МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту
"_____" _____ 20___ р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Андрій ЧЕРНЕГА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
БАКАЛАВРА

ПРОЕКТ БУДІВНИЦТВА ЗАВОДУ З ПЕРЕРОБЛЕННЯ ЗЕРНА ГРЕЧКИ ПРОДУКТИВНІСТЮ 80 Т/ДОБУ В М. ТЕТІЇВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав – студент IV курсу, групи 41-т
Освітньої програми Харчові технології
Спеціальності 181 Харчові технології
Ліштван Іван Іванович
Керівник – к. с.-г. н., доцент
Герасимчук Олена Петрівна

Умань – 2025

ЗМІСТ

	АНОТАЦІЯ	
1	АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ	
1.1	Характеристика підприємства або місця проєктування	
1.2	Обґрунтування виробництва заданого асортименту продукції	
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1	Оцінювання, транспортування, приймання і зберігання сировини	
2.1.1	Оцінювання сировини і допоміжних матеріалів	
2.1.2	Транспортування, приймання і зберігання сировини	
2.2	Технологія виробництва	
2.2.1	Розроблення, обґрунтування та опис технологічної схеми виробництва	
2.2.2	Аналіз небезпечних факторів та встановлення критичних контрольних точок на основі принципів НАССР при виробництві	
2.2.3	Вимоги до якості готової продукції, стандарти	
2.3	Розрахунок виходу продукції	
3	ПІДБІР І РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ	
4	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ	
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	
6	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ	
	ВИСНОВКИ	
	ДОДАТКИ	
	Додаток А	
	Додаток Б	
	Додаток В	
	Додаток Г	

АНОТАЦІЯ

Україна входить до трійки найбільших світових виробників гречки. Формування та функціонування ринку зерна круп'яних культур країни вимагає врахування не лише природо-економічних факторів, а й відповідного рівня розвитку ринку, що потребує розробки науково обґрунтованих рішень, як складової загальноукраїнського ринку круп'яних культур. В цих умовах особливої актуальності набуває практичне застосування економічних важелів формування ринку зерна круп'яних культур, виявлення закономірностей і тенденцій виробництва, опрацювання пропозицій щодо перспектив та напрямів його ефективного функціонування.

Виробництво круп в Україні з кожним роком зростає. А через війну та проблеми з експортом зерна, увага до переробки зараз подвійна. При бажанні та необхідності Україна може переробляти до 1,5 млн т круп'яної сировини на рік та виготовляти різні крупи. Попит на крупи на внутрішньому і зовнішньому ринках відрізняється. Гречка – фаворит серед круп в Україні, але в Європі її споживають в значно менших об'ємах. Основні покупці гречаної крупи це Польща, Німеччина та Ізраїль. Також крупа користується попитом в Сербії, але вона традиційно там і вирощується.

Гречка в Україні – не просто крупа, це індикатор економічної стабільності народу: є гречка – отже, поки що все добре, голоду не буде. Якщо з полиць вона зникає – намічається криза. Гречка – культура не дуже поширена, її вирощуванням у світі займаються лише 24 держави. Це зараз вона найдорожча. А коли гречана крупа коштувала 10 грн за кілограм, за споживанням вона була в Україні на першому місці. Нині, коли коштує в середньому 35–40 грн, то, природно, поступилася позиціями. Тепер на першому місці за споживанням – вівсяна крупа, потім перловка, рис. Гречка на четвертому місці, за нею – пшоно. Хоча воно і дешевше.

Попри високу цінову політику, попит на гречану крупу залишається достатньо високим, тому є необхідність у зростанні обсягів її виробництва. В

дипломному проєкті узагальнено теоретичні**,** методичні та практичні підходи щодо розроблення проекту будівництва заводу з перероблеення гречки.

Проєкт будівництва заводу розрахований на вихід крупи ядриці пропареної – 62,0 %. Будівництво планується проводити на території Тетіївського ХПП. Всі будівельні роботи виконуються згідно норм і нормативів, вимог правил з техніки безпеки, охорони праці та навколишнього природного середовища, що нині діють на території України.

Технологічний процес виробництва крупи гречаної згідно дипломного проєкту передбачає здійснювати помел зерна сухим способом з подальшою гідротермічним обробленням зерна. Технологічна схема включає двоетапне сепарування зерна. У лущильному відділенні круп’яного заводу буде встановлене високопродуктивне обладнання, яке забезпечить калібрування зерна на шість фракцій, з різницею між розмірами зерен окремих фракцій 0,2–0,3 мм. Для управління виробничим процесом передбачено застосування автоматичних та мікропроцесорних систем, що дозволить вести технологічний процес по чітко заданому графіку з високою стабільністю в цілому.

Реалізація запропонованих стратегій та технологічних рішень у комплексі із реструктуризаційними заходами дозволить створити конкурентоспроможне підприємство круп'яної галузі. Економічний ефект проєкту будівництва круп’яного заводу забезпечено застосуванням високопродуктивного технологічного обладнання, високим прибутком (більше 11 млн. грн.), рівнем рентабельності виробництва (15,7 %) та швидким терміном окупності капіталовкладень (1,5 роки).

1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ

1.1. Характеристика підприємства або місця розташування

Проектом передбачено будівництво заводу з перероблення гречки продуктивністю 80 т/добу в м. Тетіїв Київської області. Проект будівництва круп'яного заводу розрахований на виробництво гречаних круп з виходом: крупи ядриці пропареної – 62 %, крупи подрібненої (проділ) – 5 %. Виготовлений асортимент продукції буде реалізовуватись в районі розміщення підприємства і прилеглих до нього регіонів та за рахунок правильної організації роботи системи менеджменту та маркетингу заводу значна частина продукції буде експортуватись в країни ЄС.

Підприємство забезпечить потребу у гречаних крупах населення Київської області, а також прилеглих до неї районів та областей. Крім того, це сприятиме позитивному логістичному ефекту, оскільки відбудеться зменшення затрат на перевезення сировини та виготовленого продукту від джерел її вирощування та перероблення до районів її споживання.

Переважна кількість сировини надходитиме на круп'яний завод з територій, які знаходяться поблизу розміщення підприємства. Це матиме позитивний ефект та сприятиме збільшенню посівних площ вирощування гречки в даному регіоні. Проте, деяка її кількість постачатиметься з прилеглих територій.

Планується успішне конкурування з іншими зернопереробними підприємствами за рахунок виготовлення високоякісної продукції, що має попит на ринку споживачів за рахунок використання та впровадження сучасного високоефективного обладнання та технологій. На часі запровадження безвідходних та маловідходних технологій виробництва – планується в подальшому використовувати відходи виробництва, а саме лузгу, для виготовлення лікувально-ортопедичних матраців та подушок на її основі, для цього в планах будівництво окремого цеху.

1.2. Обґрунтування виробництва заданого асортименту продукції

Асортимент продукції є ключовим фактором, що впливає на конкурентоспроможність підприємства, ефективність виробництва та задоволення потреб споживачів. У контексті виробництва круп із зерна гречки доцільність розширення або оптимізації асортименту зумовлюється як економічними чинниками, так і сучасними тенденціями харчової промисловості.

Гречка традиційно займає вагоме місце у харчовій структурі населення України. Вона є джерелом білка, клітковини, вітамінів групи В, магнію, заліза, антиоксидантів і не містить глютену, що робить її придатною для людей із целіакією або алергією на глютен. Водночас гречана крупа характеризується високими смаковими якостями, добрим засвоєнням організмом і широкими можливостями кулінарного використання.

На сучасному ринку представлені кілька основних видів гречаної крупи, зокрема: ядриця (цільне зерно, очищене від оболонок); проділ (дроблена гречка); гречка швидкого приготування (пропарена); зелена гречка (необсмажена, сирова крупа, популярна серед прихильників здорового харчування); гречана мука (застосовується у виробництві дієтичних продуктів та безглютенової випічки).

Вибір саме асортименту гречаних круп як об'єкта дослідження обумовлений кількома чинниками:

1. Попит і споживчі тенденції. Гречка є одним із найпопулярніших продуктів в Україні, її споживання стабільно високе, особливо в періоди економічної нестабільності, коли населення орієнтується на недорогі, але поживні продукти. За даними Державної служби статистики, середньорічне споживання гречки на душу населення в Україні перевищує 3–4 кг, що свідчить про значну нішу на ринку.

Окрім того, останнім часом зростає попит на альтернативні форми гречки, зокрема зелену гречку, що не проходить термічну обробку і позиціонується як продукт здорового харчування. Її популярність зростає серед вегетаріанців, веганів і осіб, які дотримуються принципів «raw food» або безглютенової дієти.

2. Технологічна гнучкість обробки гречки. Гречка добре піддається різним видам технологічної обробки: очищенню, сушінню, шліфуванню, дробленню, пропарюванню, фасуванню тощо. Це дозволяє варіювати асортимент залежно від потреб цільової аудиторії або зміни ринкової кон'юнктури. Наприклад, із того самого виду сировини (зерна гречки) можна виробляти як ядрицю преміум-класу, так і подрібнену крупу для дитячого або дієтичного харчування.

Також технології дозволяють організувати виробництво круп швидкого приготування, що особливо актуально для зайнятих споживачів, мандрівників або військових потреб.

3. Можливість безвідходного виробництва. У процесі переробки гречки утворюється певна кількість побічних продуктів (лузга, відходи оболонок, дрібна фракція тощо), які можуть бути використані у тваринництві або для виробництва кормів. Це створює передумови для раціонального використання сировини і підвищення економічної ефективності виробництва. Розширення асортименту дозволяє краще використовувати всі фракції зерна та зменшити втрати.

4. Конкурентні переваги на ринку. Виробництво розширеного асортименту гречаних круп дозволяє підприємству позиціонувати себе як гнучкий, клієнтоорієнтований виробник, здатний швидко реагувати на запити споживачів. Наприклад, крім стандартної крупи, можна налагодити виробництво гречаної суміші з овочами, гречаних пластівців або комбінованих круп для спеціалізованих дієт (наприклад, для діабетиків).

Обґрунтування вибору асортименту виробництва круп із зерна гречки ґрунтується на поєднанні технологічних можливостей, економічної доцільності та високого споживчого попиту. Дослідження цього напрямку дозволяє запропонувати оптимальні шляхи організації виробництва, підвищення якості та розширення асортименту продукції, що, у свою чергу, сприятиме задоволенню потреб ринку та підвищенню ефективності діяльності підприємства. Тема є актуальною як у науковому, так і у практичному аспектах, що робить її доречною для дипломного дослідження.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Оцінювання, транспортування, приймання і зберігання сировини

2.1.1. Оцінювання сировини і допоміжних матеріалів. Гречана крупа є продуктом переробки зерна гречки посівної, яка традиційно використовується в українській кухні завдяки високим смаковим і поживним властивостям. У технологічному аспекті розрізняють декілька видів гречаних круп, кожен з яких має свої особливості виробництва та використання: ядриця – цілі ядра гречки, очищені від лузги, буває пропареною або непропареною; проділ – дроблені ядра, отримані при лущенні, частково пошкоджені; січка – найдрібніші частки ядра, що утворюються під час подрібнення; зелена гречка – необроблене термічно зерно. Крім цього, гречані крупи поділяються на сорти згідно з ДСТУ 7697:2015 – вищий, перший та другий сорт, які визначаються за чистотою крупи, вмістом сторонніх домішок, пошкоджених і недозрілих зерен.

Хімічний склад гречаних круп є збалансованим і забезпечує високий вміст білків, незамінних амінокислот, вітамінів групи В, а також мікро- та макроелементів.

Таблиця 2.1

Середній хімічний склад гречаних круп (на 100 г продукту)

Показник	Ядриця	Проділ	Зелена гречка
Калорійність, ккал	308	310	295
Білки, г	12.6	10.8	13.3
Жири, г	3.3	2.9	2.6
Вуглеводи, г	62.1	65.5	57.5
Харчові волокна, г	10.0	9.2	11.3
Кальцій, мг	20	17	21
Магній, мг	200	180	231
Фосфор, мг	298	270	347
Залізо, мг	6.7	5.2	7.2
Вітамін B1, мг	0.43	0.38	0.49
Вітамін B2, мг	0.20	0.17	0.22
Вітамін PP (ніацин), мг	4.2	3.7	5.1

Білок гречки по поживності повноцінніше білка зернових злакових культур і наближається за своїми властивостями до білка бобових. Гречана крупа відрізняється високою калорійністю. Ліпіди, як і в інших крупах, представлені в основному на 80 % ненасиченими жирними кислотами, в основному пальмітинової і олеїнової. Вітамін Е, що володіє антиокислювальної активністю, сприяє гарній зберігання крупи. Завдяки тому, що основна частина зародка перебуває всередині ендосперму і не видаляється при лущення, в крупі залишається багато вітамінів і мінеральних елементів.

Гречана крупа вироблена з пропареного зерна гречки. Містить високу кількість білка, багатого незамінними для людського організму амінокислотами. Гречка багата лецитином, тому корисна при захворюванні печінки, нервової та серцево-судинної систем. Крупа гречана добре засвоюється організмом, живильна і калорійна.

Проділ – це роздроблене ядро, що проходить через сито з отворами розмірами 1,6х20 мм і в той же час не проходить через металоткане сито № 080. Як правило спеціально проділ не отримують, його виробництво обумовлене недосконалістю технологічного процесу [ ].

Із зерна гречки виробляють також і гречане борошно, придатне для виготовлення млинців, галушок, вареників, здавна відомих українських «гречаників», печива, макаронів, і навіть деяких сортів шоколаду. Борошно з гречки відрізняється високим вмістом білків і незамінних амінокислот. За вмістом однієї з найважливіших незамінних амінокислот –лізином, гречка переважає просо, пшеницю, жито, рис і наближається до соєвих бобів. За вмістом треоніну, ця круп'яна культура превалює над пшеницею і житом, за вмістом валіну, лейцину та фенілаланіну прирівнюється до молока і яловичини, а за вмістом триптофану – не поступається продуктам тваринного походження. Вміст у гречаному борошні мінеральних речовин (Ca, Mg, P, Fe, Na) та вітамінів (тіаміну, рибофлавіну, ніацину) вищий порівняно з пшеничним борошном, а вітаміну Е вдвічі більше, ніж у пшениці – 66,3 і 0,3 мкг/г відповідно. Отже, вітаміни та вищезазначені мінеральні речовини, котрі містяться в оболонках

пшениці і видаляються у висівки при помелі, може успішно замінити борошно з гречки [ ].

Все більшим попитом останнім часом користуються круп'яні продукти швидкого приготування. Одним з найбільш складних об'єктів для отримання пластівців є гречана крупа, через крихку структуру ядра, навіть пропареної гречки [5].

Завдяки високому вмісту магнію, заліза, цинку та відсутності глютену гречка рекомендована в раціонах харчування людей із захворюваннями серцево-судинної системи, цукровим діабетом, целіакією тощо.

Згідно з чинними нормативами, гречані крупи повинні відповідати вимогам безпечності щодо мікробіологічних, хімічних та фізичних показників. Основними документами, що регулюють ці показники, є ДСТУ 7697:2015, СанПіН 2.3.2.1078-01, а також Наказ МОЗ України №368 від 13.05.2013 р.

Гречані крупи фасуються відповідно до вимог ГОСТ 26927–86 (у частині пакування харчової продукції). Основні форми пакування: поліетиленові пакети масою 0.5–5 кг; багатошарові мішки (до 50 кг) – для оптових постачань; картонні коробки або вакуумне пакування – для збереження якості.

Вимоги до маркування (відповідно до ДСТУ 4518:2008): назва продукту; найменування та адреса виробника; маса нетто; дата виготовлення, строк придатності; умови зберігання; енергетична та харчова цінність; позначення стандарту (наприклад, ДСТУ 7697:2015).

Використання принципів HACCP для контролю виробництва гречаних круп. Впровадження системи аналізу небезпечних факторів і контролю критичних точок (HACCP) у виробництво круп дозволяє гарантувати безпечність готової продукції на всіх етапах технологічного процесу.

Принципи системи HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) під час виробництва гречаних круп спрямовані на забезпечення їх безпечності для споживача. Першим етапом є виявлення потенційних небезпек — біологічних (мікроорганізми), хімічних (залишки пестицидів) і фізичних (домішки, сторонні предмети). Далі визначаються критичні контрольні точки (ККТ), наприклад,

очищення, термічна обробка або сортування. Для кожної ККТ встановлюються критичні межі (наприклад, температура або рівень вологості).

Регулярно здійснюється моніторинг параметрів у ККТ з використанням відповідного обладнання. У разі відхилень розробляються коригувальні дії — наприклад, повторна очистка або вилучення партії. Також ведеться документація всіх процедур і результатів контролю. Система HACCP передбачає валідацію ефективності заходів безпеки та їх регулярний перегляд.

Таблиця 2.2

Приклад застосування принципів HACCP до виробництва гречаних круп

Етап процесу	Можлива небезпека	Засоби контролю	Критичні межі	Коригувальні дії
Приймання зерна	Пестициди, мікотоксини	Лабораторний аналіз	≤ ГДК	Відмова від партії
Складування	Пліснява, комахи	Вологість, температура	Вологість ≤ 14%	Сушка, фумігація
Пропарювання	Недостатня термообробка	Температурний контроль	T ≥ 100°C, ≥10 хв	Повторне пропарювання
Пакування	Мікробіологічне забруднення	Чистота обладнання	Відсутність забруднень	Повторне очищення
Зберігання	Вторинне забруднення	Гігієнічні умови складу	Вологість ≤ 70%	Перевірка стану тари

Упровадження HACCP дозволяє запобігати ризикам ще до їх виникнення, підвищує якість продукції та забезпечує відповідність законодавчим вимогам. Таким чином, контроль безпечності охоплює всі етапи — від надходження сировини до фасування готової продукції.

2.1.2. Транспортування, приймання і зберігання сировини. *Транспортування* гречки є важливим етапом у логістичному ланцюгу постачання зернової сировини до переробних підприємств. Якість перевезення

безпосередньо впливає на збереження фізико-хімічних показників зерна, а отже — і на якість готової продукції. Гречка транспортується як насипом, так і в мішках, залежно від умов договору постачання, відстані транспортування та технічних можливостей підприємства. Найчастіше для перевезення використовуються залізничні вагони (хопери-зерновози), автомобільний транспорт (самоскиди, зерновози) або контейнерні перевезення. Перед завантаженням транспорт повинен бути ретельно очищений від залишків попереднього вантажу, сухий і не мати ознак зараження шкідниками або пліснявою. Особливу увагу слід звертати на герметичність кузова та захист від атмосферних опадів, адже підвищена вологість негативно впливає на якість гречки, спричиняючи її самозігрівання та розвиток мікрофлори.

Приймання гречки. Процес приймання гречки на переробне підприємство передбачає суворий контроль якості та кількості сировини, що надходить. Приймання здійснюється згідно з діючими стандартами — зокрема, за вимогами ДСТУ 4524:2006 (Гречка. Технічні умови) та супровідною документацією (накладні, сертифікати якості, ветеринарні свідоцтва тощо).

Контроль якості включає органолептичну оцінку (запах, колір, наявність сторонніх домішок), визначення вологості (не повинна перевищувати 16%), вмісту смітної та зернової домішки, зараженості шкідниками, а також показників натури та масової частки ядра. У разі виявлення невідповідностей партія підлягає або доочищенню, або поверненню постачальнику.

Кількісне приймання виконується через зважування на сертифікованих вагах. Якщо транспортування здійснювалось у мішках, проводиться вибіркове зважування окремих одиниць тари з подальшим екстрапольованим підрахунком загальної маси.\Вся інформація про прийняту партію заноситься до журналу приймання сировини, що є частиною системи простежуваності продукції на підприємстві.

Зберігання гречки. Зберігання гречки до моменту її переробки має забезпечувати збереження її споживчих якостей, запобігання біохімічним змінам, зараженню шкідниками і розвитку мікрофлори. Для цього

використовуються спеціалізовані зерносховища — силоси, склади напільного зберігання, а також герметизовані бункери. Оптимальні умови зберігання гречки: вологість зерна: не більше 14% для довготривалого зберігання; відносна вологість повітря у складі: не більше 65%; температура зберігання: від +5°C до +15°C; регулярна вентиляція для запобігання самозігріванню; періодичне перемішування зернової маси (у разі напільного зберігання); систематичний моніторинг зараженості шкідниками та фумігаційна обробка за необхідності.

Зерно розміщується окремо за партіями, відповідно до показників якості та походження. Використовуються пробовідбірники для контролю стану сировини під час зберігання. Залежно від плану виробництва, гречку зберігають від кількох днів до кількох місяців.

Варто також зазначити, що відповідно до вимог HACCP, кожен етап транспортування, приймання та зберігання повинен мати визначені критичні контрольні точки, які забезпечують безпечність та якість сировини для подальшої переробки.

2.2 Технологія виробництва

2.2.1. Розроблення, обґрунтування та опис технологічної схеми виробництва. Технологічний процес перероблення зерна гречки в крупу складається з трьох основних етапів: підготовка зерна до перероблення (очищення зерна від домішок, гідротермічне оброблення, фракціонування зерна), перероблення зерна в крупу, фасування (затарювання) і відпуск готової продукції.

Представлена технологічна схема включає двоетапне очищення - сепарування: I – в зерноочисному відділенні, II – в лущильному відділенні. Даний процес забезпечує рівномірне навантаження обладнання вирівняним за розміром та крупністю зерном та високу точність остаточного сортування, а також попереднє сортування зерна гречки та три фракції забезпечує ефективне очищення зерна від домішок.

Схема зерноочисного відділення. Зерно гречки з оперативних бункерів (№1-6) шнеком подається на автоматичні ваги Д-20, зважується, проходить магнітний захист та направляється на скальпелятор А1-БЗО для видалення з маси зерна грубих домішок.

Потім зернова маса направляється на І систему сепатування – сепаратор БСХ-6 для видалення крупних та дрібних домішок. Після проходження першої системи сепарування, зерно проходить знову магнітний захист та надходить у каменевідбірну машину Р3-БКТ-100, де видаляють однорідні за розмірами, але більші за густиною домішки.

Далі зерно надходить на ІІ систему сепарування, де повторно видаляють крупні та дрібні домішки. Для того, щоб процес очищення відбувався ефективніше на розсійнику 1 зерно розділяється на два потоки. Крупне зерно надходить на розсійник 2, дрібне зерно – на розсійник 3. Зерно гречки з розсійника 2 проходить через аспіратор А1-БДА-5 і разом з зерном, очищеним на розсійнику 3 надходить на трієр-вівсюговідбірник А9-УТО-6 для відокремлення видовжених домішок.

Очищене зерно направляють в бункер для очищеного зерна та на гідротермічну обробку (в три етапи: пропарювання, сушіння, охолодження). ВТО (водно-теплова обробка) зерна здійснюється для покращення його структурно-механічних властивостей, а саме зміцнення ядра, підвищення крихкості оболонок, що дозволяє збільшити вихід ядриці на 7-10 %, скорочує час варіння каші до 20-25 хв., надає крупи приємного запаху та смаку, а також подовжує тривалість зберігання.

Процем пропарювання зерна гречки здійснюють на апараті періодичної дії А9-БПБ впродовж 5 хвилин, одразу спрямовують на сушіння в апараті ВС-12М та охолодження в колонці ДГ-2. Сушіння здійснюють до вологості зерна не більше 13,5%, охолодження до температури 6-8 °С.

Після проходження ВТО зерно провіюють на сепараторі А1-БДА-5, для видалення легких домішок, які відділились в процесі воднотеплової обробки.

Схема лущильного відділення. Перед процесом лущення зерно гречки сортують на фракції у два етапи (попереднього та остаточного).

Після попереднього сортування одержують три потоки зерна: перший (прохід сита Ø 4,2 мм), другий (прохід сита Ø 4,5 мм), третій (схід сита Ø 4,5 мм).

Перший потік зерна (дрібне) надходить у розсійник, де отримуємо зерно III фракції (схід сит Ø 4,0 мм), IV фракції (схід сит Ø 3,0 мм), V фракції (проходом сит Ø 3,0 та 4,0 мм). Потім III і IV фракції зерна направляють на розсійник для подальшого калібрування: III фракцію отримують проходом сит Δ 6,0 мм, IV фракцію - проходом сит Δ 5,5 мм.

Другий потік зерна також калібрують на розсійнику, де отримують II фракцію (схід сит Δ 6,5 мм), а прохід сит Ø 4,2 мм направляють для фракціонування на III і IV фракції.

Третій потік зерна (крупне) також направляють на розсійник, де отримують I фракцію зерна (прохід сит Δ 7,0 мм і Δ 7,5 мм), прохід Ø 4,2 мм направляють для фракціонування на II фракцію.

Зерно усіх фракцій проходить контроль відходів в крупосортувальній машині А1-БКГ з ситами Δ 7,0 мм і Ø 1,2 мм.

Далі зерно надходить на лущення, яке виконується на вальцьо-декових верстатах СГР-600 (мають абразивні вальці і дека). Щоб запобігти надмірній крихкості ядра зерно лущать за низьких коефіцієнтів лущення.

Наступним етапом є сортування продуктів лущення на розсійниках А1-БРУ на нелущені зерна, ядрицю та проділ з борошенцем. Нелущене зерно разом з лузгою після видалення з нього лузги в аспіраторах надходить на повторне лущення у ті ж самі вальцьо-декові верстати.

Ядрицю зі сходів із сит направляють на контроль в розсійники (сита Δ 8,5 мм і Δ 5,0 мм – додатково видаляють домішки, сита з отворами 1,6х20 мм та 1,7х20 мм – проділ та борошенце), а проходи цих сит з сумішшю проділу, лузги і борошенця направляють окремо також на контроль відходів у розсійники. Потім двократно пропускають крізь аспіратор та падді-машину.

Проділ направляють на контроль у розсійнику (прохід сита №1,4 – виділяють ядрицю, яку направляють на контроль ядриці, прохід сита №085 – борошенце, схід сита - проділ, який провіюють для видалення лузги).

Крупні частинки лузни та дрібні частинки проділу мають подібні аеродинамічні властивості, тому проділ поділяють на два потоки, для ефективнішого відділення плівок: прохід сита отворами 1,6х20 мм та схід сита отворами 1,6х20 мм. Кожний потік двократно провіюють на аспіраційних колонках А1-БКА, потім об`єднують та пропускають через магнітний захист.

Виділена лузга проходить також контроль в розсійниках двома потоками: І крупна лузга – лузга перших двох фракцій, ІІ дрібна лузга – лузга ІІІ, IV, V і VI фракцій.

З кожного розсійника отримують три види продукту: відходи І та ІІ категорії (прохід сит Ø 2,0 мм), лузгу (прохід сит з отворами 2,6х20 мм і 2,3х20 мм, потім додатково двократно провіюють в аспіраторах) та цілі ядра (схід сит з отворами 2,6х20 мм і 2,3х20, однократно провіюють в аспіраторах та на повторне лущення IV і VI фракції).

Одержану в аспіраторах лузгу об’єднують (вміст частинок ядра не повинен перевищувати 1 %).

2.2.2. Аналіз небезпечних факторів та встановлення критичних контрольних точок на основі принципів НАССР при виробництві. Розроблено структурований аналіз небезпечних чинників при виробництві гречаних круп на круп’яному заводі відповідно до принципів НАССР. Аналіз охоплює ідентифікацію небезпечних чинників, їх оцінювання, визначення ступеня ризику, потреби в керуванні, а також використання дерева рішень для встановлення критичних контрольних точок (ККТ).

Приймання сировини *(неочищене зерно гречки)***.** Можливі небезпечні чинники: біологічні: мікотоксини (афлатоксини, охратоксин А), плісняві гриби, бактерії (наприклад, Salmonella); хімічні: залишки пестицидів, важкі метали; фізичні: домішки (камінці, шматки металу, скло). *Оцінка ризику:*

Небезпечний чинник	Ймовірність	Вплив	Ступінь ризику	Потреба в керуванні
Мікотоксини	Висока	Високий	Суттєвий	Так
Пестициди	Середня	Високий	Суттєвий	Так
Домішки (каміння)	Висока	Середній	Суттєвий	Так

Дерево рішень:

Чи існує контроль для цього небезпечного чинника на попередньому етапі? – Ні

Чи може цей чинник бути суттєвим? – Так

Чи можна його усунути або знизити на цьому етапі до прийнятного рівня? – Так

Чи потрібна подальша дія для запобігання? – Так

ККТ1 - Контроль якості вхідної сировини (лабораторний аналіз)

Очищення зерна. Можливі небезпечні чинники: фізичні: залишкові домішки; біологічні: пліснява на зернах; хімічні: немає нових. *Оцінка ризику:*

Небезпечний чинник	Ймовірність	Вплив	Ступінь ризику	Потреба в керуванні
Фізичні домішки	Середня	Середній	Суттєвий	Так
Пліснява	Низька	Середній	Несуттєвий	Ні

Дерево рішень (для фіз. домішок):

Чи є контроль раніше? – Так, але не повний

Чи є суттєвим? – Так

Чи можна усунути? – Так

Чи потрібна дія? – Так

ККТ2 - Очищення/сепарація зерна

Термічна обробка (пропарювання/сушка). Можливі небезпечні чинники: біологічні: знищення патогенів; хімічні: утворення шкідливих сполук при перегріванні (акриламід); фізичні: відсутні. *Оцінка ризику:*

Небезпечний чинник	Ймовірність	Вплив	Ступінь ризику	Потреба в керуванні
Патогени	Низька	Високий	Несуттєвий	Ні
Акриламід	Низька	Середній	Несуттєвий	Ні

ККТ - не визначається

Лущення, шліфування, сортування. Можливі небезпечні чинники: фізичні: уламки обладнання (металеві частинки); біологічні: забруднення від працівників або навколишнього середовища; хімічні: мастила, змазки. *Оцінка ризику:*

Небезпечний чинник	Ймовірність	Вплив	Ступінь ризику	Потреба в керуванні
Металеві частинки	Середня	Високий	Суттєвий	Так
Забруднення від персоналу	Середня	Середній	Несуттєвий	Ні

Дерево рішень:

Чи існує контроль раніше? – Ні

Чи є чинник суттєвим? – Так

Чи можна усунути? – Так (через магніт)

Чи потрібна дія? – Так

ККТ3 - Детектор металу або магнітний сепаратор

Пакування і маркування. Можливі небезпечні чинники: хімічні: міграція речовин з упаковки; біологічні: вторинне мікробне забруднення; фізичні: потрапляння сторонніх тіл при пакуванні. *Оцінка ризику:*

Небезпечний чинник	Ймовірність	Вплив	Ступінь ризику	Потреба в керуванні
Міграція речовин з пакування	Низька	Середній	Несуттєвий	Ні
Вторинне мікробне забруднення	Середня	Середній	Суттєвий	Так

Дерево рішень (вторинне забруднення):

Контроль на попередньому етапі? – Ні

Суттєвий чинник? – Так

Можна усунути? – Так (гігієна, санітарія)

Чи потрібна дія? – Так

ККТ4 - Санітарний контроль пакувального середовища

Критичні контрольні точки (ККТ)

ККТ	Етап виробництва	Контрольний захід
ККТ1	Приймання сировини	Вхідний лабораторний контроль
ККТ2	Очищення зерна	Механічне очищення/сепарація
ККТ3	Шліфування/сортування	Металодетектор або магнітний сепаратор
ККТ4	Пакування	Гігієнічний контроль та санітарія приміщення

Аналіз небезпечних чинників у виробництві гречаних круп показав наявність суттєвих ризиків біологічного, хімічного та фізичного походження, зокрема на етапах приймання сировини, очищення, шліфування та пакування. Встановлено чотири критичні контрольні точки (ККТ), що потребують обов'язкового контролю для забезпечення безпечності продукції. Основними заходами управління є вхідний лабораторний контроль, механічне очищення, встановлення металодетекторів та санітарний нагляд за пакувальним процесом. Застосування принципів HACCP дозволяє ефективно виявляти та контролювати суттєві ризики, забезпечуючи безпеку кінцевого продукту.

2.2.3. Вимоги до якості готової продукції, стандарти. Основні якісні показники гречаних круп регламентуються ДСТУ 7697:2015 і відображають вимоги до фізико-хімічного складу, зовнішнього вигляду та безпечності продукції. Найвищі вимоги ставляться до ядриці вищого сорту, тоді як проділ і січка мають дещо м'якші нормативи. Дотримання цих показників є запорукою не лише належної якості, а й безпечності круп для споживача відповідно до вимог HACCP та санітарного законодавства України.

Гречані крупи, що виробляються на круп'яних заводах, класифікуються за способом обробки та зовнішнім виглядом на такі види:

1. Ядриця – цільне ядро очищеної гречки.
2. Ядриця швидкорозварювана – попередньо пропарене зерно.
3. Проділ – дроблене ядро гречки.
4. Січка – дрібні частини ядра, отримані в процесі лущення та сортування.

5. Гречана крупа екструдована – продукт, що пройшов термічну та механічну обробку екструзією.

Органолептичні показники

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна крупа відповідного виду без сторонніх домішок
Колір	Для ядриці – світло-коричневий або жовтуватий, для проділу – трохи темніший
Смак	Властивий гречаній крупі, без стороннього присмаку
Запах	Властивий крупі, без пліснявого чи стороннього запаху

Показники якості ядриці та ядриці швидкорозварюваної

Показник	Норма для вищого сорту	Норма для 1-го сорту
Вологість, %, не більше	14,0	14,0
Домішки мінеральні, %, не більше	0,05	0,10
Домішки органічні, %, не більше	0,05	0,10
Пошкоджені ядра, %, не більше	5,0	7,0
Доброякісні ядра, %, не менше	99,2	98,0
Кількість ядра без оболонки, %	Не нормується	Не нормується

Показники якості проділу та січки

Показник	Норма для вищого сорту	Норма для 1-го сорту
Вологість, %, не більше	14,0	14,0
Домішки мінеральні, %, не більше	0,10	0,15
Домішки органічні, %, не більше	0,10	0,15
Кількість подрібнених частинок, %	100,0	100,0
Частинки оболонки, %, не більше	1,0	2,0
Сторонні зернові домішки, %, не більше	0,2	0,5

Показники якості екструдованої гречаної крупи

Показник	Норма	ДСТУ/ТУ
Вологість, %, не більше	10,0	Відповідно до ТУ
Об'ємна маса, г/дм³	Не нормується	Технічні умови
Зольність, %	Не більше 1,8	—
Наявність сторонніх домішок	Не допускається	—
Мікробіологічні показники	Відповідно до СанПіН	—

Не рідше одного разу на місяць визначають розварюваність круп. Вміст токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів в крупах не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів.

Згідно з чинними санітарними та гігієнічними нормами (ДСанПіН, МБТ, ISO 22000, HACCP), гречані крупи також повинні відповідати наступним вимогам:

Показник	Гранично допустимі рівні	Норматив
Вміст важких металів	Свинець ≤ 0,2 мг/кг; Кадмій ≤ 0,1 мг/кг	ДСанПіН
Мікотоксини (афлатоксини)	≤ 0,005 мг/кг	ДСанПіН
Пестициди (залишки)	≤ 0,1 мг/кг	ДСанПіН
Кількість мезофільної мікрофлори	$\leq 1\times10^4$ КУО/г	МБТ
Патогенні мікроорганізми	Відсутні у 25 г	МБТ

Кожне підприємство розробляє конкретний план розміщення продукції із вказанням усіх сховищ, їхньої місткості, технічних засобів для відпуску, характеристики. Під час зберігання необхідно: систематично перевіряти стан і якість продукції, контролювати та фіксувати температуру і відносну вологість зовнішнього повітря; стан сховищ стосовно зараженості шкідниками хлібних запасів та наявність гризунів; контролювати наявність і цілісність штабельних ярликів.

Під час відпускання і відвантаження здійснюють перевірку санітарного стану залізничних вагонів, суден, автомобілів, які виконують завантаження; під час відвантаження продукції здійснювати відбір проб згідно ГОСТ 26312.1; під час відпускання перевіряти вологість, зараженість, запах та інші показники, необхідні для заповнення документу про якість круп.

Нестандартна продукція нагромаджується на складі або в набивальному відділенні окремо і підлягає обов'язковій підробці з метою доведення до встановлених норм якості.

2.3 Розрахунок виходу продукції

Облік продукції здійснюють відповідно до інструкції про порядок ведення обліку та оформлення операцій із зерном та продуктами його перероблення. Кожної зміни організують облік: кількості зерна та його якості, яке надходить у зерноочисне відділення; якості зерна, яке надходить на перероблення після очищення; кількості і якості вироблених з зерна продуктів, у тому числі відходи і лузги; кількості прийнятої і фактично витраченої тари; фактично відпрацьованого впродовж зміни часу, із зазначенням конкретних причин позапланових простоїв.

За кожний відсоток ядра та лузги в зерні гречки більше або менше базисної норми збільшується або зменшується норма виходу ядриці, проділу і борошенця кормового у розмірах, наведених у Правилах. Це збільшення або зменшення проводиться за рахунок зменшення або збільшення виходу відходів I і II категорій на 1 %. При переробленні гречки з вмістом пошкодженого зерна більше 0,7 %,відбір ядриці першого сорту не проводиться. При переробленні партій гречки з вмістом пошкодженого зерна більше 0,8 % не здійснюється відбір гречаних круп першого і другого сортів. У цьому випадку виготовляють крупи третього сорту.

Для розрахунку виходу продукції і відходів за нормами приймають якість зерна, направлено на перероблення за звітний період згідно даних аналізів ВТЛ.

За різницею між розрахунковим і фактичним виходами визначають результат роботи круп’яного заводу за минулий місяць. Проведені нами розрахунки представлені в додатку Б та табл. 2.1.

Таблиця 2.3

Розрахунок виходу гречаної крупи

Показники якості зерна	Фактична якість зерна, (%)	Розрахунок впливу якості зерна на вихід продукції	Крупа гречана		Разом продукції	Лузги	Мучки	Відходи кормові	Непридатні відходи та механікні втрати	Усушка	Разом
			Ядриця	Проділ							
		Базисний вихід	62	5	67	20,8	3,5	6,5	0,7	1,5	100
За вмістом лузги	22,55	22,55-22,0·1=0,55				+0,52	+0,03	-0,55			
За вмістом обрушених зерен	1,48	1,48·0,7==1,04	-1,04	+0,60	-0,44		+0,44				
Усушка	1,38		+0,07	+0,01	+0,06	+0,02	+0,01	+0,01		-0,12	
За вмістом чистого ядра	76,3	(76,3-75)1=13	+1,16	+0,07	+1,23		+0,07	-1,3			
$y = \frac{(14,3 - 13,1) \cdot 100}{100 - 13,1} = 1,38\%$		Розрах. вихід, %	62,19	5,68	67,87	21,34	4,05	4,66	0,7	1,38	100

Остаточні результати роботи круп’яного заводу визначаються шляхом його повного зачищення в період капітального ремонту не рідше одного разу на рік з відповідним складанням акту за формою № 117.

3. ПІДБІР І РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок продуктивності зерноочисного відділення. Продуктивність обладнання зерноочисного відділення розраховують із запасом 10–20 % в порівнянні з продуктивністю лущильного відділення. Продуктивність зерноочисного відділення, т/добу, визначають за формулою:

$$Q_{\text{зв}} = KQ_{\text{пв}};$$

де $Q_{\text{зв}}$ і $Q_{\text{пв}}$ – продуктивність відповідно зерноочисного і підготовчого відділень, т/добу;

К – коефіцієнт запасу (для круп'яних заводів, що переробляють гречку, К = 1,2).

Згідно формули 2.4 визначимо продуктивність зерноочисного відділення:

$$Q_{\text{зв}} = 1{,}2 \cdot 80 = 100 \text{ (т/добу)};$$

Розрахунок та підбір обладнання зерноочисного відділення. Розрахунки обладнання зерноочисного відділення містяться в додатку А. Зазначимо перелік обладнання, який необхідний нам відповідно до розрахунків:

1. Об'єм бункерів (одного бункера) для неочищеного зерна – 241 (43,2) м^3.
2. Кількість бункерів для неочищеного зерна – 6.
3. Об'єм оперативного бункера над пропарювачем – 1,4 м^3.
4. Кількість бункерів над пропарювачем – 2.
5. Встановлюємо одні автоматичні ваги.
6. Встановлюємо один скальператор А1-БЗО.
7. Встановлюємо один сепаратор БСХ-6.
8. Встановлюємо одну каменевідбірну машину Р3-БКТ-100.
9. Встановлюємо один трієр-вівсюговідбірник А9-УТ2О-6.
10. Встановлюємо один аспіратор із замкнутим циклом повітря А1-БДА.
11. Встановлюємо один пропарювач А9-БПБ.
12. Встановлюємо дві сушарки ВС-12М.
13. Встановлюємо одну охолоджувальну колонку ДГ-ІІ.
14. Встановлюємо розсійники А1-БРУ – 13 шт.

Розрахунок обладнання лущильного відділення. Для розрахунку необхідної кількості вальцьо-декових верстатів необхідно провести розрахунки загальної довжини вальцьової лінії та розділити її по системам лущення з урахуванням фракцій у відсотках. Розрахунки представлені у додатку А, згідно розрахунків встановлюємо шість вальцьо-декових верстатів по одному на кожну фракцію зерна гречки.

Обґрунтування технічних засобів міжцехового транспорту. Взаємозв'язок технологічного обладнання за допомогою транспортних механізмів згідно схеми технологічного процесу називають внутрішньо-цеховою комунікацією або міжцехового транспорту.

Іншими словами це раціональне розміщення обладнання по поверхням і по системах за мінімальної кількості горизонтальних і вертикальних транспортних механізмів.

В процесі проектування міжцехового транспорту визначають варіант найбільш доцільного та раціонального розміщення технологічного і транспортного обладнання за найкоротшого переміщення сировини, проміжних продуктів і готової продукції відповідно до схеми технологічного обладнання, крім того визначається кількість транспортних механізмів.

На круп'яних заводах для переміщення сировини та готової продукції передбачено самопливний, механічний та пневматичний транспорт. Самопливні труби від машин до машин проводять згідно схеми технологічного процесу під фактичним кутом, який повинен бути більше мінімального допустимого кута. Кожну самопливну трубу проектують у поперечному та повздовжньому перерізах і проставляють їх номер.

Труби, які використовують для переміщення однакових продуктів об'єднують в одну самопливну трубу після їх виходу з машини, враховуючи, що кут між ними не може бути прямим або тупим. Приєднання однієї труби до іншої слід виконувати за напрямом руху продукту під гострим кутом не менше 30°.

Самопливні труби проектують біля обладнання вертикальними, по висоті від підлоги не менше 1,8 м; проводять їх біля продуктопроводів обладнання і між

ними, при умові, що не зменшиться при цьому нормативний прохід. Не дозволяється проводити самопливні труби через побутові приміщення, майстерні і бункера. Біля віконних прорізів їх проектують так, щоб зони не перекривали прохід до вікон та дозволяли проводити періодичне очищення вікон.

Самопливні труби, які використовуються для переміщення проміжних продуктів, в технологічному процесі заводу складаються не тільки з прямих ділянок, але і з інших деталей: подільників продуктів на потоки, оглядових люків, колін, засувок, патрубків. Об'єднуючи самопливні труби, утворюється необхідний єдиний потік або ж один потік продукту поділяють на кілька напрямків.

Спосіб зміни напрямку самопливу, призначений для зерна, може бути придатний для борошнистих продуктів. Під час проектування самопливних труб, проходи між кількома машинами, норіями, а також продуктоводами не повинні зменшуватися менше рівня 2,25–1,0 м від підлоги. Труба повинна знаходитись не ближче 0,7–1,0 м від машини. Крім того, труби, які проходять біля віконних отворів вище 2,25–2,0 м від підлоги, не повинні перешкоджати відкриванню кватирок, фрамуг або ж періодичному очищенню вікон [12].

Самопливні труби, які розміщуються близько до машин, встановлюють так, щоб було забезпечено доступ до усіх частин, що потребують нагляду чи ремонту. Виходячи з цього, необхідно, щоб відрізки самопливних труб біля машин були вертикальними до рівня 2,0–2,25 м від підлоги. Встановлення деталей, які потребують обслуговування перекидних і, особливо, перекидних клапанів для поділу продукту, оглядових люків, засувок, проектують на рівні не більше 1,5 м від поверхні підлоги [31].

Під час проектуванні міжцехового транспорту складають таблицю (Відомість руху продукту), в якій вказують вид продукту, спосіб його переміщення та кути нахилу самопливних труб (додаток В).

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

В умовах транзитивної економіки особливої актуальності набуває завдання сталого розвитку стратегічних продовольчих ринків країни, в т. ч. і круп'яного, реформування регуляторних механізмів у відповідності до головних пріоритетів національної продовольчої політики. Практика свідчить, що вектори державного впливу концентруються переважно на адміністративному ціноутворенні, оминаючи актуальні питання імпортозаміщення дороговартісної круп'яної продукції, стимулювання її внутрішнього виробництва за наявності потужної екологічно чистої сировинної бази.

Сьогодні виробничі потужності круп'яних підприємств завантажені лише на 60 %, а обсяги експорту круп'яної продукції (у вартісному виразі) складають 0,62% від зернового експорту. Подолання сировинної орієнтації українського агроекспорту, нарощування виробництва круп'яної продукції із високою доданою вартістю для потреб внутрішнього та зовнішнього ринків обумовлює необхідність дослідження характеру плинності відтворювальних процесів на ринку круп, ідентифікації економічних проблем його розвитку та обґрунтування напрямів і методів їх подолання.

Круп'яна галузь є однією з основних у харчовій промисловості, оскільки вона, по перше, забезпечує переробку зерна, по-друге, є соціально-орієнтованою, оскільки продукти її виробництва споживаються всіма верствами населення, по-третє, визначають експортну орієнтацію країни з метою отримання додаткових валютних надходжень. Але розробка напрямів здійснення цих загальнодержавних заходів неможлива без ефективного і достатнього інвестування підприємств галузі.

Складна ринкова кон'юнктура, перевищення виробничих потужностей країни над внутрішнім попитом, низький експортний потенціал виробленої продукції загострюють конкуренцію товаровиробників у середині країни. Подальший розвиток галузі, що дозволяє підвищити її конкурентоспроможність, пов'язані із забезпеченням необхідного рівня якості та конкурентоспроможності

продукції. Необхідно приділяти увагу наповненню господарського портфеля, розширенню асортиментів пропонованих круп, проведенню інноваційних розробок щодо їх пакування та реклами, впровадженню прогресивних технологій виробництва продукції, моніторингу ринку круп, й впровадженню стійкого типу виробництва в цілому. Реалізація запропонованих стратегій у комплексі із реструктуризаційними заходами дозволять сформувати конкурентоспроможний розвиток круп'яної галузі.

Розрахунок економічної ефективності будівництва круп’яного заводу представлено в додатку Г. Основні техніко-економічні показники проекту представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Техніко-економічні показники дипломного проекту

Показник	Одиниця виміру	Величина
Обсяг переробки гречки	т	24400
Обсяг виготовлення продукції	т	23944
Обсяг продукції в оптових діючих цінах	тис. грн.	870454
Повні витрати на виробництво і реалізацію продукції	тис. грн.	752030
Прибуток від реалізації продукції	тис. грн.	118424
Середньоспискова чисельність ПВП	чол.	44
Рентабельність виробництва продукції	%	15,7
Витрати на 1 грн. продукції	грн.	0,86
Термін окупності інвестицій	роки	1,5

Будівництво заводу доцільно, так як прибуток становить 118424 тис. грн., а рентабельність 15,7 % при затратах на одну гривню продукції 0,86 грн. та терміну окупності проєкту 1,5 роки. Застосування високопродуктивного обладнання дасть максимальний економічний ефект, а високий ступінь автоматизації дозволить вести процес по чітко заданому графіку з високою стабільністю в цілому.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Проект будівництва круп'яного заводу передбачає впровадження комплексу заходів з охорони праці, спрямованих на створення безпечних і здорових умов праці для всіх учасників будівництва, а також персоналу, що буде працювати на технологічному обладнанні після введення підприємства в експлуатацію. Заходи розроблені з урахуванням чинного законодавства України, зокрема: Закону України «Про охорону праці»; державних будівельних норм (ДБН); правил безпеки у промисловості (ДСанПіН, НАПБ, ГОСТ, ДСТУ); вимог системи управління охороною праці (ISO 45001).

Організація умов охорони праці на робочому місці

Усі робочі місця на підприємстві мають бути оснащені відповідно до вимог нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки. Забезпечується належне освітлення, вентиляція, температурний режим (температура повітря – 15–20 °С; відносна вологість повітря – не більше 75 %; швидкість руху повітря – не більше 0,4 м/с; температура повітря поза постійними робочими місцями – 13–20 °С), захист від пилу (не повинна перевищувати 0,3 ГДК) та шуму (шум може бути постійним і непостійним, коли рівень його під час роботи змінюється більше ніж на 5 дБ). Працівники проходять обов’язкові інструктажі, навчання з техніки безпеки та періодичні медичні огляди. Проводиться регулярний контроль за дотриманням вимог охорони праці та аналіз потенційних ризиків. Завдяки системному підходу до організації охорони праці підвищується рівень безпеки працівників та ефективність виробництва.

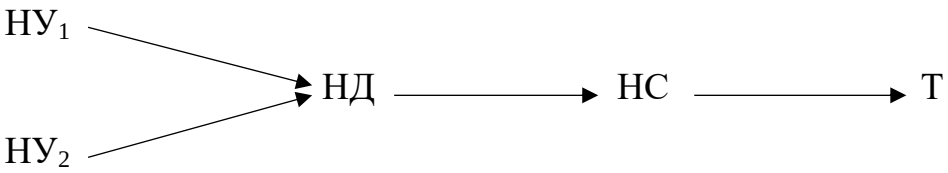
Розробка заходів з охорони праці

Для забезпечення безпечних умов праці на круп'яному заводі з переробки гречки необхідно впровадити комплекс заходів з охорони праці. Насамперед слід обладнати робочі місця системами місцевої вентиляції для видалення пилу, що утворюється під час очищення та дроблення зерна. Всі рухомі частини обладнання повинні бути оснащені захисними кожухами. Необхідно забезпечити працівників засобами індивідуального захисту — респіраторами, навушниками,

захисними окулярами та спецодягом. Варто впровадити автоматичну систему контролю температури та вологості у виробничих приміщеннях. Пожежна безпека забезпечується встановленням пожежних сигналізацій, вогнегасників та системою оповіщення. Для запобігання травматизму слід нанести сигнальне маркування небезпечних зон. Усі працівники мають проходити вступний, первинний та періодичні інструктажі з охорони праці. Рекомендується організувати щорічне навчання з надання першої допомоги.

Моделювання небезпечних ситуацій

Небезпечні умови (НУ) – це умови, за яких існує загроза дії на організм людини небезпечних виробничих чинників. Небезпечна дія (НД) – дія, яка не відповідає науково-обгрунтованій професійній і трудовій дисципліні під час виконання роботи. Небезпечні умови (НУ) – це умови спричинені вспливом на неї небезпечної дії. Небезпечні умови сприяють створенню небезпечних обставин (НО), за яких може виникнути небезпечна ситуація (НС). Результатом небезпечної ситуації може бути аварія (А), травма (Т) чи отруєння (О).



Під час роботи зерноочисного обладнання на першій стадії технологічного процесу (сепарація зерна) стався обрив ремінної передачі вентилятора аспіраційної системи ($НУ_1$). У результаті припинився відвід пилу з робочої зони. Пил почав швидко накопичуватися в повітрі, що створило вибухонебезпечну пилову атмосферу ($НУ_2$). Один із працівників увімкнув електроінструмент для ремонту, що призвело до іскри (НД). Відбувся локальний вибух пилоповітряної суміші з подальшим займанням (НС). Постраждали два працівники, один отримав опіки (Т). Евакуація персоналу була проведена із затримкою через погану видимість. Пожежу локалізовано через 20 хвилин завдяки наявності вогнегасників. Причина інциденту — відсутність технічного обслуговування вентилятора та порушення вимог безпеки.

6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ

Під час проєктування і будівництва круп'яного заводу пріоритетом є дотримання принципів сталого розвитку та екологічної безпеки.

Основні цілі включають: зниження антропогенного навантаження на довкілля; раціональне використання природних ресурсів; використання екологічно безпечних технологій і сучасного обладнання; впровадження маловідходних і безвідходних технологій; створення ефективної інфраструктури для поводження з відходами.

При будівництві і експлуатації заводу вживаються такі інженерно-технічні та технологічні заходи:

1. Бар'єрні інженерні системи (гідроізоляція, захисні екрани) для недопущення фільтрації забруднень у ґрунтові води.
2. Протипилові заходи: асфальтування проїздів, встановлення систем пилогасіння в зонах транспортування сировини, використання аспіраційного обладнання в зерноочисних і дробильних відділеннях.
3. Шумозахист: розміщення шумних установок у закритих приміщеннях, встановлення шумопоглинаючих екранів.
4. Озеленення території навколо заводу для створення буферної зони між підприємством та природним середовищем або житловими районами.

Круп'яне виробництво характеризується можливістю впровадження технологій повного використання сировини, зокрема:

- сортування і переробка побічних продуктів (лущення, пил, висівки) для використання у кормовій промисловості або як паливо;
- використання енергоефективного обладнання (сепаратори, шліфувальні машини, сортувальні столи), що зменшують втрати сировини та знижують енергоспоживання;
- автоматизовані системи дозування та контролю витрат сировини сприяють зменшенню відходів і підвищенню точності технологічного процесу;

- повернення невикористаних фракцій у виробничий цикл після додаткового очищення або подрібнення.

Одним із головних *напрямів екологізації* виробництва є оптимізація водоспоживання: використання оборотного водопостачання в технологічних процесах (охолодження обладнання, промивання зерна); повторне використання води після очищення у промислових цілях (непитне водопостачання); встановлення водозберігаючої арматури та датчиків протоку для контролю витрат; контроль якості води згідно з санітарними нормами та моніторинг стану джерел водопостачання.

Круп'яний завод буде оснащений сучасною багаторівневою системою очищення стічних вод, яка включає: механічне очищення (грати, пісковловлювачі, відстійники для осадження зважених часток); фізико-хімічне очищення (флотація, коагуляція, нейтралізація реагентами); біологічне очищення (аеробне або анаеробне біологічне розкладання органічних речовин у біореакторах); УФ-стерилізація або хлорування перед скиданням очищеної води у водний об'єкт.

Організована *система утилізації та переробки відходів* передбачає: роздільне збирання відходів (харчові, технологічні, пакувальні, побутові); організацію тимчасових майданчиків для зберігання відходів у герметичних контейнерах із захистом від атмосферних опадів; утилізацію органічних відходів через компостування, брикетування або використання як біопалива; передачу небезпечних відходів (лампи, батареї, мастила) ліцензованим підприємствам для утилізації; моніторинг рівня забруднення у зоні впливу підприємства з оформленням відповідної звітності.

Додаткові екологічні заходи:

- впровадження екологічного менеджменту (EMS) відповідно до стандарту ISO 14001.

- періодичний екологічний аудит підприємства,

- навчання персоналу з питань охорони навколишнього середовища та безпечної роботи з відходами.

- інформування громадськості про екологічну політику підприємства та шляхи зменшення впливу на довкілля.

ВИСНОВКИ

Прийняті під час проєктування будівництва круп’яного заводу технічні рішення та організаційно-технічні заходи повною мірою забезпечили виконання завдання на проєктування, а саме:

- технологічна схема включає двоетапне сепарування зерна;
- помел зерна гречки здійснювали сухим способом з подальшою гідротермічним обробленням;
- лущильне відділення обладнали високопродуктивним обладнанням, яке забезпечило калібрування зерна на шість фракцій, з різницею між розмірами зерен окремих фракцій 0,2–0,3 мм;
- чіткий та стабільний графік ведення технологічного процесу виробництва гречаних круп було забезпечено застосуванням автоматичних та мікропроцесорних систем управління.

Запропоновані заходи та технічні рішення можуть бути впроваджені у виробництво, а їхня реалізація сприятиме створенню конкурентоспроможного підприємства галузі харчової промисловості, що підтверджено економічним ефектом з рівнем рентабельності 15,7 % та річним прибутком більше 11 млн. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кернасюк Ю. В. Ринок круп’яних культур у 2020 році: аналітика та прогнози. Агробізнес сьогодні. 2020. Режим доступу – http://agro-business.com.ua/agro/ ekonomichnyi-hektar/item/17395-rynok-krupianykh-kulturu-2020-rotsi-analityka-ta-prohnozy.html.
2. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників: Навч. посіб. / Н.М. Осокіна, І.І. Мостов’як, О.П. Герасимчук, В.В. Любич, К.В. Костецька, Н.П. Матвієнко. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2016. 181 с.
3. Осокіна Н. М., Герасимчук О. П., Матвієнко Н. П. Технологія зберігання та переробки зерна. Київ: ТОВ «Книга-плюс», 2012. 320 с.
4. Методичні вказівки по виконанню курсового проекту з дисципліни «Технології круп’яного виробництва» ОР «бакалавр» для студентів спеціальності 181 Харчові технології / Костецька К.В. Умань, 2019.
5. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. К.: Віпол, 1998. 162 с.
6. Мороз П.І., Косенко І.С. Екологічні проблеми раціонального природокористування. Львів: Престиж інформ, 1999. 282 с.
7. Мороз П.І. Шлапак В.П. Основи екології з охороною навколишнього середовища. Умань: УСГА, 1999. 100 с.
8. Чепелюк О.О. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підручн. / О.О. Чепелюк, О.А. Єщенко, Ю.Ю. Доломакін. К.: НУХТ, 2017.
9. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі (ISO 22000:2018, IDT).
10. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підручник / В. Г. Мирончук та ін. Вінниця: Нова книга, 2007. 648 с.
11. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво. Київ: Мінрегіонбуд України.

12. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. Київ: Мінрегіонбуд України.

13. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Мінрегіонбуд України.

14. Морозенко О.П., Малишко Г.В. Правила виконання та оформлення креслень: Навч. посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. 49 с.

15. Rahaman T., Vasiljevic T., Ramchandran L. Shear, heat and pH induced conformational changes of wheat glutenimpact on antigenicity. Food Chem. 2016. Vol. 196. P. 180– 188.

16. Burdo O., Bandura V., Zykov A., Zozulyak I., Levtrinskaya J., Marenchenko E. Development of wave technologies to intensify heat and mass transfer processes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 4, Issue 11 (88). P. 34–42.

17. Laskowski W., Górska-Warsewicz H., Rejman K., Czeczotko M., Zwolińska J. How Important are Cereals and Cereal Products in the Average Polish Diet? Nutrients. 2019. No 11 (3). P. 66–79.

18. Caballerol Martín L. M., Alvarez J. B. Collection and characterisation of populations of spelt and emmer in Asturias (Spain). Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 2005. Vol. 41. P. 175–178.

19. Laghetti G., Fiorentino G., Hammer K., Pignone D. On the trail of the last autochthonous Italian einkorn (Triticum monococcum L.) and emmer (Triticum dicoccon Schrank) populations: a mission impossible? Genetic Resources and Crop Evolution. 2009. Vol. 56(8). P. 1163–1170.

20. Lacko-Bartošová M., Čurná V., Lacko-Bartošová L. Emmer – ancient wheat suitable for ecological farming. Research Journal of Agricultural Science. 2015. Vol. 47(1). P. 3–10.

21. Скалецька Л. Ф., Подпрятов Г. І., Сеньков А. М., Хилевич В. С. Зберігання і переробка продукції рослинництва. К.: «Мета», 2002. 342 с.

22. Подпрятов Г. І. Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум. К: «Вища освіта»,2004. 272 с.

23. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Підручник. Полтава, 2003. 420 с.

24. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Маренич М. М., Олексик О. М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: Навчальний посібник. Дніпропетровськ, 2005. 248 с.

25. Титаренко Л. Д., Павлова В. А., Малигіна В. Д. Ідентифікація та фальсифікація продовольчих товарів: Навчальний посібник. К.: ЦНЛ, 2006. 254 с.

26. Zaharieva M., Ayana N. G., Hakimi A. A., Misra S. C., Monneveux P. Cultivated emmer wheat, an old crop with promising future: a review. Genetic Resources and Crop Evolution. 2010. Vol. 57 (6). P. 937–962.

27. Seema A., Ghufran S.S.M., Asad S.S. Impact of microwave treatment on the functionality of cereals and legumes. Int J Agric Biol. 2012. Vol. 14. P. 365–370.

28. Marston K., Khouryieh H., Aramouni F. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake. LWT Food Sci Technol. 2016. Vol. 65. P. 637–644.

29. Анищенко І., Рудик Т. Безпечність харчових продуктів на основі принципів НАССР: проблеми та шляхи їх вирішення. Стандартизація, сертифікація, якість. 2009. № 1. С. 35–38.

30. Белінська С., Орлова Н., Мотузка Ю. Концептуальні засади гарантій безпечності харчових продуктів. Товари і ринки. 2011. № 1. С. 176–182.

31. Шубін О. О., Малигіна В. Д. Регулювання якості і безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів у контексті вимог світового ринку. Академічний огляд. 2011. № 2 (35). С. 176–184.

32. Пузік Л. М., Пузік В. К. Технологія зберігання і переробки зерна : навчальний посібник. Харків : ХНАУ, 2013. 312 с.

33. Шутенко Є.І., Сок О.К. Технологія круп’яного виробництва: навч. Посібник. К.: Освіта України, 2010. 272 с.