000 зерен, вирівняності та виходу ядра сприяє зростанню ефективності круп'яного виробництва. Саме тому селекційна робота є одним із ключових напрямів підвищення конкурентоспроможності галузі.

Перспективи світового виробництва гречки значною мірою пов'язані зі змінами структури харчування населення. У багатьох країнах спостерігається зростання попиту на продукти здорового харчування, безглютенові вироби та продукти з підвищеною біологічною цінністю. Це створює передумови для розширення виробництва гречки навіть за умов конкуренції з боку інших культур. Додатковим чинником є розвиток органічного землеробства, оскільки гречка добре пристосована до технологій вирощування з мінімальним застосуванням хімічних засобів захисту рослин.

Для України перспективність виробництва гречки визначається одночасно продовольчим, технологічним та економічним значенням культури. Гречка забезпечує сировинну базу для круп'яної промисловості, підтримує продовольчу незалежність держави та залишається важливою складовою харчування населення. Разом із тим подальший розвиток галузі потребує підвищення врожайності, удосконалення технологій вирощування, розширення використання сучасних сортів та покращення економічної мотивації товаровиробників.

Узагальнюючи сучасний стан виробництва гречки у світі та Україні, можна зробити висновок, що ця культура зберігає важливе місце у системі виробництва круп'яної продукції. Світове виробництво концентрується переважно в країнах Східної Європи та Азії, а загальний обсяг валового збору становить близько 2,2 млн тонн на рік. Україна входить до групи найбільших світових виробників і залишається одним із ключових постачальників сировини для круп'яної промисловості. Незважаючи на коливання посівних площ та врожайності, гречка продовжує відігравати

важливу роль у забезпеченні населення цінними харчовими продуктами, а сучасні тенденції розвитку ринку здорового харчування створюють додаткові можливості для подальшого розширення її виробництва та переробки.

4.2 Аналіз хімічного складу гречки

Хімічний склад зерна гречки характеризується складною багатокомпонентною структурою, що зумовлює її особливе місце серед круп'яних культур. На відміну від злакових культур, гречка характеризується специфічним співвідношенням основних компонентів – білків, ліпідів і вуглеводів – а також підвищеним вмістом біологічно активних речовин. Структурна організація цих компонентів у межах зерна є нерівномірною, що визначає їх концентрацію в окремих анатомічних частинах і впливає на загальний хімічний профіль ядра. У таблиці 4.1 наведено показники хімічного складу гречки.

Таблиця 4.1. – Хімічний склад зерна гречки (на суху речовину)

Показник	Вміст, %
Білки	13,0
Жири	3,4
Крохмаль	63,8
Цукри	2,1
Клітковина	10,3
Зола	2,8
Інші вуглеводи	4,6

Білковий комплекс гречки займає ключове місце у її хімічному складі і становить у середньому 11–16 % від маси сухої речовини, причому в окремих випадках цей показник може досягати 17–18 % залежно від сорту та умов вирощування зерна. Характерною особливістю білків гречки є їх фракційний склад, що суттєво відрізняється від білків злакових культур. Основну частку становлять альбуміни та глобуліни, сумарний вміст яких перевищує 60–70 % від загальної кількості білків. Альбуміни характеризуються високою розчинністю у воді та виконують функції запасних і ферментативних білків, тоді як глобуліни є основними запасними білками, що формують структуру білкового комплексу.

У таблиці 4.2 наведено фракційний склад білків гречки, у таблиці 4.3 наведено амінокислотний склад гречки..

Таблиця 4.2. – Фракційний склад білків зерна гречки

Білкова фракція	Вміст, % від загальної кількості білка
Альбуміни	18-28
Глобуліни	43-58
Проламіни	0,8-7
Глютеліни	18-28

Таблиця 4.3. – Амінокислотний склад білків зерна гречки

Амінокислота	г/100 г білка
Лізин	6,0
Треонін	4,0
Валін	5,0
Метіонін	1,5
Ізолейцин	4,2
Лейцин	7,0
Фенілаланін	5,0
Триптофан	1,4
Аргінін	9,5
Гістидин	2,3

Проламіни і глютеліни у гречці представлені у значно меншій кількості, їх сумарна частка не перевищує 20–25 %, що принципово відрізняє гречку від пшениці та інших злакових культур. Відсутність значної кількості проламінів обумовлює специфіку білкового комплексу, який не формує клейковинних структур. Це визначає як функціональні, так і харчові особливості гречки.

Амінокислотний склад білків гречки характеризується високою збалансованістю. Вміст незамінних амінокислот становить близько 35–40 % від загальної кількості, що є високим показником для зернових культур. Лізин, який у злакових культурах є лімітуючою амінокислотою, у гречці міститься у кількості 5,5–6,5 г на 100 г білка, що забезпечує підвищену біологічну цінність. Треонін, триптофан і метіонін також присутні у значних кількостях, причому триптофан становить близько 1,5–1,8 г на 100 г білка, що перевищує показники більшості зернових культур.

Глутамінова і аспарагінова кислоти є основними серед замінних амінокислот, їх сумарний вміст може перевищувати 30 % від загальної кількості амінокислот. Високий вміст аргініну (близько 7–8 г на 100 г білка) є

характерною ознакою гречки і відрізняє її від інших культур. Такий амінокислотний профіль визначає високу засвоюваність білків і їх функціональну повноцінність.

Ліпідний комплекс гречки становить 2,5–4,0 % і характеризується складною структурою. Основу ліпідів формують триацилгліцероли, які становлять до 80–85 % загальної кількості жирів. Крім того, у складі присутні фосфоліпіди (8–10 %) і незначна кількість стеролів та вільних жирних кислот. Ліпіди локалізуються переважно у зародку та алеїроновому шарі, що обумовлює їх нерівномірний розподіл у зерні.

У таблиці 4.4 наведено жирнокислотний склад гречки.

Таблиця 4.4. – Жирнокислотний склад зерна гречки

Жирна кислота	% від суми жирних кислот
Пальмітинова	16,0
Стеаринова	2,0
Олеїнова	38,0
Лінолева	41,0
Ліноленова	2,0
Інші	1,0

Жирнокислотний склад гречки характеризується переважанням ненасичених жирних кислот, частка яких становить понад 75–80 % від загальної кількості. Лінолева кислота займає провідне місце і становить 35–45 %, що визначає високу біологічну активність ліпідного комплексу. Олеїнова кислота представлена у межах 25–30 %, тоді як пальмітинова кислота як основна насичена жирна кислота становить 10–15 %. Ліноленова кислота присутня у кількості 1–3 %, що є характерною ознакою для рослинних ліпідів.

Фосфоліпіди відіграють важливу роль у структурній організації клітинних мембран. Основними представниками є лецитин і кефалін, які формують мембранні комплекси і впливають на стабільність клітинних структур. Вміст стеролів, зокрема β -ситостеролу, становить 0,2–0,5 % від загальної кількості ліпідів, що має значення для біохімічних процесів.

Вуглеводний комплекс гречки є домінуючим і становить 60–70 % сухої речовини. Основну частину складає крохмаль, вміст якого коливається в

межах 50–60 %. Крохмальні зерна гречки мають діаметр 2–10 мкм і характеризуються відносною однорідністю. Співвідношення амілози і амілопектину становить приблизно 20–25 % та 75–80 % відповідно. Така структура визначає властивості крохмалю, включаючи його здатність до набухання та утворення гелів.

Невелика частка вуглеводів представлена розчинними цукрами, загальний вміст яких становить 1,0–2,0 %. Сахароза є основним дисахаридом, тоді як глюкоза і фруктоза представлені у меншій кількості. Ці компоненти відіграють роль у формуванні смакових характеристик і є джерелом швидкої енергії.

Харчові волокна становлять 8–12 % і включають клітковину, геміцелюлози та пектинові речовини. Клітковина є основним структурним компонентом оболонки і визначає механічну міцність зерна. Геміцелюлози представлені арабіноксиланами та іншими полісахаридами, які формують матрикс клітинних стінок. Пектинові речовини містяться у невеликій кількості, проте відіграють роль у зв'язуванні води та формуванні структури тканин.

Мінеральні речовини становлять 2,0–2,5 % і представлені широким спектром елементів. Калій є домінуючим макроелементом, його вміст становить 400–500 мг на 100 г зерна. Фосфор представлений у кількості 300–350 мг на 100 г і входить до складу фітинових сполук. Магній міститься у кількості 150–200 мг на 100 г, що є одним із найвищих показників серед зернових культур. Кальцій присутній у кількості 15–25 мг на 100 г.

Серед мікроелементів залізо становить 2,0–3,0 мг на 100 г, цинк – 2,0–2,5 мг, марганець – 1,0–1,5 мг. Мідь і селен представлені у менших кількостях, проте їх наявність є важливою для біохімічних процесів. Значна частина мінеральних речовин знаходиться у зв'язаній формі з фітиною кислотою, що впливає на їх доступність.

Вітамінний склад гречки представлений переважно вітамінами групи В. Вміст тіаміну становить 0,4–0,5 мг на 100 г, рибофлавіну – 0,1–0,2 мг,

ніацину – 6–7 мг. Піридоксин присутній у кількості 0,3–0,4 мг. Вітамін Е міститься у кількості 2–3 мг і виконує антиоксидантну функцію. Концентрація вітамінів є найбільшою у зародку та оболонках.

Фенольні сполуки є характерною ознакою гречки. Вміст рутина становить 20–50 мг на 100 г зерна, що значно перевищує показники інших культур. Крім рутина, присутні кверцетин та інші флавоноїди, які визначають антиоксидантні властивості. Фенольні кислоти, зокрема ферулова та кадова, представлені у зв'язаній формі.

Фітинова кислота становить 0,8–1,5 % і виконує функцію запасу фосфору. Вона утворює комплекси з мінеральними речовинами, що впливає на їх біодоступність. Локалізація фітинових сполук у зовнішніх шарах визначає їх зменшення при видаленні оболонок.

Органічні кислоти представлені яблучною, лимонною та щавлевою кислотами у кількості 0,2–0,5 %. Вони впливають на кислотність середовища і беруть участь у метаболічних процесах. Їх роль у загальному хімічному складі є допоміжною, проте вони впливають на стабільність біохімічних систем.

Зерно гречки, що надходить на переробку в круп'яне підприємство, повинно відповідати встановленим технологічним вимогам, які забезпечують стабільність процесів і високий вихід готової продукції. Вологість зерна не повинна перевищувати 16,0 % за наявності сушильного обладнання та 14,5 % – за його відсутності. Вміст смітної домішки допускається на рівні не більше 3 %, зернової – також не більше 3 %, при цьому частка чистого ядра має становити не менше 71 %. Дотримання зазначених показників визначає ефективність подальших операцій очищення, лущення та сортування.

4.3 Аналіз переробки гречки в крупи

Підготовка зерна гречки до переробки охоплює комплекс послідовних операцій, спрямованих на вилучення домішок, проведення водотеплової обробки та контроль побічних продуктів. Особливості організації процесу очищення обумовлюються специфікою засміченості гречаного зерна, до

складу якої входять як зерна культурних рослин – пшениці, жита, ячменю, вівса, так і насіння дикорослих видів, серед яких найбільш поширеними є дика редька, польовий горошок та татарська гречка.

Серед домішок найбільшу складність становить дика редька, яка широко поширена та характеризується подібністю фізичних властивостей до зерна гречки. Татарська гречка зустрічається рідше, проте її відокремлення ускладнюється через близькість геометричних параметрів до основної культури, а також низьку здатність до лущення, що призводить до потрапляння нелущених зерен у готову крупу.

Очищення зерна здійснюється із застосуванням комплексу машин, до складу якого входять скальператори, ситоповітряні сепаратори, магнітні апарати, повітряні сепаратори, круп'яні розсійники та трієри. Початковий етап передбачає видалення грубих домішок у скальператорі. Після цього зерно піддається послідовному сепаруванню у двох системах ситоповітряних сепараторів, каменевідбірнику та магнітних сепараторах.

Для підвищення ефективності очищення використовуються сортувальні сита з трикутними отворами зі стороною 7,0–7,5 мм, що дозволяє видаляти крупні важковідокремлювані домішки. Підсівні сита з довгастими отворами розмірами 2,2–2,4×20 мм забезпечують відокремлення значної частини зерен пшениці та ячменю, а також переважної частки зерен жита і вівса.

З метою підвищення ефективності процесу очищення застосовується пофракційне сепарування зерна у круп'яних розсійниках. На першому етапі зернова маса поділяється на дві фракції за розміром: прохід сита з отворами діаметром 4,2 мм та схід цього сита. Дрібніша фракція спрямовується на подальше очищення, тоді як більша проходить додаткове сортування із вилученням крупних домішок. У подальших операціях з обох фракцій видаляються дрібні домішки та важковідокремлювані включення, зокрема дика редька.

Після завершення очищення крупна фракція піддається повітряному сепаруванню для видалення легких домішок, після чого об'єднується з дрібною фракцією і надходить на трієрування. На цьому етапі вилучаються залишки зерен інших культур та довгасті насіння дикорослих рослин.

Контроль відходів здійснюється у крупосортувальних машинах, де проводиться їх розподіл за категоріями та вилучення повноцінного зерна. Частина продуктів, що містить придатне зерно, після очищення повертається у технологічний процес.

У виробництві швидкорозварюваної гречаної крупи застосовується водотеплова обробка, яка включає пропарювання, короткочасне відволоження, сушіння та охолодження зерна. Пропарювання здійснюється у пропарниках періодичної дії при тиску пари 0,25–0,30 МПа протягом приблизно 5 хвилин. Різниця вологості між партіями зерна, що надходять на обробку, не повинна перевищувати 1,5–2,0 %, що забезпечує рівномірність технологічного впливу.

Після пропарювання зерно витримується у теплоізольованих бункерах протягом близько 20 хвилин, після чого піддається сушінню у вертикальних парових сушарках до вологості не більше 13,5 %. Охолодження здійснюється до температури, що перевищує температуру виробничого повітря не більше ніж на 6–8 °С.

Зміни, які відбуваються у структурі зерна під час водотеплової обробки, сприяють підвищенню виходу крупи та покращенню її якості. Водночас використання пропарників періодичної дії супроводжується значними витратами пари, що знижує енергетичну ефективність процесу.

Подальша технологічна обробка включає калібрування зерна за крупністю, пофракційне лущення, сортування продуктів лущення та контроль готової продукції і відходів. Калібрування забезпечує підвищення ефективності лущення та покращення умов відокремлення ядра від оболонок.

Зерно поділяють на кілька фракцій залежно від розміру, при цьому на великих підприємствах кількість фракцій може досягати шести.

Багатоступеневе сортування дозволяє отримати вирівняні за розмірами фракції, що є необхідною умовою для стабільної роботи лушильного обладнання.

Лущення здійснюється у вальцюдекових верстатах із використанням абразивних робочих поверхонь. Режими роботи обладнання встановлюються залежно від розміру зерна: для крупних фракцій застосовуються вищі швидкості обертання валків, для дрібних – нижчі. Робочий зазор між валком і декою має змінну величину, що забезпечує ефективне руйнування оболонок.

Таблиця 4.5. – Режими лущення зерна гречки

Фракція	Без водотеплової обробки		З водотепловою обробкою	
	дводекові верстати	однодекові верстати	дводекові верстати	однодекові верстати
I	40	30	55	40
II	45	35	60	45
III	40	30	50	40
IV	30	25	40	35
V	25	20	30	25
VI	20	15	25	20

Продукти лущення піддаються подальшому сортуванню у розсійниках, де виділяються суміші нелущеного зерна з лузгою, лущеного ядра з оболонками, а також подрібненого ядра, борошенця і дрібної лузги. Для розділення лущених і нелущених зерен використовуються сита, розміри отворів яких підбираються відповідно до розміру вихідної фракції.

Нелущене зерно після видалення лузги повертається на повторне лущення, що забезпечує повніше використання сировини. Лущене ядро спрямовується на контроль, який включає просіювання, повітряне очищення та магнітну сепарацію.

Контроль лузги передбачає її очищення від залишків зерна та ядра з подальшим поверненням придатних частинок у технологічний процес. Остаточна очищена лузга направляється на зберігання.

Контроль ядриці здійснюється шляхом просіювання, вилучення легких домішок та магнітної обробки, після чого готовий продукт зважується і

направляється у бункери. Контроль подрібненого ядра включає аналогічні операції з додатковим розділенням за крупністю та поверненням придатних часток у процес переробки.

4.4 Аналіз продуктів переробки гречки в харчові продукти в світі та Україні

Аналіз продуктів переробки гречки в харчові продукти у світі та Україні свідчить про поступове розширення напрямів використання цієї культури та зростання її значення для харчової промисловості. Якщо традиційно гречка розглядалася переважно як сировина для виробництва крупи, то сучасний розвиток технологій переробки зерна дозволив значно розширити асортимент продукції, яка виготовляється на її основі. У багатьох країнах світу продукти переробки гречки стали важливою складовою ринку функціональних харчових продуктів, безглютенових виробів, дієтичного харчування та продукції підвищеної біологічної цінності. Особливу роль у цьому процесі відіграють високі харчові властивості гречки, значний вміст повноцінного білка, наявність незамінних амінокислот, мінеральних речовин, харчових волокон, антиоксидантів та відсутність глютену. Саме тому гречка поступово переходить із категорії традиційної круп'яної сировини до групи універсальних культур для виробництва широкого спектра харчових продуктів.

Світовий ринок продуктів переробки гречки демонструє чітку тенденцію до диверсифікації асортименту. За сучасними оцінками, найбільшу частку у структурі споживання займає гречана крупа, яка формує близько 38 % світового ринку продуктів із гречки. Другою за значенням категорією є гречане борошно, частка якого наближається до 34 %. Іншу частину складають пластівці, харчові концентрати, екструдовані продукти, локшина, готові сніданки, суміші для випікання, напої та спеціалізована безглютенова продукція. Така структура пояснюється універсальністю

використання гречки в харчових технологіях та можливістю створення широкого спектра виробів із різними споживчими властивостями.

Найдавнішим і найбільш поширеним продуктом переробки гречки залишається крупа. Технологія її виробництва передбачає очищення зерна від домішок, калібрування, воднотеплову обробку, сушіння, лущення та сортування. У результаті отримують ядрицю або проділ. Ядриця являє собою ціле ядро після відокремлення плодових оболонок, тоді як проділ складається з подрібнених частинок ядра. Саме гречана крупа залишається основним видом споживання гречки в Україні, Польщі, Литві, Казахстані та багатьох інших країнах Східної Європи. У цих країнах крупа використовується як самостійний гарнір, основа для каш, супів, кулінарних напівфабрикатів та комбінованих харчових продуктів.

Особливе місце серед продуктів переробки займає пропарена гречана крупа. Застосування воднотеплової обробки дозволяє покращити споживчі властивості продукції, підвищити міцність ядра та збільшити вихід готової крупи. Під час пропарювання відбувається часткова клейстеризація крохмалю, зміцнення структури ендосперму та зниження крихкості ядра. Саме тому пропарена гречана крупа характеризується кращою розварюваністю та меншими втратами під час кулінарної обробки. У країнах Східної Європи така продукція є найбільш поширеною на споживчому ринку.

У країнах Західної Європи та Північної Америки все більшого значення набуває виробництво непропареної гречки, яку часто називають зеленою гречкою. Особливістю цього продукту є відсутність високотемпературної обробки, завдяки чому зберігається природний колір зерна та значна частина біологічно активних речовин. Зелена гречка активно використовується у виробництві органічної продукції, пророщених зернових сумішей та продуктів функціонального харчування. Зростання попиту на такі вироби пов'язане зі збільшенням популярності концепції здорового

харчування та натуральних продуктів із мінімальним ступенем технологічної обробки.

Одним із найважливіших напрямів переробки гречки у світі є виробництво гречаного борошна. Його значення особливо зросло в останні два десятиліття завдяки розвитку ринку безглютенових продуктів. Гречане борошно не містить глютену, тому широко використовується для виробництва хлібобулочних виробів спеціального призначення, дієтичного печива, млинців, кондитерських виробів, локшини та сумішей для випікання. У країнах Європейського Союзу та США саме безглютенова продукція є одним із головних чинників зростання попиту на продукти переробки гречки.

Технологічне значення гречаного борошна визначається його хімічним складом. Воно містить значну кількість білка, мінеральних речовин, харчових волокон та антиоксидантів. За даними українських виробників, вміст білка у гречаному борошні становить близько 9-13 %, а енергетична цінність досягає 346-372 ккал на 100 г продукту. Висока поживна цінність сприяє використанню такого борошна у виробництві спеціалізованих харчових продуктів для дитячого, дієтичного та спортивного харчування.

У Франції гречане борошно використовується для виробництва традиційних млинців, відомих як галети. У Японії воно є основною сировиною для виготовлення локшини соба. В Італії та Німеччині його застосовують у виробництві хлібобулочних виробів функціонального призначення. У США гречане борошно входить до складу багатьох безглютенових сумішей для випікання та готових сніданків. Таким чином, один і той самий продукт переробки гречки використовується у різних країнах для виробництва різних видів харчової продукції залежно від національних традицій харчування.

Окремим напрямом розвитку галузі є виробництво гречаних пластівців. Ця продукція отримується шляхом воднотеплової обробки ядра, його плющення та сушіння. Головною перевагою пластівців є скорочення тривалості приготування. Частина продукції взагалі не потребує варіння, а

достатньо лише залити її гарячою водою або молоком. Саме тому пластівці активно використовуються у виробництві продуктів швидкого приготування та готових сніданків. В Україні виробництво гречаних пластівців поступово розширюється, хоча за обсягами воно поки що поступається виробництву традиційної крупи.

Суттєве значення для сучасного ринку мають екструдовані продукти із гречки. Використання технології екструзії дозволяє отримувати сухі сніданки, хрусткі кульки, пластівці, кранчі та інші вироби з покращеними споживчими властивостями. У процесі екструдування відбувається глибока зміна структури крохмалю та білкових речовин, що підвищує засвоюваність продукту. Особливо активно такі вироби виробляються у країнах Європейського Союзу та Північної Америки, де попит на готові сніданки залишається стабільно високим.

Перспективним напрямом є використання гречки для виробництва функціональних харчових продуктів. Особливий інтерес викликає високий вміст рутина, який належить до групи флавоноїдів. Ця речовина характеризується антиоксидантними властивостями та використовується у харчових технологіях для створення продукції профілактичного призначення. Саме тому в багатьох країнах розробляються продукти на основі гречки з підвищеною біологічною цінністю, які орієнтовані на споживачів, що дотримуються принципів раціонального харчування.

Важливим сегментом світового ринку є виробництво безглютенових продуктів із гречки. Через відсутність клейковини гречане борошно та інші продукти її переробки широко використовуються для виробництва спеціалізованої продукції для людей із непереносимістю глютену. За останні роки обсяги такого виробництва постійно збільшуються. Особливо швидко розвиваються сегменти безглютенового хліба, печива, макаронних виробів та сухих сумішей для випікання.

В Україні розвиток продуктів переробки гречки має власну специфіку. Основна частина зерна спрямовується на виробництво крупи. Це

пояснюється історично сформованими традиціями харчування населення. Гречана каша протягом тривалого часу залишається одним із найпоширеніших продуктів повсякденного споживання. Саме тому найбільші потужності круп'яної промисловості орієнтовані на виробництво ядриці та проділу.

Вид круп	Сорт	Спосіб обробки	Характеристика
Крупи гречані ядриці	перший, другий, третій	виробляються з непропареного зерна шляхом відділення ядра від плодових оболонок	цілі та надколоті ядра гречки, які не проходять крізь сито з решітного полотна з довгастими отворами 1,6х20 мм
Крупи гречані проділ	на сорти не поділяються	виробляються з непропареного зерна шляхом відділення ядра від плодових оболонок	розколоти на частини ядра гречки, які проходять крізь сито з решітного полотна з довгастими отворами 1,6х20 мм і не проходять крізь сито з дрітчастої сітки № 080
Крупи гречані ядриці швидкопечені (в т.ч. для дитячого харчування)	перший, другий, третій	виробляються з пропареного зерна шляхом відділення ядра від плодових оболонок	цілі та надколоті ядра гречки, які не проходять крізь сито з решітного полотна з довгастими отворами 1,6х20 мм
Крупи гречані проділ швидкопечені	на сорти не поділяються	виробляються з пропареного зерна шляхом відділення ядра від плодових оболонок	розколоти на частини ядра гречки, які проходять крізь сито з решітного полотна з довгастими отворами 1,6х20 мм і не проходять крізь сито з дрітчастої сітки № 080

Базисні норми виходу гречаних круп, побічних продуктів і відходів

Продукти переробки	Крупа	
	пропарена	непропарена
Крупи гречані ядриці (перший, другий, третій сорти)	62,0 *	56,0
Крупи гречані проділ	5,0 *	10,0
Разом круп	67,0	66,0
Мучка кормова	3,5	6,0
Відходи I - II категорій	6,5	7,0
Лузга	20,8	19,3
Відходи III категорії, механічні втрати	0,7	0,7
Усушка	1,5	1,0
Всього	100,0	100,0

Разом із тим останніми роками в Україні активно розширюється асортимент продуктів переробки гречки. Провідні підприємства виробляють гречане борошно, пластівці швидкого приготування, дитяче харчування, харчові концентрати та органічну продукцію. Значний внесок у розвиток цього напрямку роблять великі переробні підприємства, які використовують сучасне обладнання та впроваджують міжнародні системи контролю якості. Наприклад, Сквирський комбінат хлібопродуктів виробляє крупу, пластівці, дієтичне гречане борошно та продукцію безглютенового призначення, використовуючи сучасні технологічні лінії.

Серед українських виробників простежується тенденція до розширення асортименту готових продуктів із високим ступенем підготовки до споживання. Це пов'язано зі зміною способу життя населення та

зростанням попиту на продукцію швидкого приготування. Саме тому дедалі більшу частку займають гречані пластівці, каші миттєвого приготування та комбіновані зернові суміші.

Особливого значення набуває використання гречки у виробництві дитячого харчування. Завдяки високій поживній цінності та відсутності глютену гречане борошно широко застосовується для виробництва дитячих каш і спеціалізованих сумішей. Українські підприємства мають окремі технологічні лінії для виробництва такого борошна, яке використовується як на внутрішньому ринку, так і для експорту.

Перспективним напрямом є виробництво гречаних макаронних виробів. У світі найбільш відомою продукцією такого типу є японська локшина соба, однак останніми роками аналогічні вироби почали виготовляти і в Європі. В Україні гречане борошно також використовується для виробництва безглютенових макаронів та комбінованих борошняних сумішей.

Важливою особливістю сучасного етапу розвитку галузі є перехід від виробництва переважно традиційної крупи до комплексної переробки зерна гречки. Якщо раніше основною продукцією була ядриця, то сьогодні зерно використовується практично повністю. Ядро спрямовується на виробництво крупи, борошна та пластівців, а побічні продукти застосовуються у харчовій, кормовій та фармацевтичній галузях. Такий підхід дозволяє підвищувати економічну ефективність переробки та зменшувати втрати сировини.

Сучасний розвиток світового ринку демонструє, що продукти переробки гречки поступово переходять із категорії традиційних круп'яних виробів до групи функціональних продуктів харчування. Основними напрямками розвитку залишаються виробництво крупи, борошна, пластівців, безглютенових виробів, дитячого харчування, екструдованої продукції та готових сніданків. Для України характерним є домінування виробництва гречаної крупи, однак поступово зростає частка продукції глибокої переробки. Це відповідає світовим тенденціям розвитку харчової

промисловості та створює додаткові можливості для підвищення конкурентоспроможності української продукції на міжнародному ринку. Загалом аналіз продуктів переробки гречки свідчить, що ця культура має значний потенціал для подальшого розвитку завдяки високій харчовій цінності, універсальності технологічного використання та постійному зростанню попиту на здорові й безглютенові харчові продукти.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика сировини

При переробці зерна гречки асортимент круп визначається залежно від способу попередньої обробки сировини та її якісних показників, що визначає поділ готової продукції на окремі види і гатунки. У структурі виробництва виділяють дві основні форми – ядрицю та проділ, кожна з яких може виготовлятися як із непропареного, так і з пропареного зерна. У випадку використання непропареної сировини отримують класичні ядрицю та проділ, тоді як при застосуванні водотеплової обробки отримують їх швидкорозварювані різновиди, включаючи продукцію, призначену для спеціальних категорій споживання.

Крупи гречані ядриця незалежно від способу виробництва поділяються на перший, другий і третій гатунки. Вони являють собою цілі або частково надколоті ядра гречки, які за своїми розмірами не проходять крізь сито з решітного полотна з довгастими отворами 1,6×20 мм. Така характеристика відображає вимогу до збереження цілісності ядра в межах встановлених розмірних параметрів і є основним критерієм віднесення продукції до ядриці.

Крупи гречані проділ не поділяються на гатунки і представлені розколотими частинами ядер гречки. Їх розмірна характеристика визначається проходженням крізь сито з довгастими отворами 1,6×20 мм і одночасним затриманням на ситі з дротяної сітки № 080. Таким чином, проділ є дрібнофракційною частиною ядра, що утворюється в процесі його механічного поділу та відокремлення від оболонкових структур.

Швидкорозварювані види круп, як ядриця, так і проділ, виробляються із пропареного зерна з використанням аналогічного принципу відділення ядра від плодових оболонок. У випадку швидкорозварюваної ядриці

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.632-03.ІІІ.3.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шелиганов В.С.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Соц С.М.						59	
						ОНТУ		
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

отримують цілі та надколоті ядра, що не проходять через сито 1,6×20 мм, тоді як швидкорозварюваний проділ представлений розколотими частинами ядер, які проходять через це сито, але затримуються на ситі № 080. Відмінність між звичайними та швидкорозварюваними видами полягає у попередній воднотепловій обробці зерна, що впливає на його структурні властивості.

Усі зазначені види гречаних круп, незалежно від способу їх виробництва, характеризуються спільною анатомічною основою, оскільки є продуктом відокремлення плодових оболонок від ядра гречки. Таким чином, кінцевий продукт завжди представлений ядром у різному ступені цілісності, що визначає його форму та технологічну класифікацію.

Вихід продукції при переробці зерна гречки базисних кондицій складається як результат розподілу маси сировини між основною продукцією, побічними продуктами та відходами. У випадку використання пропареного зерна сумарний вихід круп становить близько 67 %, тоді як при переробці непропареної сировини цей показник становить близько 66 %. Зазначена різниця зумовлена змінами у структурі зерна після воднотеплової обробки, що сприяє більш повному виділенню ядра та зменшенню втрат.

У структурі виходу продукції ядриця займає основну частку. Для пропареного зерна її вихід становить близько 62 %, тоді як для непропареного – близько 56 %. Водночас вихід проділу становить приблизно 5 % у випадку пропареної сировини і близько 10 % при переробці непропареного зерна. Така закономірність свідчить про те, що воднотеплова обробка сприяє збереженню цілісності ядра та зменшенню його механічного руйнування.

Побічні продукти переробки представлені переважно кормовим борошенцем, лузгою, а також відходами різних категорій. Вихід кормового борошенця становить близько 3,5 % для пропареного зерна та близько 6 % для непропареного. Лузга як основний оболонковий продукт становить приблизно 20,8 % у випадку пропареної сировини і близько 19,3 % при

непропареній. Відходи першої та другої категорій становлять у середньому 6,5–7,0 %, тоді як відходи третьої категорії та механічні втрати залишаються на рівні близько 0,7 % незалежно від способу обробки. Усушка становить приблизно 1,5 % для пропареного зерна і близько 1,0 % для непропареного.

Структура виходу продукції демонструє чітку залежність від способу підготовки зерна. Використання водотеплової обробки сприяє збільшенню виходу ядриці та зменшенню частки проділу, що свідчить про підвищення ефективності використання сировини та більш повне вилучення цільового продукту. Це має важливе значення для стабільності роботи підприємств і формування раціональної структури виробництва.

Нормативні положення щодо організації технологічного процесу передбачають, що при переробці зерна круп'яних кондицій виробляються крупи вищих гатунків, тоді як з некондиційної сировини отримують переважно продукцію нижчого гатунку. При цьому базою для розрахунку є фактичний вихід продукції, що дозволяє враховувати реальні виробничі умови та характеристики сировини.

Гречка, що надходить на переробку, повинна відповідати встановленим вимогам щодо якості, зокрема за показником вмісту чистого ядра. За цим критерієм зерно поділяється на три класи. До першого класу відносять зерно з вмістом чистого ядра не менше 77 %, до другого – не менше 74 %, до третього – не менше 71 %. Така класифікація відображає рівень очищеності та структурної повноцінності зерна.

Зерно гречки характеризується тригранною формою, що відрізняє його від інших круп'яних культур. Плодові оболонки щільно охоплюють ядро, але з'єднані з ним лише в одній точці, що забезпечує відносно легке їх відокремлення під час луцення. Ядро також має тригранну форму і складається з насінневої оболонки, алейронового шару, ендосперму та зародка.

Особливістю анатомічної будови ядра є специфічне розташування зародка, значна частина якого знаходиться всередині ядра у вигляді S-

подібної пластини, тоді як менша частина розташована ближче до поверхні. Така структура впливає на механічні властивості ядра під час переробки.

У межах морфологічної різноманітності виділяють крилату та безкрилих форму гречки. Крилата форма характеризується більш розвиненими ребрами і переважає серед крупних фракцій зерна. Вона містить менше ядра і більше оболонок, що впливає на ефективність його відділення. Безкрилі форми характерні для дрібніших фракцій і мають більш компакту структуру. Крилаті зерна, як правило, легше піддаються лущенню і сепарації.

Відносний вміст анатомічних частин у зерні гречки є наступним: ендосперм становить близько 57–65 %, плодові оболонки – 18–24 відсотки, зародок – 10–15 %, алеїроновий шар – 3–5 %, насіннєві оболонки – 1,5–2 відсотки. Ендосперм має борошністу, крихку структуру і легко руйнується під час переробки, тоді як зародок характеризується більш міцною будовою і відокремлюється відносно легше.

Технологічна класифікація зерна гречки відповідно до ДСТУ 4524:2006 наведена у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Показники якості зерна гречки відповідно до ДСТУ 4524:2006

Показник	Характеристика і норма для гречки за класами		
	1	2	3
Вологість, %, не більше	14	14	14
Вміст ядра, %, не менше	73	71	69
Зернова домішка, % не більше	2	3	5
обрушені зерна	1,5	2	3
пророслі зерна	1	1	3
Смітна домішка, %, не більше	2	2	2
мінеральна домішка	0,2	0,2	0,2
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2
зіпсовані зерна	0,2	0,3	0,5
Зараженість шкідниками	Не дозволено	Не дозволено, крім зараженості кліщем не вище I ступеня	

Показники якості зерна гречки, регламентовані ДСТУ 4524:2006, встановлюють диференційовані вимоги залежно від класу зернової сировини (1, 2 та 3 клас), що відображає поступове зниження технологічної та харчової цінності при переході до нижчих класів.

Вологість зерна для всіх класів є уніфікованою і не повинна перевищувати 14 %, що визначає межу стабільності зберігання та мінімізує ризики інтенсивного розвитку мікробіологічних процесів і самозігрівання. Водночас ключовим диференціюючим показником є вміст ядра: для 1 класу він становить не менше 73 %, для 2 класу – не менше 71 %, для 3 класу – не менше 69 %. Це свідчить про поступове зниження виходу кондиційного ядра та збільшення частки оболонкових структур і домішок у нижчих класах.

Зернова домішка нормується на рівні не більше 2 % для 1 класу, 3 % для 2 класу та 5 % для 3 класу. У її складі окремо регламентуються обрушені зерна, допустимий вміст яких становить відповідно 1,5 %, 2 % та 3 %, а також пророслі зерна – не більше 1 %, 1 % і 3 % для 1–3 класів відповідно. Така градація відображає поступове зростання фізіологічно пошкодженого та технологічно менш цінного зерна у міру зниження класу.

Смітна домішка обмежується однаковим рівнем для всіх класів – не більше 2 %, що підкреслює жорсткі санітарно-гігієнічні вимоги незалежно від товарної категорії. У межах смітної домішки окремо нормуються мінеральні та шкідливі компоненти, кожен з яких не повинен перевищувати 0,2 %, що є критичним для забезпечення безпечності зернової сировини при переробці.

Вміст зіпсованих зерен диференційований: для 1 класу – не більше 0,2 %, для 2 класу – 0,3 %, для 3 класу – 0,5 %, що відображає допустиме зростання частки зерна з ознаками мікробіологічного або механічного псування у нижчих класах.

Показник зараженості шкідниками встановлює жорстку вимогу: у всіх класах зараженість не допускається, за винятком можливого ураження кліщем не вище I ступеня для нижчих класів. Це підкреслює необхідність

збереження фітосанітарної безпеки партій гречки незалежно від класу, оскільки наявність шкідників прямо впливає на технологічну придатність зерна до лущення та подальшої переробки.

5.2 Аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу

У межах проєктованого круп'яного підприємства передбачено переробку зерна гречки з отриманням двох основних видів продукції – пропареної ядриці та проділу. Технологічна схема охоплює повний цикл підготовки, очищення, калібрування, водотеплової обробки, лущення та заключного сортування продуктів переробки, що забезпечує стабільні показники виходу та якісні характеристики круп'яних фракцій.

Первинний етап очищення зерна гречки базується на комплексному застосуванні ситоповітряних сепараторів, каменевідбірників, магнітних сепараторів, повітряних аспіраційних систем, а також круп'яних розсійників і трієрів. На початковій стадії зернова маса піддається послідовному сепаруванню на ситоповітряних сепараторах ПСО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса) із попереднім зважуванням. Для підвищення ефективності видалення важковідокремлюваних компонентів застосовуються сортувальні сита з трикутними отворами розміром 7,0–7,5 мм та підсівні сита з довгастими отворами 2,2–2,4×20 мм, що дозволяє суттєво знизити вміст домішок зернового походження, включно із зернами інших культур.

Після сепарації продукт спрямовується у каменевідбірник ОМП (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса), у якому реалізується відокремлення мінеральних домішок на основі різниці густини та аеродинамічних характеристик частинок. Очищене зерно для підвищення ефективності очищення спрямовується на сепарування у круп'яних розсійниках РКО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса). На першому етапі отримують дві фракції проходом сита Ø 4,2 мм, які надалі спрямовуються на окремі технологічні лінії сортування. Подальше очищення включає багатоетапне вилучення як дрібних, так і важковідокремлюваних домішок із застосуванням сит із отворами 2,4–2,6×20

мм та трикутних ситових поверхонь 5,5–7,0 мм. Додатково здійснюється видалення домішок, що відрізняються морфологічними ознаками, зокрема насіння дикорослих рослин типу дикої редьки.

Після первинного очищення крупна фракція надходить на обробку в трієр вівсюговідбірник ТЦО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса). На цьому етапі видаляються залишкові зерна домішкових культур і насіння довгастої форми.

Водотеплова обробка зерна гречки є ключовим етапом виробництва швидкорозварюваної крупи. Вона включає пропарювання під тиском пари 0,25–0,30 МПа протягом приблизно 5 хвилин, короткочасне відволоження (близько 20 хвилин), сушіння та охолодження. Для пррпарювання використовують про парники періодичної дії А9-БПБ (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса). Сушіння здійснюється у вертикальних парових сушарках ВПСО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса) до кінцевої вологості не вище 13,5 %, а охолодження – до температури, що перевищує температуру виробничого приміщення не більше ніж на 6–8 °С.

Сортування зерна перед лущенням здійснюється з виділенням 3–6 фракцій залежно від потужності підприємства. На великих виробництвах застосовується шестифракційна система калібрування з багатоступеневим розділенням на ситах із діаметрами отворів 4,5–3,2 мм. Важливим технологічним принципом є поетапне калібрування, що забезпечує вирівняність фракцій і підвищує ефективність подальшого лущення.

Лущення зерна гречки здійснюється у вальцюдекових верстатах ВДСО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса). Режим швидкості валків диференціюється залежно від розміру фракцій: 14–15 м/с для крупних фракцій, 12–14 м/с для середніх та 10–12 м/с для дрібних. Робоча зона має серповидну геометрію зазору, що забезпечує змінні умови механічного впливу на зерно. Ефективність процесу оцінюється часткою лущених зерен і ступенем подрібнення ядра, при цьому встановлено, що крупні фракції характеризуються вищим ступенем лушення через більшу різницю розмірів між зерном і ядром.

Лущення та подальше сортування продуктів здійснюються пофракційно. У круп'яних розсійниках РКО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса) формується три основні потоки: суміш нелущеного зерна з лузгою, суміш ядра з лузгою та суміш подрібненого ядра з борошном і дрібною лузгою. Розділення забезпечується ситами з отворами, параметри яких адаптовані до кожної фракції, що підвищує точність сепарування. Вилучені нелущені зерна повертаються на повторне лущення, а лузга направляється на окремий контроль.

Після круп'яних розсійників РКО кожна фракція надходить у повітряні сепаратори АСО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса), де відбувається аеродинамічне очищення. У повітряних сепараторах АСО за рахунок регульованого повітряного потоку здійснюється відокремлення лузги та інших легких домішок від більш щільних частинок ядра, що дозволяє підвищити ступінь очищення продукту перед завершальними операціями. Схемою передбачено організацію рециркуляційних потоків: недолущене зерно, яке виділяється у процесі сепарування, повертається через систему транспортування назад на вальцедеккові верстати для повторного лущення, а окремі проміжні фракції також можуть направлятися на дообробку. Така організація процесу забезпечує більш повне вилучення ядра і зниження втрат у вигляді подрібненого ядра.

Після проходження аеродинамічної сепарації продукт надходить на контроль якості, де встановлено паді-машину Вектор МСО (ТОВ «ОЛИС», м. Одеса), призначену для відокремлення нелущених зерен. Далі продукт спрямовується на оптичний сепаратор Bühler Sortex, який виконує високоточне сортування за кольоровими характеристиками і дозволяє видаляти дефектні зерна, сторонні включення та частинки, що не відповідають вимогам до якості готової крупи. Після оптичного контролю очищена крупа транспортується конвеєрами гвинтовими МЕК-200 у бункери для готової продукції, де здійснюється накопичення окремих потоків відповідно до їхнього призначення.

5.3. Розрахунок кількісно–якісного балансу

Кількісний баланс переробки гречки в крупи являє собою системне відображення співвідношення між масою вхідної зернової сировини та масами всіх продуктів і побічних компонентів, що утворюються на окремих етапах технологічного процесу. Він відображає розподіл матеріальних потоків у межах технологічної схеми та слугує основою для оцінювання ефективності використання зерна, контролю технологічних втрат і обґрунтування режимів роботи обладнання.

В структурі кількісного балансу вихідною величиною є маса зерна гречки, що надходить у переробку з урахуванням його початкових показників якості, зокрема вологості, засміченості та вмісту чистого ядра. Саме ці параметри визначають потенційно можливий вихід готової продукції та частку побічних продуктів. Баланс вибудовується таким чином, щоб забезпечити повне відображення перетворення сировини на всіх стадіях технологічного процесу без втрати маси у розрахунках.

Перший етап балансового розподілу пов'язаний з очищенням зерна від домішок. На цій стадії відбувається відокремлення смітної та зернової домішки, які утворюють відповідні відходи. До складу цих відходів входять як мінеральні включення, так і зерна інших культур та насіння дикорослих рослин. Частина вилучених продуктів після контролю може містити повноцінне зерно, яке повертається у технологічний процес, що також враховується у балансі.

Подальший перерозподіл маси відбувається на етапі водотеплової обробки. На цьому етапі суттєво змінюється вологість зерна, що відображається у балансі через приріст маси за рахунок поглинання вологи та подальше її зменшення в процесі сушіння.

Ключовим етапом у структурі кількісного балансу є лущення зерна, під час якого відбувається розділення на ядро та оболонкові частини. В результаті цього процесу утворюється основний продукт – ядриця, а також побічний продукт – лузга. Співвідношення між цими складовими

визначається анатомічними особливостями зерна, ефективністю попередньої підготовки та режимами роботи лушильного обладнання. Втрати на цьому етапі представлені у вигляді подрібненого ядра та борошенця, які утворюються внаслідок механічного руйнування зерна.

Сортування продуктів лушення забезпечує подальший розподіл матеріальних потоків на кілька складових: цілісне ядро, подрібнене ядро, лузгу та суміш дрібних частинок. У межах кількісного балансу кожна з цих складових має чітко визначену частку, що дозволяє оцінити ефективність розділення та рівень технологічних втрат.

Контроль готової продукції та побічних продуктів є завершальним етапом балансового розподілу. На цьому етапі здійснюється остаточне вилучення домішок, а також уточнення масових часток кожного виду продукції. Ядриця поділяється на товарні фракції залежно від крупності, тоді як подрібнене ядро і борошенце виділяються як окремі продукти з власним напрямом використання.

Кількісний баланс обов'язково враховує всі внутрішні циркуляційні потоки, зокрема повернення нелущеного зерна, часток ядра з відходів та продуктів контролю. Це забезпечує замкненість системи матеріальних потоків і дозволяє точно визначити фактичний вихід продукції відносно початкової маси сировини. Важливим показником є коефіцієнт використання зерна, який відображає частку маси, що переходить у товарну продукцію, і є узагальненим критерієм ефективності виробництва.

Аналітичне значення кількісного балансу полягає у можливості виявлення технологічних відхилень, оцінювання впливу окремих операцій на загальний результат та оптимізації режимів роботи обладнання. Порушення балансової рівноваги свідчить про наявність неврахованих втрат або недосконалість технологічних параметрів, що потребує коригування виробничого процесу.

В технології переробки гречки кількісний баланс має підвищену значущість через чутливість зерна до механічних впливів і високу

ймовірність утворення подрібненого ядра. Контроль співвідношення між цілими і подрібненими продуктами дозволяє забезпечити стабільну якість крупи та раціональне використання сировини.

5.4. Вибір, розрахунок, підбір технологічного обладнання

Підбір технологічного обладнання проводимо виходячи з заданої потужності заводу 50т/добу і паспортної продуктивності обладнання. 50т/добу це близько 2х тон на годину. Виходячи з цього підбираємо кількість необхідного нам обладнання.

Бункер над ваговий для забезпечення стійкої роботи бункерних ваг беремо 0,5 м³.

Ваги бункерні ваги Makenas METK-058 мають продуктивність до 12т/годину тому приймаємо к-ть 1 шт.

Підваговий бункер для забезпечення стійкої роботи сепаратора беремо об'ємом 1м³

Сепаратор зерновий ПСО по паспорту має продуктивність 6 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Сепаратор магнітний БМПО має продуктивність 11 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Сепаратор повітряний АСО має продуктивність 5 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Каменевідбірник РЗ-БКТ-100 має продуктивність 6-9 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Трієр вівсюговідбірник ОМП має продуктивність 6 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Бункер надпропарний повинен мати об'єм на 1-2 порції завантаження пропарювача ППШ-О. Приймаємо об'єм бункер 2м³.

Пропарювач ППШ-О приймаємо 1 шт.

Сушарку вертикальну рециркуляційну ВПСО підбираємо згідно наших потреб і відповідно до можливих коливань показників зерна що надходить на переробку. Тому обираємо 6 парових секцій 2 охолоджувальні секції та 2 секції для вивантаження зерна з сушарок.

Об'єм бункерів після ВТО слід обирати таким чином щоб коли в разі необхідності треба швидко вивантажити все зерно з сушарок то об'єму цих бункерів було достатньо для розміщення цього зерна.

Приймаємо 2 бункера об'ємом 5м³.

Розсійник РКО-4 має продуктивність 6-8 т/годину. Для розділення на 6 фракцій необхідно 5 секцій також на розсійнику буде проводитися процес сортування після лушення а також контроль ядра проділу і лушпиння.

Тому приймаємо:

- 1,5 секції на виділення 1ї фракції;
- 1,5 секції на виділення 2ї фракції;
- 1 секцію на виділення 3ї фракції;
- 1 секцію на виділення 4,5,6 фракції;
- 1 секцію на сортування 1ї фракції;
- 1 секцію на сортування 2ї фракції;
- 1 секцію на сортування 3ї фракції;
- 0,5 секції на сортування 4ї фракції;
- 0,5 секції на сортування 5ї фракції;
- 0,5 секції на сортування 6ї фракції;
- 0,5 секції на контроль ядра;
- 1 секцію на контроль проділу;
- 1 секцію на контроль лушпиння.

Загалом приймаємо розсійник РКО-4 3шт.

Об'єм бункерів над вальцюдековими верстатами приймаємо 0,5 м³.

Для лушення обираємо вальцюдекові верстати марки ВДСО який має продуктивність 2,5 т/годину.

На першу фракцію встановлюємо ВДСО-600 1 шт;

На другу фракцію встановлюємо ВДСО-600 1 шт;

На третю фракцію встановлюємо ВДСО-600 1 шт;

На четверту фракцію встановлюємо ВДСО-400 1 шт;

На п'яту фракцію встановлюємо ВДСО-400 1 шт;

На шосту фракцію встановлюємо ВДСО-400 1 шт;

Для повітряного контролю після систем лушення використовуємо сепараторі повітряні АСО

На першу фракцію встановлюємо АСО-0,5 1 шт;

На другу фракцію встановлюємо АСО-0,5 1 шт;

На третю фракцію встановлюємо АСО-0,5 1 шт;

На четверту фракцію встановлюємо АСО-0,5 1 шт;

На п'яту фракцію встановлюємо АСО-0,5 1 шт;

На шосту фракцію встановлюємо АСО-0,5 1 шт;

Для контролю ядра використовуємо машину сортувальну ВЕКТОР МСО яка має продуктивність 1,5 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Також для контролю ядра використовуємо фотосепаратор ОПТИМА-3 По паспорту має продуктивність 5 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Для повітряного контролю ядра встановлюємо АСО-3,0. По паспорту має продуктивність 3 т/годину. Приймаємо 1 шт.

Для повітряного контролю проділу встановлюємо АСО-3,0. По паспорту має продуктивність 3 т/годину. Так як ми розділяємо проділ на крупний і мілкий то встановлюємо 2 сепаратора. В зв'язку з тим що по схемі подвійний повітряний контроль тому приймаємо кількість 4 шт.

Для повітряного контролю лушпиння встановлюємо АСО-3,0. По паспорту має продуктивність 3 т/годину. Так як ми розділяємо лушпиння на цілу і подрібнену то встановлюємо 2 сепаратора. В зв'язку з тим що по схемі подвійний повітряний контроль тому приймаємо кількість 4 шт.

На контролі проділу перед бункером готової продукції встановлюємо АСО-3,0. По паспорту має продуктивність 3 т/годину приймаємо 1шт.

На контролі ядра перед бункером готової продукції встановлюємо АСО-3,0. По паспорту має продуктивність 3 т/годину приймаємо 1 шт.

Встановлюємо магнітні сепаратори перед бункерами готової продукції
Сепаратор магнітний БМПО має продуктивність 11 т/годину.

На бункер ядра 1 шт;

На бункер проділу 1 шт;

На Бункер мучки 1 шт.

Надваговий бункер приймаємо об'ємом 0,5 м³

Дозатор ваговий НОРМА-С має продуктивність 2,5 т/годину.

Приймаємо кількість 1 шт.

5.5. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Технохімічний контроль у зернопереробній галузі є базовим елементом системи управління якістю сировини та готової продукції, оскільки забезпечує безперервну аналітичну оцінку властивостей зернових мас на всіх стадіях технологічного циклу. Його основним завданням є комплексне визначення якісних показників зерна, що надходить на підприємство, формування науково обґрунтованих рішень щодо його ефективного використання в технологічних потоках переробки, а також контроль якості кінцевих продуктів, зокрема борошна і крупи. У межах виробничої структури функції технохімічного контролю реалізуються виробничо-технічною лабораторією (ВТЛ), яка виступає центральним аналітичним і регуляторним підрозділом підприємства.

Виробничо-технічна лабораторія є самостійною структурною одиницею, що забезпечує методичне та оперативне супроводження всіх етапів приймання, обробки, розміщення, зберігання та переробки зерна. Під її контролем здійснюється рух сировинних потоків, починаючи з вхідного контролю зерна і завершуючи випуском готової продукції. ВТЛ виконує функцію інтегратора технологічної та аналітичної інформації, що дозволяє

забезпечувати стабільність технологічних режимів та прогнозувати поведінку зернових мас у процесі переробки.

До основних функціональних напрямів діяльності ВТЛ належить визначення якості зерна, що надходить на підприємство, з метою встановлення його відповідності чинним стандартам і технічним умовам. На основі отриманих результатів лабораторного аналізу здійснюється рішення щодо подальшого розміщення зерна у зерносховищах відповідно до плану зберігання, що враховує його якісні характеристики та технологічне призначення. Важливим елементом є контроль якості зерна та готової продукції перед відвантаженням, що забезпечує відповідність продукції нормативним вимогам і гарантує стабільність споживчих властивостей.

Окремий блок функцій ВТЛ пов'язаний із систематичним моніторингом стану зернових мас у процесі зберігання. Лабораторія здійснює періодичний контроль якості сировини, визначає зміни її фізико-хімічних властивостей, а також контролює виконання заходів щодо збереження технологічної якості зерна. Паралельно здійснюється контроль процесів технологічної обробки зерна, включаючи очищення, сушіння та підготовку до переробки, з метою забезпечення відповідності проміжних продуктів заданим параметрам.

ВТЛ бере участь у формуванні партій зерна для переробки, включаючи складання зернових сумішей із урахуванням їх якісних характеристик. Важливим аспектом є участь у розробленні рецептур змішування, що дозволяє оптимізувати технологічні властивості сировини та стабілізувати вихід готової продукції. Лабораторія також здійснює контроль ефективності технологічних процесів, включаючи оцінку підготовки зерна, лушення, шліфування та сортування проміжних продуктів.

Суттєве значення має участь ВТЛ у формуванні нормативів виходу готової продукції та контролі їх фактичного виконання. Це забезпечує можливість оперативного коригування технологічних режимів і мінімізації втрат сировини. Додатково лабораторія контролює якість пакувальних

матеріалів, масу фасованої продукції та правильність маркування, що є важливим елементом системи простежуваності продукції.

У структурі функцій ВТЛ також передбачено участь у запобіганні випуску неякісної продукції шляхом виявлення причин технологічних відхилень і розроблення коригувальних заходів. Лабораторія бере участь у розгляді спірних питань із постачальниками зерна, пов'язаних із якістю сировини, а також оформлює офіційні документи про якість прийнятих і відвантажених партій продукції на основі лабораторних досліджень.

Контрольна діяльність ВТЛ охоплює також перевірку санітарного стану виробничих і складських приміщень, технологічного обладнання та території підприємства. Окремо здійснюється контроль ефективності заходів із дезінсекції та дератизації, а також оцінка стану транспортних засобів, що використовуються для перевезення зерна та готової продукції.

Технохімічний контроль включає систематичну перевірку засобів вимірювальної техніки, організацію їх своєчасної повірки, а також забезпечення лабораторії необхідним обладнанням, реактивами та витратними матеріалами. Важливою складовою є впровадження сучасних методів аналізу та удосконалення лабораторної бази з метою підвищення точності оцінки якості зерна і продуктів переробки.

Оцінка якості зерна, що надходить на підприємство, передбачає контроль його органолептичних і технологічних характеристик. Зерно повинно бути свіжим, без сторонніх запахів, ознак затхлості або пліснявіння, а також без дефектів, що знижують його технологічну цінність. Особливу увагу приділяють вмісту домішок, зокрема зернівок інших культур та недозрілих зерен основної культури, які ускладнюють процес очищення і переробки.

Ключовим параметром є відповідність зерна граничним кондиціям, що визначають допустимі межі його технологічної придатності. У технологічному процесі допускається переробка зерна, зараженого кліщем не вище другого ступеня, тоді як наявність інших шкідників є підставою для

заборони його використання у виробництві. Зерно з підвищеною вологістю підлягає негайному сушінню, а пророщене – термічній обробці з метою стабілізації його властивостей.

Окремо передбачається диференційоване розміщення зерна залежно від його якості, включаючи виділення партій з пониженими технологічними характеристиками, пророслого, морозобійного або пошкодженого шкідниками зерна. Це забезпечує раціональне використання сировини та запобігає змішуванню неоднорідних потоків.

Важливим показником для технологічного процесу є структурно-механічні властивості ядра, зокрема його консистенція, що визначається як склоподібність, напівсклоподібність або борошністість. Склоподібне ядро характеризується підвищеною міцністю та кращою стійкістю до механічного руйнування під час лушення і шліфування, що безпосередньо впливає на вихід цілісної крупи.

Додаткове технологічне значення мають такі показники, як плівчастість і остистість зерна, оскільки вони визначають обсяг відходів, що підлягають видаленню, та впливають на ефективність процесу лушення. На основі комплексної оцінки сукупності технологічних властивостей формується висновок щодо групової належності партії зерна та її придатності для певного режиму переробки.

Система управління безпечністю харчових продуктів на основі аналізу небезпечних чинників і критичних точок керування на круп'яному підприємстві з переробки гречки є фундаментальним інструментом забезпечення стабільної якості та санітарної безпечності готової продукції на всіх етапах технологічного циклу. Її впровадження в умовах сучасного зернопереробного виробництва визначає не лише рівень відповідності продукції вимогам нормативної документації, але й загальну стійкість технологічної системи до біологічних, хімічних і фізичних ризиків, що можуть виникати в потоці зернової сировини.

В межах круп'яного виробництва гречки система аналізу небезпечних чинників і критичних точок керування охоплює повний виробничий ланцюг: від приймання зерна до відвантаження ядриці, проділу та побічних продуктів. Вона базується на принципі поетапного виявлення потенційних загроз, їх оцінювання за рівнем небезпечності та встановлення технологічних точок, у яких можливе ефективне запобігання, усунення або зниження ризику до прийняттого рівня.

На етапі приймання зерна гречки ключовими небезпечними чинниками виступають біологічні домішки, включаючи зараженість шкідниками хлібних запасів, розвиток мікрофлори при підвищеній вологості, а також наявність сторонніх домішок рослинного і мінерального походження. У цьому блоці критичними точками керування є вхідний лабораторний аналіз, перевірка органолептичних показників та визначення ступеня зараженості. Саме тут закладається основа подальшої технологічної стабільності, оскільки неконтрольоване надходження нестандартної сировини здатне порушити весь виробничий цикл.

Наступним етапом є очищення зерна, де основними небезпечними чинниками є мінеральні домішки, металеві включення, залишки насіння інших культур, а також пилові фракції, що створюють ризики мікробіологічного забруднення. Критичними точками керування виступають скальператор, ситові системи очищення, каменевідбірні машини та магнітні сепаратори. Ефективність роботи цих вузлів безпосередньо визначає рівень безпечності проміжного продукту, оскільки саме тут відбувається первинне вилучення небажаних компонентів, здатних впливати як на технологічний процес, так і на якість кінцевої продукції.

Особливого значення набуває етап пофракційного розділення зерна. Небезпечними чинниками тут є нерівномірність розмірів зерна, наявність домішок, що мають подібні аеродинамічні та геометричні властивості до зерна гречки, а також ризик потрапляння важковідокремлюваних домішок у технологічно цінні фракції. Критичними точками керування є системи

багатоступневих розсійників і ситових класифікаторів, які забезпечують точне калібрування зернової маси. Від точності цього етапу залежить ефективність подальшого лушення та рівень виходу ядриці.

Етап воднотеплової обробки характеризується підвищеним рівнем технологічної відповідальності, оскільки тут відбуваються глибокі структурні зміни зерна. Небезпечними чинниками є порушення температурно-вологісного режиму, надмірне мікробіологічне навантаження у разі недостатнього прогрівання, а також ризик вторинного зволоження. Критичними точками керування виступають процес пропарювання, тривалість витримки у вологому середовищі, режими сушіння та охолодження. Недотримання встановлених параметрів призводить до зниження стійкості продукції під час зберігання та погіршення її кулінарних властивостей.

На стадії лушення зерна гречки небезпечні чинники мають переважно механічний характер і пов'язані з утворенням надмірної кількості подрібненого ядра, а також можливим переходом домішок у готову продукцію. Критичними точками керування є режими роботи луцильних машин, стан робочих поверхонь, швидкість обертання робочих органів та стабільність подачі фракцій. Саме на цьому етапі формується основна товарна структура продукції, тому технологічна дисципліна має вирішальне значення.

Окремий блок становить етап сортування продуктів лушення. Тут небезпечними чинниками є змішування ядра, лузги та подрібнених часток, а також недостатнє вилучення легких домішок. Критичними точками керування виступають ситові системи, аспіраційні установки та повітряні сепаратори. Їх узгоджена робота забезпечує формування стабільних товарних фракцій ядриці та проділу з мінімальним вмістом сторонніх включень.

Завершальним етапом є контроль готової продукції. Небезпечними чинниками виступають залишкові домішки, можливе повторне механічне забруднення, а також порушення санітарного стану під час фасування та

зберігання. Критичними точками керування є фінальне просіювання, аспіраційне очищення, магнітне очищення та операції пакування. На цьому рівні забезпечується остаточна гарантія безпечності та відповідності продукції встановленим вимогам.

Важливим елементом функціонування системи аналізу небезпечних чинників і критичних точок керування є виробничо-технічна лабораторія, яка здійснює безперервний аналітичний нагляд за якістю сировини, проміжних продуктів і готової продукції. Вона виконує функцію науково-технічного центру управління якістю, формує рішення щодо допуску зерна до переробки, визначає технологічну придатність партій і контролює стабільність виробничих режимів.

Система також включає заходи попереджувального характеру, спрямовані на мінімізацію ризиків зараження зерна, розвиток шкідників, а також запобігання вторинному забрудненню продукції. Вона охоплює санітарну обробку виробничих приміщень, дезінсекційні та дератизаційні заходи, контроль транспортних засобів, а також регламентовані умови зберігання сировини і готової продукції.

Функціонування системи аналізу небезпечних чинників і критичних точок керування на круп'яному підприємстві з переробки гречки забезпечує технологічну керованість виробництва, підвищення стабільності якісних показників ядриці та проділу, а також зниження рівня виробничих втрат. Її реалізація формує єдину інтегровану модель безпечного виробництва, в якій кожен етап технологічного процесу підпорядкований принципам запобігання ризикам і забезпечення стабільної якості харчової продукції.

5.6.Охорона праці

Підприємства з переробки зерна гречки в крупу належать до об'єктів агропромислового комплексу, в яких технологічні процеси характеризуються комплексною взаємодією механічних, фізичних та пилових виробничих факторів. Основні операції включають очищення зерна, воднотеплову

обробку, лущення, сортування ядра, контроль якості та фасування готової продукції. Кожен із зазначених етапів супроводжується створенням специфічних небезпек, що визначають необхідність комплексної системи охорони праці.

Умови виробництва гречаної крупи характеризуються наявністю інтенсивних шумових і вібраційних навантажень, підвищеної запиленості, електротехнічних ризиків, а також небезпеки, пов'язаної з обертовими механізмами. Сукупність цих факторів формує багаторівневу систему виробничих ризиків, що потребує інтегрованого підходу до їх оцінювання та мінімізації.

Освітлювальні умови на підприємствах з переробки зерна гречки є одним із ключових ергономічних факторів, що визначають безпечність виконання технологічних операцій, точність візуального контролю та загальний рівень виробничого травматизму. Технологічні лінії, що включають етапи очищення, воднотеплової обробки, лущення, сортування ядра та фасування крупи, характеризуються значною кількістю операцій, які потребують постійного візуального контролю стану продукту та роботи механізмів.

Світлове середовище у виробничих приміщеннях повинно формуватися на основі комбінованої системи природного та штучного освітлення. Природне освітлення, як правило, є обмеженим через специфіку планування елеваторно-складських і виробничих корпусів, тому основне навантаження припадає на штучні джерела світла. Для операторських зон, ділянок контролю якості ядра та зон фасування необхідно забезпечувати стабільні рівні освітленості, що виключають виникнення зорового напруження.

Особливу увагу слід приділяти рівномірності освітлення технологічних потоків. Нерівномірний розподіл світлового потоку призводить до формування зон тіней на транспортерах, сепараторах та лущильних машинах, що ускладнює контроль наявності домішок, неочищеного зерна та дефектного ядра. В умовах переробки гречки це є критичним, оскільки

продукт характеризується високою чутливістю до механічних пошкоджень і потребує точного сортування.

Ергономічні вимоги до освітлення включають також обмеження засліплювальної дії світильників. Використання захищених світлотехнічних пристроїв із розсіювачами є доцільним у зонах, де працівники здійснюють безпосередній контакт із рухомими механізмами. Підвищена яскравість без дифузного розсіювання може призводити до зниження контрастної чутливості зору та помилок при контролі якості крупи.

Технологічні особливості виробництва гречаної крупи передбачають наявність пилових зон, де оптичні властивості повітряного середовища змінюються. Це зумовлює необхідність компенсаційного збільшення освітленості без перевищення допустимих гігієнічних норм. У таких умовах ефективним є застосування світлодіодних систем із високим індексом передачі кольору, що дозволяє коректно ідентифікувати ступінь очищення зерна та якість ядра.

Важливим аспектом є також аварійне освітлення, яке повинно забезпечувати безпечну евакуацію персоналу у випадку зупинки технологічної лінії або відключення електроживлення. У виробництві круп це має особливе значення через наявність складних транспортних систем і багаторівневих виробничих площ.

Шумовий фактор на підприємствах із переробки гречки формується внаслідок роботи механічного обладнання: зерноочисних машин, вентиляторів аспіраційних систем, луцильних агрегатів, норій та транспортерів. Сукупний шумовий фон у таких виробництвах має складний спектральний характер, що включає як низькочастотні коливання від приводних механізмів, так і високочастотні компоненти від ударної взаємодії зерна з робочими поверхнями.

Луцильні машини є основним джерелом шуму ударного типу, оскільки процес відокремлення оболонки гречки супроводжується інтенсивними механічними взаємодіями. Додатковий внесок у шумове навантаження

створюють системи аспірації, які забезпечують видалення пилу та легких фракцій. Аеродинамічний шум вентиляційних установок має стабільний характер і може поширюватися на значні відстані у виробничих приміщеннях.

Тривалий вплив шуму на працівників призводить до функціональних змін у центральній нервовій системі, зниження концентрації уваги та підвищення ймовірності виробничих помилок. У технологічних процесах переробки гречки це проявляється у зниженні якості сортування та контролю ядра, а також у підвищенні ризику аварійних ситуацій під час обслуговування обладнання.

Системи шумозахисту повинні включати як технічні, так і організаційні заходи. До технічних належать застосування шумопоглинаючих кожухів для двигунів, віброізоляційних опор та акустичних панелей у виробничих приміщеннях. Організаційні заходи передбачають регламентування часу перебування працівників у зонах підвищеного шумового навантаження.

Особливу роль відіграє просторове зонування виробничих приміщень. Розміщення найбільш шумних агрегатів у відокремлених секціях дозволяє знизити загальний акустичний фон у зонах контролю якості та фасування. Це має прямий вплив на стабільність технологічного процесу та зменшення ризику помилок оператора.

Вібраційні навантаження у виробництві гречаної крупи виникають під час роботи роторних механізмів, транспортерних систем та луцильних машин. Основним джерелом вібрації є дисбаланс обертових частин, нерівномірне завантаження зернової маси та ударні процеси під час відокремлення оболонки.

Вібрація передається через конструктивні елементи обладнання на робочі майданчики, підлогу та опорні конструкції, що створює комплексний вплив на організм працівника. Тривала дія вібраційного фактора може

спричиняти функціональні порушення опорно-рухового апарату, периферичної нервової системи та судинної регуляції.

Особливу небезпеку становить локальна вібрація, що передається через ручний інструмент або елементи керування обладнанням. У виробництві гречки це може бути пов'язано з ручним регулюванням засувок, очищенням ситових поверхонь або обслуговуванням аспіраційних каналів.

Зменшення вібраційного впливу досягається шляхом впровадження віброізоляційних систем, балансування обертових елементів та використання демпферних матеріалів. Конструктивна модернізація обладнання дозволяє значно знизити передачу вібрації на робочі поверхні.

Важливим є також контроль технічного стану обладнання. Зношування підшипникових вузлів, розбалансування роторів та ослаблення кріплень призводять до зростання вібраційного навантаження, що прямо впливає на безпеку виробничого процесу.

Електробезпека є критичним компонентом системи охорони праці на підприємствах зернопереробної галузі. Технологічні лінії включають велику кількість електродвигунів, автоматизованих систем керування, датчиків та пускорегулювальної апаратури.

Основні ризики пов'язані з ураженням електричним струмом при обслуговуванні обладнання, порушенням ізоляції кабельних систем, а також виникненням коротких замикань у пилонебезпечному середовищі. Пил гречки має здатність накопичуватися на електричних щитах і контактних з'єднаннях, що підвищує ризик перегріву та займання.

Система електробезпеки повинна передбачати обов'язкове заземлення всього технологічного обладнання, використання пристроїв захисного вимкнення та регулярний контроль опору ізоляції. Особливе значення має правильна організація електрощитових приміщень, які повинні бути ізольовані від пилових зон.

Експлуатаційний персонал повинен бути забезпечений інструкціями щодо безпечного обслуговування електроустановок, включаючи процедури

блокування та маркування обладнання під час ремонтних робіт. Це дозволяє мінімізувати ризики випадкового включення механізмів під час технічного обслуговування.

Пожежна небезпека на підприємствах переробки гречки визначається наявністю горючого пилу, органічних відходів та інтенсивним використанням електрообладнання. Пил гречки, що утворюється під час лущення та сортування, має високу дисперсність і здатність до утворення вибухонебезпечних сумішей у повітрі.

Найбільш небезпечними зонами є аспіраційні системи, циклонні установки та місця накопичення пилу у виробничих приміщеннях. За певних умов можливе виникнення пилових вибухів, які супроводжуються значним механічним руйнуванням обладнання.

Система пожежної безпеки повинна включати автоматичні системи виявлення диму та підвищення температури, а також установки пожежогасіння. Важливим є регулярне очищення обладнання та повітроводів від пилових відкладень.

Організаційні заходи включають навчання персоналу діям у разі пожежі, розробку евакуаційних маршрутів та контроль за дотриманням протипожежного режиму. Особлива увага приділяється забороні використання відкритого вогню у виробничих приміщеннях.

Пиловий фактор є одним із провідних шкідливих виробничих чинників у виробництві гречаної крупи. Пил утворюється на всіх етапах технологічного процесу: під час очищення зерна, лущення, сепарації та транспортування продукту.

Аерозольні частинки органічного походження можуть проникати у дихальні шляхи працівників, викликаючи подразнення слизових оболонок та функціональні порушення дихальної системи. Крім того, пил створює додаткові ризики вибухонебезпечності.

Системи аспірації є основним технічним засобом зниження пилового навантаження. Вони забезпечують локальне видалення пилу безпосередньо у

місцях його утворення. Ефективність цих систем залежить від правильного проектування повітряних потоків і регулярного обслуговування фільтраційних елементів.

Обертові механізми є невід'ємною частиною технологічних ліній переробки гречки. До них належать ротори лушильних машин, вентилятори, вали транспортерів та інші рухомі елементи.

Основну небезпеку становить можливість механічного захоплення одягу або частин тіла працівника, а також розрив конструктивних елементів при перевантаженні. Захисні кожухи та огороження є обов'язковими елементами конструкції.

Регулярний технічний огляд та діагностика стану обертових вузлів дозволяє своєчасно виявляти дефекти та запобігати аварійним ситуаціям. Особливу увагу приділяють контролю підшипникових вузлів та балансуванню роторів.

РОЗДІЛ 6

ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

6.1 Програма виробничої діяльності

Приймається програма, яка визначена у ТЕО

6.2 Інвестиційні витрати

Приймаються витрати, які визначено у ТЕО.

6.3 Чисельність працівників та фонд оплати праці

Чисельність персоналу, який працюватиме у зміну – 8 працівників, у 3-х змінах – 24 працівника. Чисельність персоналу, який працює в одну зміну – 4 працівника. Тоді загальна чисельність підприємства 28 працівників.

Середньомісячна заробітна плата одного працівника на підприємстві (Зсер) складатиме 7000 грн/місяць.

Річний фонд оплати праці дорівнює:

$$\text{ФОП} = \text{Зсер} * \text{Ч} * 12 ,$$

де Ч - чисельність працюючих.

$$\text{ФОП} = 7000 * 28 * 12 / 1000 = 1680 \text{ тис грн}$$

В т.ч. ФОПосн - основних виробничих працівників:

$$\text{ФОПосн} = 7000 * 24 * 12 / 1000 = 1440 \text{ тис грн}$$

Продуктивність праці – 9521 тис грн/люд. (210583 / 28)

6.4 Собівартість продукції, прибуток і рентабельність

Розрахунки собівартості продукції

Повну собівартість продукції визначають за такими калькуляційними статтями:

- сировина і основні матеріали;
- допоміжні матеріали
- енергія;
- основна і додаткова заробітна плата;

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.632-03.ІІІ.3.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шелиганов В.С.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Соц С.М.					85	
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

- відрахування на соціальні заходи;
- амортизація обладнання;
- інші прямі витрати;
- загальновиробничі витрати;
- виробнича собівартість
- адміністративні витрати;
- витрати на збут;
- інші витрати основної діяльності;

повна собівартість

Визначення витрат за калькуляційними статтями

Витрати на сировину і основні матеріали

Витрати на сировину включають вартість зерна гречки і витрати на його отримання.

Витрати на придбання зерна (Вз) визначається за формулою:

$$Вз = 1,05 * Ц_{з,с} * Q_z ,$$

де Ц_{з,с} – оптова ринкова ціна зерна гречки без ПДВ, грн/т;

Q_з – обсяг переробки зерна гречки, т;

коефіцієнт 1,05 враховує витрати на доставку зерна на підприємство.

Оптова ринкова ціна зерна гречки в регіоні будівництва підприємства без ПДВ складає 14500 грн/т.

$$Вз = 1,05 * 14500 * 11250 / 1000 = 171281 \text{ тис грн}$$

Допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів віднесено пакувальні матеріали - мішки та пакети для фасування продукції.

Витрати на допоміжні матеріали визначаються за формулою:

$$Вм = Цм * Нм * Q_{пр}$$

де Ц_м – ціна матеріалу, грн/од;

Нол – норма витрат матеріалу, од/т продукції;

Q_{пр} – річний обсяг виробництва продукції, тонн.

Приймаємо для розрахунку два види пакувальних матеріалів: мішки місткістю 50 кг, пакети місткістю 1 кг.

У мішки фасується 50% основної продукції (крупа гречки) та 60% дрібки, всього 4185 т ($0,5 \cdot 8100 + 0,6 \cdot 225$).

У пакети фасується 50% крупи гречки та 40% дрібки, всього 4140 т ($0,5 \cdot 8100 + 0,4 \cdot 225$).

Для фасування тонни продукції потрібно 20 мішків або 1000 пакетів.

Вартість мішка 5 грн, вартість пакета – 0,6 грн.

Витрати на фасувальні матеріали дорівнюють:

$$В_{м,ф} = (5 \cdot 20 \cdot 4185 + 0,6 \cdot 1000 \cdot 4140) / 1000 = 419 + 2484 = 2903 \text{ тис грн.}$$

Енергія

У дану статтю включають витрати на електроенергію та пару для пропарювання сирої гречки, які використовуються на технологічні потреби.

Витрати на електроенергію визначають за формулою

$$В_{ел} = Т_{ел} \times Н_{ел} \times Q_{пр} ,$$

де $T_{ел}$ - тариф за електроенергію, в середньому за добу (без ПДВ) - 1,2 грн/кВт*год;

$N_{ел}$ - норма витрат електроенергії на виробництво крупи гречки – 160 кВт*год/т основної продукції;

$Q_{пр}$ – річний обсяг виробництва основної продукції, дорівнює 8100 тонн.

$$В_{ел} = 1,2 \times 160 \times 8100 / 1000 = 1555 \text{ тис грн}$$

Витрати на пару визначаються за формулою

$$В_{пар} = Т_{пар} \times Н_{пар} \times Q_{зер} ,$$

де $T_{пар}$ - тариф за пару (без ПДВ) - 400 грн/т;

$N_{пар}$ - норма витрат пари на переробку сирої гречки – 0,5 т/т зерна;

$Q_{зер}$ – річний обсяг переробки зерна гречки, дорівнює 11250 тонн.

$$В_{пар} = 400 \times 0,5 \times 11250 / 1000 = 2250 \text{ тис грн}$$

Витрати енергії дорівнюють

$$В_{ен} = В_{ел} + В_{пар} = 1555 + 2250 = 3805 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

У дану статтю включається фонд основної і додаткової заробітної плати основних виробничих працівників (ФОПосн), які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції. Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут). ФОПосн визначено у п. 10.3 та дорівнює 1440 тис грн.

Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи визначають за встановленими процентами (22%) від величини фонду оплати праці.

$$В_{соц} = 0,22 * 1440 = 317 \text{ тис грн}$$

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

$$А_{обл} = ОПВФ \times \frac{На}{100},$$

де ОПВФ - вартість основних промислово-виробничих фондів;

На - норма амортизаційних відрахувань (по будівлі – 5%, устаткуванню - 20%).

ОПВФ_{буд} (по будівлі) дорівнює 12636 тис грн

ОПВФ_{уст} (по устаткуванню) дорівнює 11760 тис грн.

в т.ч. ОПВФ_{уст,осн} (по устаткуванню основного виробництва) дорівнює 8400 тис грн;

А_{уст,інф} (по устаткуванню інфраструктури) дорівнює 3360 тис грн

$$А_{буд} = 0,05 * 12636 = 632 \text{ тис грн.}$$

$$А_{уст} = 0,2 * 11760 = 2352 \text{ тис грн}$$

$$\text{в т.ч. } А_{уст,осн} = 0,2 * 8400 = 1680 \text{ тис грн.}$$

$$А_{уст,інф} = 0,2 * 3360 = 672 \text{ тис грн}$$

$$А_{заг} = 632 + 2352 = 2984 \text{ тис грн}$$

А_{уст,осн} включається у статтю «Амортизація основних виробничих фондів».

А_{буд} та $\Delta A_{уст,інф}$ включаються у статтю «Загальновиробничі витрати».

Інші прямі витрати – В_{ін,пр}

Інші прямі витрати визначають у розмірі 10% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$Він = 0,1 * (2903+4255+1440+317+1680) = 0,1 * 10595 = 1060 \text{ тис грн}$$

Загальновиробничі витрати

Загальновиробничі витрати (Взв) визначають у розмірі 30% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$Взв = 0,3 * (10595 + 1060) = 0,3 * 11655 = 3497 \text{ тис грн}$$

Виробнича собівартість

Виробничу собівартість визначають як суму усіх попередніх витрат (витрат по усіх попередніх статтях).

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності

Адміністративні витрати (Вадм), витрати на збут (Взб), інші витрати основної діяльності (Він,од) визначають у розмірі, відповідно, 10%, 5%, 10% від величини виробничої собівартості за виключенням витрат на сировину.

$$Вадм = 0,1 * 15152 = 1515 \text{ тис грн}$$

$$Взб = 0,05 * 15152 = 758 \text{ тис грн}$$

$$Він,од = 0,1 * 15152 = 1515 \text{ тис грн}$$

Повна собівартість

Повну собівартість визначають як суму виробничої собівартості та накладних витрат (адміністративних, витрат на збут, інших витрат основної діяльності).

Результати розрахунків за статтями зведені у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Зведені витрати на виробництво продукції

Статті витрат	Сума витрат, тис грн
Сировина і основні матеріали	171281
Допоміжні матеріали	2903
Енергія	4255
Основна і додаткова заробітна плата	1440
Відрахування на соціальні заходи	317
Амортизація обладнання	1680

Інші прями витрати	1060
Загальновиробничі витрати	3497
Виробнича собівартість	186433
<i>Адміністративні витрати</i>	1515
Витрати на збут	758
Інші витрати основної діяльності	1515
Повна собівартість	190221
у т.ч. експлуатаційні витрати	187237

Експлуатаційні витрати, які відображають у останньому рядку (Векс) є різницею між повною собівартістю (Спов) та загальними амортизаційними відрахуваннями (Азаг)

$$\text{Векс} = \text{Спов} - \text{Азаг} = 190221 - 2984 = 187237 \text{ тис грн.}$$

Прибуток визначають як різницю між обсягами реалізації продукції і послуг (РП) та повною собівартістю (Спов) за формулою

$$\Pi = \text{РП} - \text{Спов} = 210583 - 190221 = 20362 \text{ тис грн}$$

Рентабельність продукції (Рпр)

$$R_{pr} = \frac{20362}{190221} \times 100 = 10,7\%$$

Рентабельність виробництва (Рвир) визначають діленням прибутку на суму вартості ОПВФ та оборотних коштів, за формулою

$$R_{vir} = \frac{\Pi}{\text{ОПВФ} + \text{ОК}} \times 100 = \frac{20362}{24396 + 21058} \times 100 = 44,7\%$$

6.5 Фінансова та економічна оцінка проекту

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

для інвестора

строк окупності інвестицій (Ток),

чиста приведена вартість проекту (ЧПВ),

для кредитора

строк повернення кредиту (Ткр).

При виконанні розрахунків приймають такі вихідні дані:

- 1) Ставку дисконтування прийнято на рівні 0,15.
- 2) Акциз і експортне мито відсутні.

3) Продаж проекту не передбачається.

4) Для економічної оцінки проекту приймають період T , який визначають за допомогою емпіричної формули

$$T = \frac{I}{\Pi} \times 1,5 + 1 = \frac{45454}{20362} \times 1,5 + 1 = 4,3 \text{ роки}$$

Приймаємо для розрахунків 5 років.

Для кредитування інвестицій прийнято такі умови.

1) Процентна ставка по кредиту 20% за рік.

2) Усі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту. У перші 3 року на погашення кредиту можуть бути використані амортизаційні відрахування.

Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів

Показники	Роки				
	1	2	3	4	5
Надходження коштів	168466	210583	210583	210583	210583
Експлуатаційні витрати	149790	187237	187237	187237	187237
Амортизаційні відрахування	2984	2984	2984	2984	2984
Проценти за кредит	6000	3814	84	-	-
Балансовий прибуток	9692	16548	20278	20362	20362
Податок на прибуток	1745	2979	3650	3665	3665
Чистий прибуток	7947	13569	16628	16697	16697
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	-	-	14112	16697	16697
Вільні грошові кошти	10931	16553	19612	19681	19681

В перший рік обсяг надходження коштів складає 80% від максимального рівня - 168466 тис грн ($0,8 \cdot 210583$), експлуатаційні витрати - 80% від максимального рівня – 149790 тис грн ($0,8 \cdot 187237$).

Сума сплати процентів за кредит у 1-ому році: $30000 \cdot 0,2 = 6000$ тис грн.

Погашення кредиту у 1-му році – 10931 тис грн.

Заборгованість по кредиту на початок 2-го року складає:

$$30000 - 10931 = 19069 \text{ тис грн.}$$

Сума сплати процентів за кредит у 2-ому році: $19069 * 0,2 = 3814$ тис грн.

Погашення кредиту у 2-му році – 16553 тис грн.

Заборгованість по кредиту на початок 3-го року складає:

$$19069 - 16553 = 2516 \text{ тис грн.}$$

Сума потенційного чистого прибутку у 3-му році дорівнює 16697 тис грн $[210583 - (187237 + 2984)] * 0,82\}$.

Величина потенційного чистого прибутку перевищує заборгованість на початок 3-го року. Тому повне погашення кредиту можна здійснити у 3-му році.

У 3-му році кредит може бути погашений за 2 місяці $[12 * (2516 / 16697)]$.

Сума сплати процентів у 3-му році: $2516 * 0,2 * (2/12) = 84$ тис грн

У 3-му році на підприємстві залишається чистий прибуток у розмірі 14112 тис грн $(16628 - 2516)$.

Графік повернення кредиту та сплати процентів по кредиту наведений у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредитах

Показники	Роки		
	1	2	3
Борг на початок року	30000	19069	2516
Погашення кредиту	10931	16553	2516
Борг на кінець року	19069	2516	-
Проценти за кредит	6000	3814	84

Строк повернення боргу – 2,2 року.

Розрахунок чистої приведеної вартості проекту і строку окупності інвестицій приведений у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок чистої приведеної вартості проекту і строку окупності інвестицій

Показники	Роки				
i	1	2	3	4	5
$(1 + 0,15)^i$	1,15	1,32	1,52	1,75	2,01
Вільні кошти, тис грн	10931	16553	19612	19681	19681
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис грн	9505	12540	12903	11246	9792
Чиста приведена вартість проекту, тис грн	-35949	-23409	-10506	740	10532

Строк окупності інвестицій – 3,9 роки $[3 + (10506/11246)]$.

Чиста приведена вартість інвестиційного проекту на кінець 5-го року складає 10532 тис грн,

Висновки

Основні техніко-економічні показники підприємства та проекту наведені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Основні техніко-економічні показники підприємства та інвестиційного проекту

Показники	Розмірність	Значення показників
1	2	3
1. Добова потужність підприємства	тонн	50
2. Обсяги переробки зерна	тонн	11250
3. Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	210583
1. Виробництво продукції в т.ч. крупа гречки проділ	тонн	- 8100 225
5. Повна собівартість	тис грн	190221
6. Прибуток	тис грн	20362
7. Чисельність працівників	люди	28
8. Фонд оплати праці	тис грн	1680
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	5000
10. Продуктивність праці	тис грн/ люди	7521

11. Вартість основних виробничих фондів	тис грн	24396
12. Оборотні кошти	тис грн	21058
13. Рентабельність продукції	%	10,7
14. Рентабельність виробництва	%	44,7
15. Інвестиції		45454
в т.ч. в основні виробничі фонди	тис грн	24396
в оборотні кошти		21058
16. Кредит на будівництво підприємства	тис грн	30000
17. Термін повернення кредиту	років	2,2
18. Термін окупності інвестицій	років	3,9
19. Чиста приведена вартість проекту за 5 років	тис грн	10532

Будівництво заводу з переробки зерна гречки в крупу продуктивністю 50 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Реалізація інноваційної технологічної схеми переробки гречки продуктивністю 50 т/добу забезпечує підвищення ефективності використання зернової сировини та стабілізацію якісних показників крупи. Техніко-економічний аналіз підтвердив доцільність впровадження запропонованого виробництва за рахунок зростання виходу ядриці, зниження частки побічних продуктів та оптимізації витрат ресурсів. Структурно-хімічні характеристики зерна гречки визначають його технологічну поведінку та впливають на ефективність операцій очищення, лущення і сортування. Недоліки традиційних технологічних схем полягають у недостатній селективності очищення, підвищеній частці подрібненого ядра та високій енергоємності процесів. Впровадження воднотеплової обробки інтенсифікує процес лущення, підвищує міцність ядра та знижує утворення подрібнених фракцій.

Застосування оптичного сортування на етапі контролю готової крупи забезпечує додаткове вилучення дефектної ядриці та забарвлених зерен, що не були відокремлені на попередніх стадіях очищення, і підвищує однорідність та товарну якість кінцевого продукту. Оптимізація підбору обладнання забезпечує узгодженість продуктивності технологічних ліній та стабільність матеріальних потоків без перевантаження окремих вузлів. Система аспірації знижує пилове навантаження, мінімізує втрати дрібнодисперсних фракцій та стабілізує санітарно-гігієнічні параметри виробництва. Оптимізація енергетичних і матеріальних витрат досягається за рахунок удосконалення режимів воднотеплової обробки та підвищення ефективності очищення і сортування зерна.

Запропонована технологічна схема забезпечує підвищення виходу товарної продукції та зменшення частки відходів, що підтверджує її технологічну та економічну ефективність для промислового впровадження.

Будівництво заводу з переробки зерна гречки в крупу продуктивністю 50 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9

роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Lee DG, Woo SH, Choi JS. Biochemical Properties of Common and Tartary Buckwheat: Centered with Buckwheat Proteomics. Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat [Internet]. 2016;239–59. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803692-1.00019-5>
2. Luthar Z. Buckwheat Genetic Resources in Central Europe. Buckwheat Germplasm in the World [Internet]. 2018;127–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-811006-5.00014-8>
3. Taguchi G. Flavonoid Biosynthesis in Buckwheat. Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat [Internet]. 2016;377–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803692-1.00030-4>
4. Suvorova G, Zhou M. Distribution of Cultivated Buckwheat Resources in the World. Buckwheat Germplasm in the World [Internet]. 2018;21–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-811006-5.00003-3>
5. Škrabanja V, Kreft I. Nutritional Value of Buckwheat Proteins and Starch. Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat [Internet]. 2016;169–76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803692-1.00013-4>
6. Pirzadah TB, Rehman RU. Origin and History of Buckwheat. Buckwheat: Forgotten Crop for the Future [Internet]. 2021 May 18;1–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1201/9781003089100-1>
7. BONAFACCIA G, FABJAN N. Nutritional comparison of tartary buckwheat with common buckwheat and minor cereals. Acta agriculturae Slovenica [Internet]. 2003 Oct 1;81(2). Available from: <http://dx.doi.org/10.14720/aas.2003.81.2.15303>
8. Janovská D, Hlásná Čepková P. Nutritional Aspects of Buckwheat in the Czech Republic. Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat [Internet]. 2016;177–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803692-1.00014-6>

9. Pirzadah TB, Rehman RU. Strategies for Buckwheat Crop Improvement Using Modern Approaches. Buckwheat: Forgotten Crop for the Future [Internet]. 2021 May 18;85–108. Available from: <http://dx.doi.org/10.1201/9781003089100-6>
10. Ikeda K, Ikeda S. Factors Important for Structural Properties and Quality of Buckwheat Products. Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat [Internet]. 2016;193–202. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803692-1.00015-8>
11. Zhou M, Tang Y, Deng X, Ruan C, Kreft I, Tang Y, et al. Overview of Buckwheat Resources in the World. Buckwheat Germplasm in the World [Internet]. 2018;1–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-811006-5.00001-x>
12. Zhou M, Tang Y, Deng X, Ruan C, Ding M, Shao J, et al. Description of Cultivated Common Buckwheat. Buckwheat Germplasm in the World [Internet]. 2018;53–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-811006-5.00006-9>
13. Sytar O, Biel W, Smetanska I, Brestic M. Bioactive Compounds and Their Biofunctional Properties of Different Buckwheat Germplasms for Food Processing. Buckwheat Germplasm in the World [Internet]. 2018;191–204. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-811006-5.00019-7>
14. Brunori A, Nobili C, Procacci S. Toward the Use of Buckwheat as an Ingredient for the Preparation of Functional Food. Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat [Internet]. 2016;219–27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803692-1.00017-1>
15. Rana JC, Singh M, Chauhan RS, Chahota RK, Sharma TR, Yadav R, et al. Genetic Resources of Buckwheat in India. Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat [Internet]. 2016;109–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-803692-1.00009-2>
16. Wijngaard, H. H., & Arendt, E. K. (2006). Buckwheat. Cereal chemistry, 83(4), 391-401.
17. Ikeda, K. (2002). Buckwheat composition, chemistry, and processing.

18. Ahmed, A., Khalid, N., Ahmad, A., Abbasi, N. A., Latif, M. S. Z., & Randhawa, M. A. (2014). Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. *The Journal of Agricultural Science*, 152(3), 349-369.

19. Pomeranz, Y., & Lorenz, K. (1983). Buckwheat: Structure, composition, and utilization. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 19(3), 213-258.

20. Van Hung, P., Maeda, T., & Morita, N. (2009). Buckwheat starch Structure and characteristics A review. *Eur. J Plant Sci. Biotechnol*, 3, 23-28.

21. Радченко, М. В., & Дутченко, З. Я. (2013). Вплив воднотеплової обробки зерна гречки на вихід та якість крупи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, (11), 128-130.

22. Бутенко, А. О., Протовень, В. В., Кравець, В. В., Тригубенко, А. А., & Карлашов, А. В. (2021, December). СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ГРЕЧКИ. In *The XII International Science Conference «Topical tendencies of science and practice»*, December 07–10, 2021, Edmonton, Canada. 601 p. (p. 23).

23. Ковальова, О. С. (2022, December). Інноваційна технологія виробництва гречаної крупи. In *The 14th International scientific and practical conference “Modern stages of scientific research development”* (December 27-30, 2022) Prague, Czech Republic. *International Science Group* (pp. 453-460).

24. Горбенко, О. А. АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КРУПИ ГРЕЧАНОЇ. Рекомендовано до друку рішенням вченої ради інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету. Протокол № 1 від 29.09. 2016 р. Редакційна колегія: Головний редактор: ДВ Бабенко, к. т. н., професор, 76.

25. Хахула, Б. (2022). Кластери, як засіб інноваційного розвитку вирощування круп'яних культур в Україні. *Економічний дискурс*, (1-2), 117-126.

26. Антоненко, А. А. (2022). Обґрунтування технології виробництва гречаних пластівців з використанням інфрачервоного випромінення.
27. Kalashnyk, O. V., Moroz, S. E., Varabolia, O. V., & Remizova, N. L. (2019). ЯКІСТЬ КРУПИ ГРЕЧАНОЇ, ІМПОРТОВАНОЇ В УКРАЇНУ. Scientific Progress & Innovations, (2), 28-38.
28. Бабенко, Д. О. (2025). Удосконалення технології виробництва крупи гречаної, що не потребує варіння.
29. Шаповаленко, О. І., Євтушенко, О. В., & Тertiшна, Ю. П. (2014). Створення композиційної круп'яної суміші (Doctoral dissertation).
30. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. К.: ВПОРЛ, 1998. 148 с.
31. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. Київ: Мін.Соц.Політики. 2017. 74 с.
32. Шутенко, Є.І. Технологія круп'яного виробництва: навч. Посібник [Текст] / Є.І. Шутенко, С.М. Соц. – К.: Освіта України, 2010. – 272 с.