

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту

“ _____ ” _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Андрій ЧЕРНЕГА

(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА**

**УДОСКОНОЛАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛУЩЕННЯ ЗЕРНА ГОРОХУ В
ОБЛАДНАННІ ІЗ АБРАЗИВНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

Виконав – студентка II курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерната
зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»

Левченко Тетяна Анатоліївна

Науковий керівник – канд. техн. наук, доцент

Єремєєва Олена Анатоліївна

Умань–2023

Abstract

The author of the work is Tetyana Anatoliivna Levchenko with the topic: "Improving the technology of shelling pea grains in equipment with abrasive working bodies."

One of the directions for overcoming the protein deficit in the country is the search for new vegetable sources of dietary protein and the development of ways to use them to enrich food products in mass demand. Among the large number of protein-containing raw materials of plant origin, peas deserve special attention. The high content of complete protein, carbohydrates, various vitamins, microorganisms, etc. deserves attention.

The study of the process of peeling and processing it into cereals is of great practical importance in solving the problems of providing the country with plant-based high-protein food products. The process of shelling pea grains is the most important technological operation in the production of groats from pea seeds. This process has not been studied much, and because of this, there are difficulties in modeling the technological process as a whole. This work presents the results of research into the process of shelling pea seeds, which allow us to understand the behavior of pea seeds during their shelling in machines with abrasive working bodies.

It was established that an increase in the duration of processing, the moisture content of pea seeds, the speed of rotation of the working organs and the filling factor of the working chamber of the shelling machine increase the efficiency of shelling peas according to a linear relationship. An increase in the grain size of pea seeds contributes to an increase in the efficiency of shelling, mainly due to an increase in the yield of fines. An increase in grain size leads to a decrease in the peeling index.

Along with increasing the efficiency of peeling, the output of crumbs due to the core also increases. With the increase in the moisture content of pea seeds, the yield of crumbs increases compared to the shelling of dry peas. The yield of the whole kernel is directly proportional to the decrease in the yield of unshelled grains. The fraction output also has linear dependencies when changing the given parameters. In the process of peeling, the ash content of the kernel decreases, but the ash content of the husk and meal also decreases in parallel, which is the result of the transition of low-ash particles of the kernel into the meal.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	8
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	16
2.1. Об'єкти і методи.....	16
2.2. Характеристика предметудосліджень.....	16
2.3. Методика зволоження зерна та визначення його вологості...16	
2.4. Методика проведення лушення зерна	17
2.5. Методика досліджень гранулометричного складу зерна та продуктів його переробки.....	18
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛУЩЕННЯ ГОРОХУ.....	19
3.1 Дослідження індексу лушення насіння гороху.....	19
3.2 Дослідження виходу дрібки при різних режимах лушення.....	21
3.3 Дослідження виходу половинок при різних режим лушення.....	23
3.4 Дослідження зольності ядра при різних режимах лушення крупної фракції.....	24
3.5 Дослідження зольності мучки талужки при різних режимах лушення крупної фракції.....	26
Висновки дорозділу.....	27
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	28
4.1 Технологічні процеси виробництва лушеного гороху.....	28
4.2 Технологія лушення зерна гороху. Підготовка гороху до переробки в крупи.....	28
4.3 Технохімічний контроль виробництва.....	29
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	33
5.1 Аналіз умов праці на робочому місці.....	34
5.1.1 Організація робочого місця.....	34
5.1.2 Мікроклімат приміщення лабораторії.....	35
5.1.3 Освітлення робочого місця.....	35

5.1.4 Шум та вібрація.....	35
4.2 Моделювання небезпечних ситуацій.....	36
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ.....	38
6.1. Розрахунок обсягу капітальних витрат упроект будівництва нового підприємства.....	38
6.2 Техніко-економічні показники проекту.....	40
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	41
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43
ДОДАТКИ.....	48

ВСТУП

Актуальність теми. В багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні, спостерігається недостатня забезпеченість населення білковими продуктами харчування. Так, дефіцит білка в раціоні населення України становить не менше 25 %. Білковий та амінокислотний дефіцит на фоні несприятливих екологічних умов негативно відбивається на стані здоров'я, працездатності та тривалості життя людей. Проблема дефіциту харчового білка в Україні заслуговує на особливу увагу в зоні радіаційного забруднення у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС (Житомирська, Київська, Рівненська, Волинська та ін. області). Нестача білка, як і мікронутрієнтів і вітамінів, не тільки негативно впливає на стан здоров'я, ріст і розвиток організму, а й змінює кінетику обміну, збільшуючи всмоктування радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті та подовжуючи час їх виведення з організму [5].

За прогнозами фахівців, спад виробництва продукції тваринництва і нестача традиційного харчового білка залишаться проблемними й у подальшому. Одним з напрямів подолання білкового дефіциту в країні є пошук нових рослинних джерел харчового білка та розробка способів їх використання для збагачення харчових продуктів масового попиту. Горох – надзвичайно цінний продукт харчування. Білка в ньому стільки, як у яловичині, а за калорійністю він переважає її удвічі, оскільки містить багато вуглеводів. Горох також багатий на вітаміни А, В1, В2, В6, С, РР, К, Е, каротин, інозит, холін, мікроелементи (солі кальцію, калію, марганцю, фосфору), полісахариди, крохмаль (близько 50%), жири (0,6-1,5%). Насіння також містить 26-27% легкозасвоюваного білка, багатого на незамінні амінокислоти (цистин, лізин, триптофан, тирозин, метіонін та ін.). У цьому й полягає цінність гороху не тільки як харчового, а й дієтичного, лікувального продукту.

Одним з напрямів подолання білкового дефіциту в Україні є пошук нових рослинних джерел харчового білка та розробка способів їх використання для збагачення харчових продуктів масового попиту. Середньої кількості

білоковмісної сировини рослинного походження особливу увагу заслуговує горох. Високий вміст повноцінного білка, вуглеводів, різноманітних вітамінів, мікроорганізмів тощо заслуговує на увагу.

Дослідження питань процесу лушення та переробки його вкрупни має велике практичне значення при вирішенні проблем забезпечення країни рослинними високобілковими харчовими продуктами. Процес лушення зерна гороху є найбільш важливою технологічною операцією виробництва круп із насіння гороху. Цей процес мало досліджений, і за рахунок цього виникають складнощі моделювання технологічного процесу в цілому. В даній роботі представлені результати дослідження процесу лушення насіння гороху, які дозволяють зрозуміти поведінку насіння гороху під час його лушення в машинах із абразивними робочими органами.

Мета і завдання досліджень.

Дослідити вплив вологості гороху на вихід мучки та лузги, тривалість лушення та швидкість обертання робочих органів лушильника.

Об'єкт досліджень – Об'єктом досліджень є технологія лушення зерна гороху.

Предмет досліджень – предметом досліджень є безалкалоїдне зерно люпину, яке лущи́ли на лабораторному лушильнику УЛЗ-1. При проведенні лабораторних досліджень керуючими факторами були вологість зерна, тривалість обробки зерна в лушильнику УЛЗ-1 та колова швидкість робочого органу лушильника. Вихідною функцією був вихід цілого ядра, мучки, лузги та дрібки.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вони дають змогу зрозуміти поведінку насіння гороху в процесі лушення під час його переробки при різних параметрах процесу.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлено, що збільшення тривалості обробки, вологості насіння гороху, швидкості обертання робочих органів та коефіцієнта заповнення робочої камери лушильної машини

збільшують ефективність лущення гороху за лінійною залежністю. Збільшення крупності насіння гороху сприяє збільшенню ефективності лущення переважно зарахунок збільшення виходу дрібки. Збільшення крупності зерен призводить до зниження індексу лущення.

Поряд із підвищенням ефективності лущення, збільшується і вихід дрібки за рахунок ядра. Зі зростанням вологості насіння гороху, вихід дрібки збільшується в порівнянні з лущенням сухого гороху. Вихід цілого ядра прямо пропорційний зниженню виходу нелущених зерен. Вихід дрібки також має лінійні залежності при зміні наведених параметрів.

В процесі лущення відбувається зниження зольності ядра, а і паралельно зменшується і зольність лузгита мучки, що є результатом переходу низькозольних частинок ядра в мучку.

Апробація результатів. Основні результати роботи доповідались на конференції науковій молодих учених, аспірантів і студентів Уманського Національного Університету садівництва присвячений 120-річчю від дня народження С.С. Рубіна (УНУС, м. Умань, 2020 р).

Публікації. За результатами роботи опублікована одна теза доповіді наукової конференції.

Структура роботи. Робота складається з вступу, семи розділів, висновків, списку бібліографічних джерел (52 найменувань) та додатків. Робота викладена на 40 сторінках основного тексту, містить 7 рисунків та 6 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Горох – основна зернова бобова культура. Горохпосівний найвідоміший і найбільш розповсюджений. Його насіння(горошини) кулькоподібні аботрохи приплюснуті, алене вуглуваті. Квітки майже завждибілі, хоча бувають і рожеві. Розрізняють триосновні сорто-групи гороха посівного.

Вирощують горохдля продовольчих цілей, алеможна використати й на корм худобі. Уїжу горох вживають у цілому виді або увигляді крупи й борошна. Цукрові сорти йдутьдля консервної промисловості. Зеленозерні сорти використовують уїжу у свіжому, вареному йконсервованому вигляді. Завдяки високому вмісту білкугорох може з успіхом заповнити потребу людинив білковому харчуванні, наприкладпри нестачі м'яса. Як концентрований корм (горохове борошно,дерть) горох можна використатина корм худобі. Згодовування тваринам горохової дерті всуміші з іншими кормами дає значні прирости ваги йполіпшує якість м'яса й сала. Горох маєвисоку поживність. Горох добре розварюється ішироко вживається в їжу увигляді різноманітних продуктів харчування, яківідзначаються приємним смаком і високою поживністю.

Горохове борошно допоміжне вразі інсульту, а також борошно іззерна гороху використовують якважливий концентрований корм, в 1 к'якого міститься 1,17 корм. од. і180 – 240 г перетравного протеїну. Горохове борошно використовується ів медицині. Інколи його змішують змедом і прикладають для розсмоктування твердих пухлин(особливо на молочних залозах ужінок і статевих органів у чоловіків), швидкого визрівання наривів,фурункулів тощо. Відвар знасіння борошна має сечогінні властивостіі сприяє виведенню солей з організму вразі сечокам'яної хвороби. А страви зцієї рослини корисні для хворих на серце, ізсерцевими та нирковими набряками.

Горох холодостійка, відносно маловимогливадо тепла культура. Насіння починає проростати зтемператури 1–2°C. Проте біологічний мінімумдля

одержання дружніх сходівгороху становить 4–5°C. За нижчої температури сходи з'являються лишечерез 15–25 днів, знижується польова схожістьта енергія росту рослин. Зпідвищенням температури до 10°Cнасіння проростає швидше, сходи з'являютьсяза 5–7 днів.(сходи можуть витримувати приморозки до мінус 5–7°C.Стійкіші до морозів кормові сорти(пелюшка). Оптимальна температура дляутворення вегетативних органів гороху - 12–16°C, генеративни –16–20°C. Температура понад 26°Cнегативно впливає на величину іякість урожаю.

До вологи горох вимогливий.Для набубнявіння і проростання насінню потрібно 110–115%, а мозкових сортів до 150% води відйого маси. Найкращі умови для ростускладаються при випаданні 450–600 мм за рік,а вологість ґрунту становить 70–80%найменшої вологоємкості. Найбільш вимогливі рослини гороху дозабезпечення вологою у фазі бутонізації, цвітіння іформування бобів.

Горох – світлолюбна культура іналежить до рослин довгого дня. Недостатня кількість світладуже пригнічує його розвиток. Стебла витягуються, вилягають, слабшєрозвивається коренева система, менше зав'язуєтьсяплодів, зменшується врожайність. Фотоперіодична реакція гороху тісно пов'язана з спектральним складом світла. У світлі довгогодня переважають довгохвильові промені, що сприяє прискореному розвиткугороху, значно підвищує його врожай.

Технологічний процеслущення насіння гороху здійснюється в абразивно-шліфувальних машинах[5, 27, 35].Процес лущення мало досліджений, незважаючи нашироке його застосування в технологіях переробкизерна [24, 32]. Це створює перешкоди длямоделювання всього технологічного процесу.

Процес лущення в абразивно-шліфувальних машинах є науковою проблемою, яка вимагає детального дослідження та розроблення функції лущення, щодозволить розробляти кількісні баланси технологічних процесів переробки насіння гороху в крупи [16].

Для зернових культур яких оболонки міцно зрослися із ядром, для оцінки ефективності процесу лущення використовується індекс лущення [11-13, 21, 22]. На ефективність процесу лущення насіння гороху впливає його вологість та тривалість обробки.

Phirke P.S., Prabhakar S., Bhole N.G. [21, 22] вивчали індекс лущення для двох різних видів pigeon peas в залежності від різних способів обробки гороху. Ними було розроблено математичну модель процесу лущення та проведено оптимізацію процесу.

Зі збільшенням вологості ефективність процесу лущення бобових культур знижується [15, 23, 27, 33]. Goyal R.K., Vishwakarma R.K., Wanjari O.D. [13] досліджували вплив вологості на ефективність процесу лущення pigeon peas. Вони встановили, що зі збільшенням вологості вище 10 % ефективність процесу знижується. Oropku A., Tabil L., Sundaram J., Crerar W.J., Park S.J. [19] досліджували різні способи обробки pigeon peas з метою збільшення виходу ядра. Було встановлено, що теплова обробка сприяє збільшенню виходу ядра гороху. Jagan Mohan R., Tiwari B.K., Venkatachalapathy N., Tito Anand M., Surabi A., Alagusundaram K. [31] оптимізували вплив процесу гідротермічної обробки насіння гороху та його сушіння на ефективність лущення насіння pigeon peas. З їх досліджень можна простежити збільшення ефективності лущення зі збільшенням тривалості гідротермічної обробки.

Vishwakarma R.K., Goyal R.K., Wanjari O.D. [11, 12] розробили математичну модель та оптимізували процес лущення pigeon peas. Математична модель враховує вологість гороху та тривалість лущення. Ці моделі не враховують крупності насіння гороху та навантажень на обладнання. Недоліками цих моделей є те, що вони можуть бути використані лише для лущильних машин на яких проводилися дослідження і не відображають усіх особливостей процесу лущення на інших типах машин.

На процес лущення також впливає швидкість обертання робочих органів машини [3, 10, 16, 17, 33]. Singh K.P., Mangaraj S. [17] розробили математичну модель та оптимізували процес лущення в промисловій машині з урахуванням

швидкості обертання робочого органу, розмірів машини та продуктивності машини.

Одним із факторів, який впливає на ефективність лушення є крупність зерен [7, 10]. Більшість досліджень проведено без врахування цього фактора.

Vereshchinskii A.P. [28] досліджував вплив навантаження на ефективність лушення зерна пшениці в технологіях борошномельного виробництва. Він встановив, що кількість зерна, яке завантажено в лушильну машину, впливає на ефективність його лушення за криволінійною залежністю.

Santosa B.A.S., Singh U., Rao P.V. [25, 26] досліджували ефективність лушення різних генотипів *pigeonpeas*. Вони встановили, що різні генотипи гороху мають різну ефективність лушення.

Дослідження проведені багатьма вченими виконувалися на the tangential abrasive dehulling device (TADD) [6, 8, 10, 18, 19, 21, 24, 26], які конструктивно відрізняються від промислових машин безперервної дії. Головною відмінністю є відсутність у the tangential abrasive dehulling device решітного полотна, яке виводяться продукти лушення: husk and dust middling. Лабораторні абразивні машини із решітним полотном [4, 8, 11-13, 15, 27, 31] краще підходять для моделювання процесу лушення, який відбувається у промислових машинах безперервної дії із решітним полотном [27] в середині. Результати досліджень, які отримані на the tangential abrasive dehulling device менше придатні для розроблення функції лушення для промислових аналогів у зв'язку із іншим характером процесу лушення. Конструкція the tangential abrasive dehulling device (TADD) забезпечує лушення за рахунок сил тертя зерна об абразивний диск [24], вплив інших сил незначний. В машинах із решітним полотном відбувається лушення за рахунок тертя об абразивний диск, тертя зерна об решітне полотно та тертя між самими зернами [16]. The tangential abrasive dehulling device не дозволяють досліджувати вплив навантаження на ефективність лушення за рахунок обмеженої кількості зерен, яку можна засипати в машину [24].

Більша частина наукових досліджень присвячена вивченню процесу лущення *pigeon peas*. Інформації щодо процесу лущення *field peas* недостатньо. Недоліком багатьох наведених досліджень є те, що не враховувалася крупність насіння польового гороху, яка є фактором, який впливає на ефективність лущення насіння гороху. Інформації щодо впливу усіх наведених параметрів на ефективність лущення польового гороху недостатня. Метою цієї роботи було вивчення впливу тривалості лущення, швидкості обертання робочих органів лущильної машини та навантаження на ефективність процесу лущення *field peas* різної вологості та крупності.

Лущення зерна – одна з основних операцій, від ефективності якої в значній мірі залежить вихід і якості крупи. Суть процесу лущення полягає у відокремленні поверхневих оболонок – квіткових, плодових або насіннєвих – від ядра [50].

У зв'язку з великим різноманіттям властивостей зерна застосовують різні способи його лущення. Вибір способів лущення та лущильних машин, в яких втілені ці способи, залежить від кількох факторів. По-перше, має велике значення міцність зв'язку оболонок і ядра, міцна – оболонки зрослися з ядром, неміцна – оболонки з ядром незрослися. По-друге, вибір способу лущення залежить від міцності ядра. По-третє, має значення асортимент крупи, вироблюваної з даного зерна, тобто виробляють з даного зерна, тобто виробляють цілу або дроблену крупу.

В сучасних лущильних машинах використаний один із трьох основних способів лущення зерна: стиснення та суц, одноразовий або багаторазовий удар, тривале стирання оболонок.

Для лущення зерна застосовують найчастіше спеціальні лущильні машини, а також машини, що використовуються в борошномельній промисловості для сухої обробки поверхні зерна. Зерно лущать в наступних лущильних машинах: лущильному поставі, вальцедекових станках, лущильниках з прогумованими валками, лущильниках А1-ЗРД-Е і У1-БШВ,

бичевих або оббивальних машинах, центробіжних лушильниках, лушильно-шліфувальній машині А1-ЗШН-Е, аеролушильних установках [50].

В результаті лущення зерн отримують суміш, яка складається з п'яти основних продуктів. Перший продукт – нелущене зерно або ядро, що представляє собою готову крупу або напівфабрикат, для її отримання.

Другий продукт – нелущене зерно, що залишається в суміші, так як повного лущення зерна в жодній машині не відбувається. Відокремлені нелущені зерна повинні бути піддані повторному лущенню.

Третій продукт – лузга, вільні оболонки, які відокремлені при лущенні.

Четвертий продукт – дроблене ядро, яке утворюється при дробленні цілого ядра. Дроблене ядро деяких культур (рис, гречки, гороху) використовують якості харчового продукту або безпосередньо (гречаний проділ), або після додаткової обробки. При переробці зерна інших круп'яних культур дроблене ядро використовується як кормовий продукт. Виняток складає дроблене ядро номерної крупи, яка є основним продуктом.

П'ятий продукт – мучка, що представляє собою дрібно подрібнені частинки ядра і оболонок. Мучка – цінний кормовий продукт, що використовується найчастіше для виробництва комбікормів і кормових сумішей [50].

Наступна після лущення операція – сортування продуктів лущення. Процес сортування продуктів лущення включає просіювальні машини для відділення мучки та дрібки, повітряні сепаратори для відділення лузги, машини для розділення суміші лущених і нелущених зерен (круповідділювальна машина).

Мучка та дроблене ядро мають менші розміри у порівнянні з цілим ядром, тому їх виділяють у просіювальних машинах. Крупність мучки та дрібки визначається стандартами на крупу та круп'яні продукти, вона варіюється в залежності від визначеного підбору металотканих або штампованих сит [50].

Технологічну ефективність лущення оцінюють, виходячи з основних задач процесу. При лущенні зерна необхідно забезпечити пропуск через машину

отримати як можна більше лущених зерен при мінімальному подрібненні. При лущенні утворюється ряд продуктів: ціле та дроблене ядро, лузга (оболонки), дрібно подрібнені частинки (мучку). Кількість зерен, підданих лущенню, визначають як різницю між кількістю поступивши на нелущених зерен і кількістю таких зерен після лущення [50].

Коефіцієнтом цілісності ядра залежить від стану робочих органів машин, технологічних властивостей зерна та інших факторів. Він змінюється також в залежності від коефіцієнта лущення. Коефіцієнт цілісності ядра знижується з збільшенням коефіцієнта лущення в лущильних машинах. Пояснюється це так: для того щоб збільшити коефіцієнт лущення в лущильних машинах, або зменшують зазор, або збільшують швидкість робочих органів, тривалість обробки зерна та інше. Все це, збільшуючи коефіцієнт лущення зерна, неминуче призводить до більшого дроблення ядра, при цьому найбільш різке збільшення дроблення ядра починає при досягненні певного значення коефіцієнта лущення.

Спочатку вихід цілого ядра зі збільшенням коефіцієнта лущення може привести зростати швидше, ніж вихід дробленого ядра і мучки, що призводить до певного збільшення коефіцієнта цілісності ядра, але при досягненні певної величини коефіцієнта лущення невеликий приріст виходу цілого ядра може привести до його значного дроблення [50].

Загальну ефективність процесу E лущення зерна можна оцінити зі врахуванням кількісного і якісного показників процесу: $E = K_{ш} \cdot K_{ц.я.}$

Загальна ефективність процесу лущення E зі збільшенням коефіцієнта лущення $K_{ш}$ зростає, потім вона починає знижуватися в результаті різкого зменшення коефіцієнта цілісності ядра. Лущення ядра слід вести в умовах, що забезпечують найбільш його високу ефективність. Для всіх і проса рекомендують коефіцієнти лущення 80...95 %, а для гречихи – 44...55 %.

На ефективність лущення зерна впливають його технологічні властивості, а також умови експлуатації лущильних машин. Серед технологічних властивостей зерна на ефективність його лущення створюють значний вплив вологість, крупність і вирівняність, вміст лущених зерен [50].

Висновки

1. В багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні, спостерігається недостатня забезпеченість населення білковими продуктами харчування. Так, дефіцит білка в раціоні населення України становить не менше 25 %. Білковий та амінокислотний дефіцит на фоні несприятливих екологічних умов негативно відбивається на стані здоров'я, працездатності та тривалості життя людей. Одним з напрямів подолання білкового дефіциту в країні є пошук нових рослинних джерел харчового білка та розробка способів їх використання для збагачення харчових продуктів масового попиту. Серед значної кількості білкової сировини рослинного походження особливу увагу заслуговує і горох. Високий вміст повноцінного білка, вуглеводів, різноманітних вітамінів, мікроорганізмів тощо заслуговує на увагу.

2. Огляд літератури показав майже повну відсутність відомостей технології лущення зерна гороху. Дослідження питань процесу лущення та переробки його в крупи має велике практичне значення при вирішенні проблем забезпечення країни рослинними високобілковими харчовими продуктами.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти і методи

Об'єктом досліджень є технологія лушення зерна гороху.

2.2 Характеристика предмету досліджень

Предметом досліджень є безалкалоїдне зерно люпину, яке лушили на лабораторному лушильнику УЛЗ-1. При проведенні лабораторних досліджень керуючими факторами були вологість зерна, тривалість обробки зерна в лушильнику УЛЗ-1 та швидкість робочого органу лушильника. Вихідною функцією був вихід цілого ядра, мучки, лузги та дрібки.

2.3 Методика зволоження зерна та визначення його вологості

Вологість зерна люпину визначали за ГОСТ 9404-88 «Мука и отруби. Метод определения влажности». Висушування подрібненої наважки масою 5 г здійснювали у сушильній шафі СЕШ-3М при температурі 130 °С на протязі 40 хв., з наступним охолодженням в ексікаторі та зважуванням. Визначення вологості зерна здійснювали у 10 повторностях з наступною математично-статистичною обробкою результатів визначення. Приклад математично-статистичної обробки даних наведено у додатку 2.

Зволоження зерна здійснювали шляхом додавання розрахункової кількості води у зернову масу з наступним відлежуванням на протязі трьох діб.

Кількість води, яку необхідно для зволоження зерна розраховували за формулою:

$$V = G \cdot \left[\frac{100 - W_a}{100 - W_b} - 1 \right] \quad (2.1)$$

де, V – необхідна кількість води, мл; G – кількість зерна (до зволоження), г; W_a - вологість зерна до зволоження, %; W_b - вологість зерна після зволоження (задана вологість), %.

2.4 Методика проведення лущення зерна

Наважку зерна 50г зважували на технічних вагах ТВЕ-0,21-0,001 3-го класу точності і засипали у приймальний бункер лущильника УЛЗ-1, який обладнано засувкою. Загальний вигляд лабораторного лущильника наведено на рис. 2.1.



Рис. 2.1 Загальний вигляд лабораторного лущильника УЛЗ-1

Тривалість обробки зерна змінювали за рахунок таймера, яким обладнано лущильник. Відлік тривалості роботи машини здійснювали у зворотньому напрямі. Завантаження зерна в машину здійснювали наступним чином: при тривалості обробки зерна в машині 10 с на таймері лущильника встановлювали 15 с, після чого натиском кнопки «Пуск» приводи у рух машину і починали відлік часу за таймером. При показах таймера 11с відкривали засувку і за 1с відбувалося завантаження зерна в робочу камеру лущильника, після чого засувку закривали, запобігаючи вилітанню зернин із машини. Після зупинки машини, відкривали випускну засувку і висипали оброблений продукт у бункер під лущильником. Весь продукт зважували на технічних вагах із наступним перерахунком у відсотки. Лущення зерна люпину здійснювали у 4-х повторностях.

Колову швидкість обертання робочого органу машини змінювали шляхом зміни шківів лущильника, якими обладнано машину.

Критерієм оцінки ефективності процесу лушення обрано індекс лушення, $I_{\text{л}}$, %, який розраховувався за формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{m_{\text{я}}}{m_{\text{з}}} \cdot 100 \quad (2.2)$$

де, $m_{\text{я}}$ - вихід ядра, г; $m_{\text{з}}$ - кількість зерна, яка підлягала лущенню в лушцильнику УЛЗ-1, г.

2.5 Методика досліджень гранулометричного складу зерната продуктів його переробки

Для оцінки гранулометричного складу зерна люпину та його ядра використовували середньгеометричний розмір. Гранулометричний склад нативного зерна визначали наступним чином: брали 100 зерен і вимірювали лінійні розміри кожної зернини штангенциркулем ШЦ-2, другого класу точності. Середньгеометричний розмір квасолі визначали за формулою:

$$d = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot l} \quad (2.3)$$

де, a , b , l – лінійні розміри зернівки, мм; d – середньгеометричний розмір зернівки, мм.

Після визначення середньгеометричного розміру зерен наважки, будували інтегральну та диференціальну криві розподілу зерна квасолі за середньгеометричним розміром.

Інтегральну та диференціальну криві будували на основі інтервального ряду розподілу середньгеометричного розміру зерен за формулою.

Середній розмір зерен квасолі визначали за формулою [1]:

$$d_{\text{ср}} = \frac{m_1 d_1 + m_2 d_2 + \dots + m_i d_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i} \quad (2.4)$$

де, d_1 , d_2 , d_i – відповідно середній розмір частинок в кожній фракції, яку визначали, виходячи із середньгеометричного розміру зерен; m_1 , m_2 , m_i – кількість продукту в кожній фракції відповідного розміру, %.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛУЩЕННЯ ГОРОХУ

3.1 Дослідження індексу лущення насіння гороху

Дослідження індексу лущення насіння гороху при різних режимах обробки дозволяє встановити вплив досліджуваних факторів на ефективність відокремлення оболонки від ядра гороху. Досліджувалися індекси лущення за зміни тривалості лущення, зміни вологості насіння, крупності насіння та швидкості обертання абразивного диску лущильника. Дослідженнями встановлено, що індекс лущення для усіх режимів обробки насіння гороху має зростаючий лінійний характер при збільшенні тривалості лущення. Результати досліджень наведено на рис. 3.1.

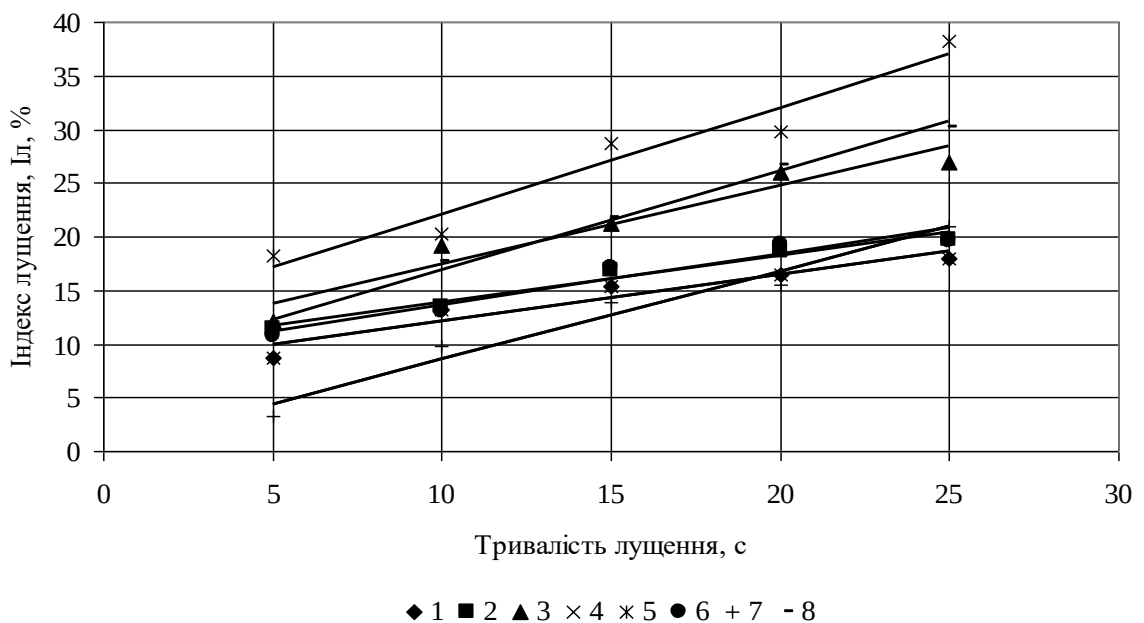


Рис. 3.1 Залежність індексу лущення від тривалості обробки в лущильнику, крупності насіння та швидкості робочого органу:

1. $W = 11,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
2. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
3. $W = 16,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
4. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г

5. $W = 11,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г

6. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г

7. $W = 16,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г

8. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г

Підвищення вологості $11,6\%$ до $16,6\%$ призводить до підвищення величини індексу лущення для крупної фракції насіння гороху ($A = 291,0$ г) при інших режимах лущення та збільшенні тривалості лущення з 5 до 25 с. Для дрібної фракції насіння гороху ($A = 241,0$) спостерігається також збільшення величини індексу лущення, але різниця значень менша ніж для крупної фракції. Це свідчить про те, що вологість зерна гороху призводить до зменшення опору лущення насіння гороху, в той час як зменшення крупності насіння гороху незважаючи на зволоження зменшує величину індексу лущення.

Зміна швидкості обертання абразивного круга з 1500 об/хв до 2500 об/хв для крупної фракції насіння гороху з вологістю $11,6\%$ свідчить про незначне підвищення величини індексу лущення, що свідчить про значний опір насіння гороху лущенню. Підвищення вологості насіння гороху та швидкості обертання робочого органу лущильника значно впливає на зміну величини індексу лущення. Порівняння результатів досліджень лущення вологого насіння гороху вологістю $16,6\%$ та зміни швидкості обертання робочого органу дає підстави стверджувати, про те що швидкість обертання значно впливає на ефективність лущення, так само як і для сухого насіння. Аналогічні висновки можна зробити і по лущенню дрібного насіння гороху, але індекс лущення дещо менше для дрібного насіння в порівнянні з аналогічними даними для крупної фракції. Це дає підстави стверджувати, що крупні фракції лущаться краще ніж дрібні і володіють меншим опором лущенню.

Для отримання найбільшої величини індексу лущення можна рекомендувати зволоження зерна гороху перед лущенням, фракціонування насіння гороху та обробку їх окремо, швидкість обертання робочого органу приймати на рівні 2500 об/хв.

Дослідження стандартного відхилення дослідних даних показали, що відхилення коливається в межах від 0,56 до 1,79 %. Коефіцієнт кореляції коливається від 0,95 до 0,99. Оскільки усі коефіцієнти кореляції більше ніж 0,9, це свідчить про високий зв'язок досліджуваних ознак. Результати досліджень наведено у табл. 3.1

Таблиця 3.1

Стандартні відхилення та коефіцієнт кореляції лінійних рівнянь

№ рівняння	Стандартне відхилення	Коефіцієнт кореляції
1	0,68	0,97
2	0,56	0,98
3	1,49	0,96
4	1,27	0,96
5	1,06	0,95
6	1,05	0,97
7	1,79	0,95
8	0,65	0,99

3.2 Дослідження виходу дрібки при різних режимах лушення

В процесі лушення одним із побічних продуктів, які утворюються є дрібка – дрібні частинки ядра, які відкололися в процесі обробки. Дослідженнями виходу дрібки встановлено, що вихід дрібки при всіх режимах обробки носить зростаючий лінійний характер. Результати досліджень наведено на рис. 3.2.

Із даних рис. 3.2 видно, що найменший вихід дрібки спостерігається при двох режимах лушення, а саме лущенні крупної фракції насіння гороху із вологістю 11,6% та швидкості обертання робочого органу лущильника 1500 об/хв. Найменший вихід дрібки спостерігається, тому що при низькій вологості насіння відбувається значний опір лущенню, а швидкість лушення 1500 об/хв. незначно здійснює вплив на відокремлення оболонок від ядра насіння гороху. При лущенні крупної фракції спостерігається найбільший вихід дрібки при режимі лушення, який характеризується вологістю насіння 16,6% та швидкості обертання робочого органу лущильника 2500 об/хв. Це можна

пояснити тим, що зволоження зерна призводить до розтріскування ядра зменшення його міцності і як наслідок більшого утворення дрібки під час інтенсивної дії високої колової швидкості робочого органу.

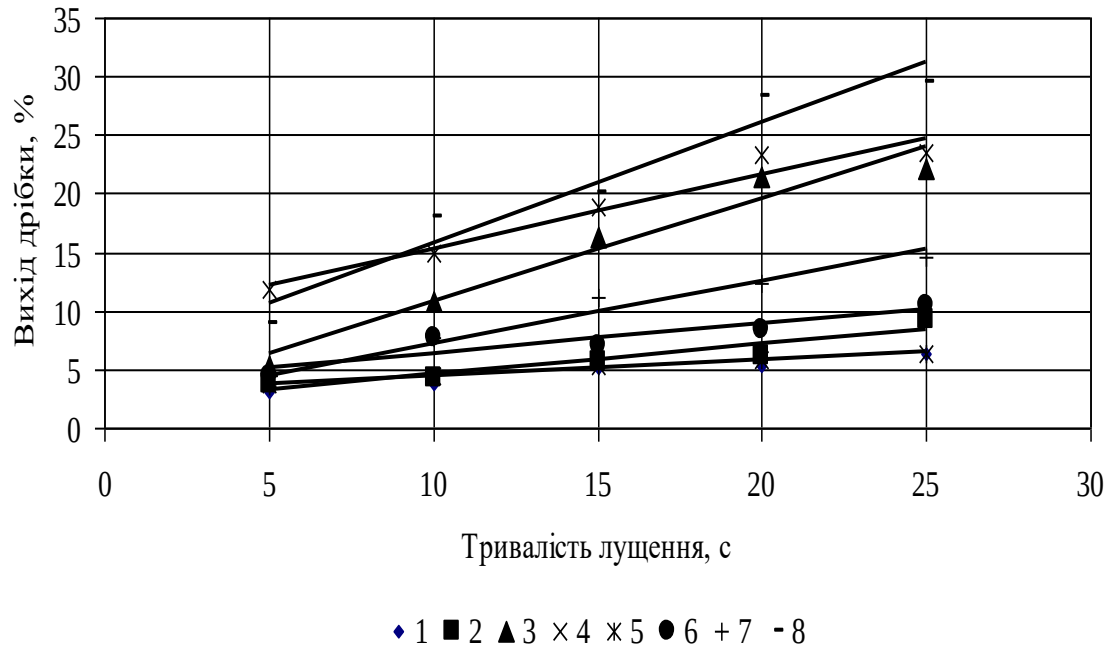


Рис. 3.2 Вихід дрібки при різних режимах лушення насіння гороху в лабораторному лушильнику:

1. $W = 11,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
2. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
3. $W = 16,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
4. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
5. $W = 11,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г
6. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г
7. $W = 16,6 \%$; $n = 500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г
8. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г

Вихід дрібки при лушенні дрібної фракції має такі самі значення як і при лушенні крупної фракції, її вихід змінюється від 3,8% до 6,4% при швидкості обертання 1500 об/хв. та вологості 11,6%, що свідчить про опір руйнуванню сухого насіння гороху. При лушенні вологого насіння гороху вологістю 16,6% та швидкості обертання 2500 об/хв. вихід дрібки найбільший, що свідчить про

зменшення міцності ядра гороху під дією високих колових швидкостей обертання робочого органу лушильника.

Решта режимів лушення при яких утворюється дрібка мають проміжні значення.

3.3 Дослідження виходу половинок при різних режимах лушення

В процесі лушення утворюється крім цілого ядра та дрібки ще і розколоти половинки ядра гороху у вигляді півкуль. В технологічному процесі переробки ці половинки насіння гороху виділяють як окремий готовий продукт. Половинки гороху мають високу харчову та поживчу цінність, тому цілий горох намагають розколоти на дві половинки для отримання найбільшого попиту на продукцію. Тому вихід цих половинок має велике значення для отримання характеристики процесу лушення.

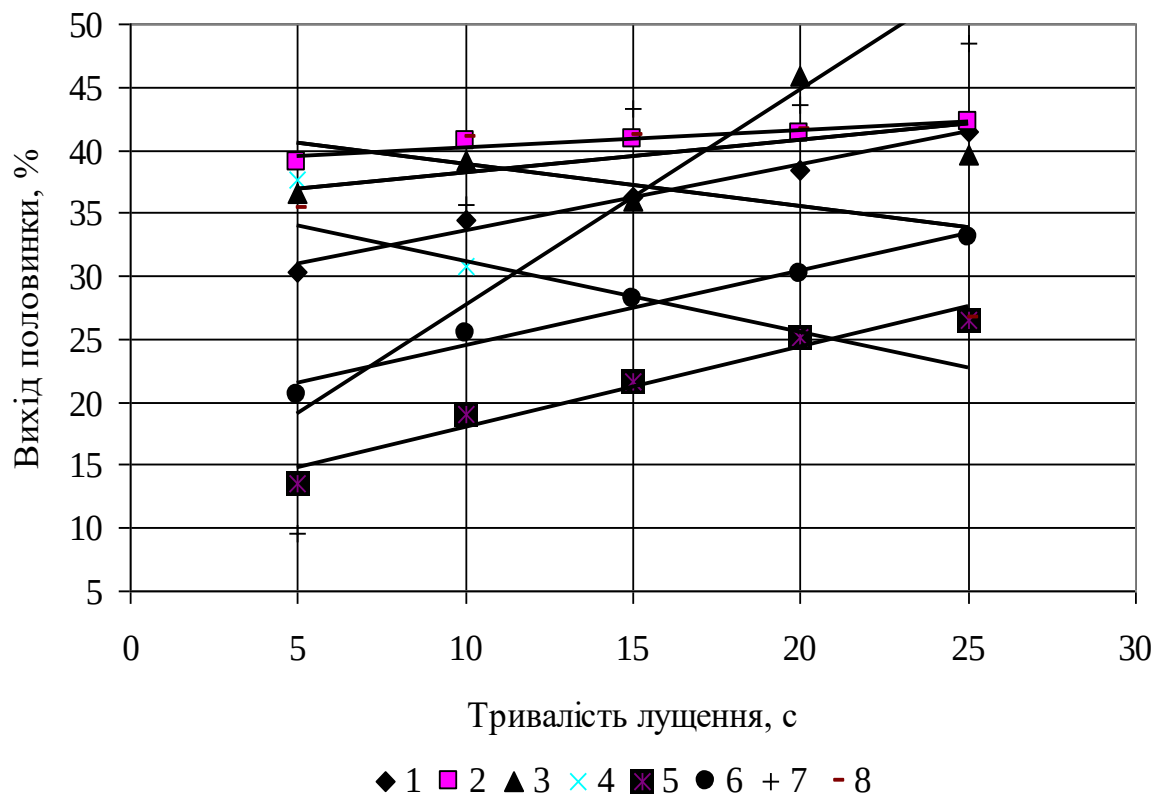


Рис. 3.3 Вихід половинок насіння гороху:

1. $W = 11,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г

2. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
3. $W = 16,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,3$ г
4. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,3$ г
5. $W = 11,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г
6. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г
7. $W = 16,6 \%$; $n = 500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г
8. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; дрібна фракція $A = 241,3$ г

Дослідженнями встановлено, що вихід половинок ядра гороху можна описати лінійними залежностями, результати досліджень наведено на рис. 3.3. Із збільшенням тривалості лущення від 5с до 25с вихід половинок збільшується при усіх режимах обробки та крупності насіння гороху завинятком режимів при яких вологість насіння 16,6% та швидкість обертання абразивного диску лущильника 2500 об/хв. За вказаних останніх двох режимів вихід половинок навпаки зменшувався. Зниження виходу половинок є результатом розрихлення ядра гороху піддією вологи та переходу половинок у дрібку та мучку.

Найменший вихід половинок спостерігався при режимі лущення дрібної фракції за якої швидкість обертання абразивного диска становила 1500 об/хв., вологість насіння 11,6%. Низький вихід половинок можна пояснити тим, що сухе насіння має значний опір лущенню та руйнуванню при дії на нього незначних колових зусиль з боку робочого органу лущильника.

Найбільший вихід половинок насіння гороху від 39,0% до 42,2% спостерігався при лущенні крупної фракції вологістю насіння 11,6% та коловій швидкості обертання 2500 об/хв.

Решта значень виходу дрібки займає проміжне значення.

Порівняння даних рис. 3.3 показує, що вихід половинок більший при лущенні крупної фракції насіння гороху ніж дрібної, хоча і спостерігається розкид даних при обробці вологого насіння гороху.

3.4 Дослідження зольності ядра при різних режимах лушення крупної фракції

Одним із показників оцінки ефективності процесу лушення насіння гороху є визначення показника зольності ядра тамучки, аналіз якого дає можливість оцінити ефективність цього процесу лушення.

На рис.3.4 наведено результати дослідження зольності ядра насіння гороху при різних режимах лушення.

При зміні тривалості лушення крупної фракції насіння гороху з 5 до 25 с величина зольності лінійно зменшується, що є результатом стирання високозольних периферійних частин ядра насіння гороху.

Аналіз даних зольності ядра рис. 3.4 показує, що збільшення колової швидкості обертання робочого органу лущильника з 1500 об/хв. до 2500 об/хв. зменшує зольність ядра в середньому на 0,4...0,6 %. Збільшення вологості насіння гороху з 11,6% до 16,6% призводить до зниження зольності ядра в середньому на 0,1%.

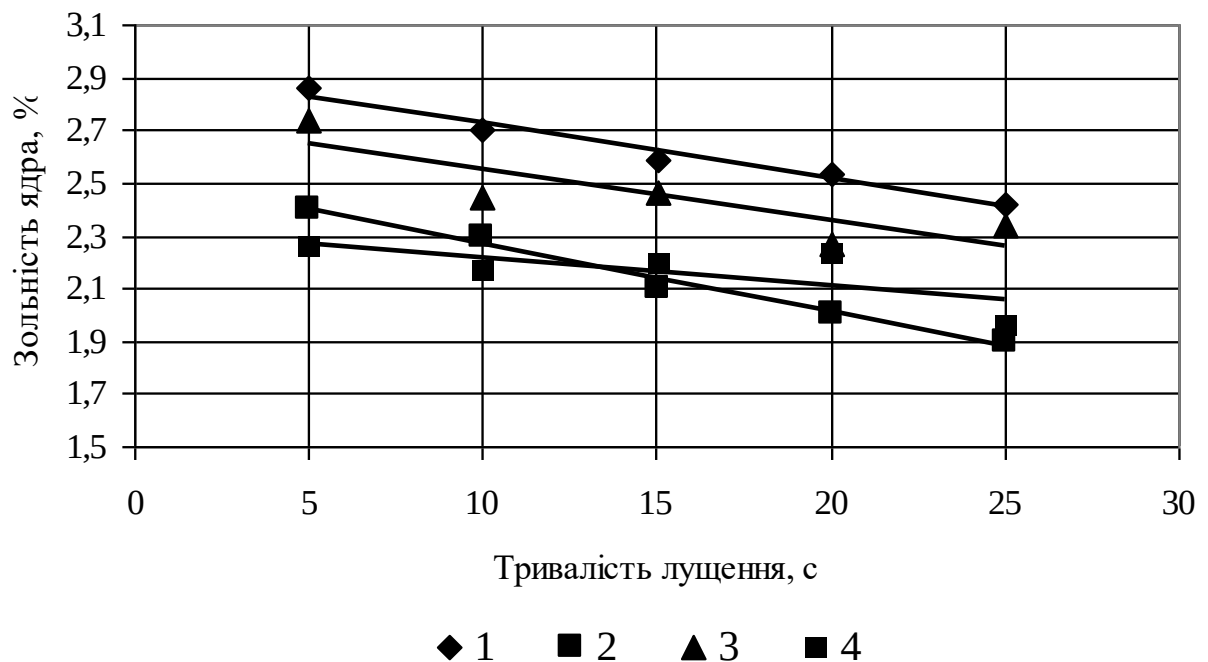


Рис. 3.4 Зольність ядра крупної фракції:

1. W = 11,6 %; n = 1500 об/хв; крупна фракція A = 291,0 г

2. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
3. $W = 16,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
4. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г

3.5 Дослідження зольності мучкита лузги при різних режимах лущення крупної фракції

Утворення лузги т мучки є невід'ємною частиною процесу лущення насіння гороху. Підчас лущення відбувається перехід оболонок тадрібних частинок ядра у мучку та лузгу.

Результати дослідження зольності лузги та мучки показали, щовеличина зольності зменшується заспадною лінійною залежністю. На рис.3.5 наведено залежність зміни зольності лузгита мучки від тривалості лущення, вологості насіння гороху ташвидкості обертання робочого органу лущильника.

Як видно із даних рис.3.5 найбільша зольність суміші лузги та мучки спостерігалася при лущенні крупної фракції із вологістю 11,6 % та швидкості обертання робочого органу лущильника 1500об/хв.

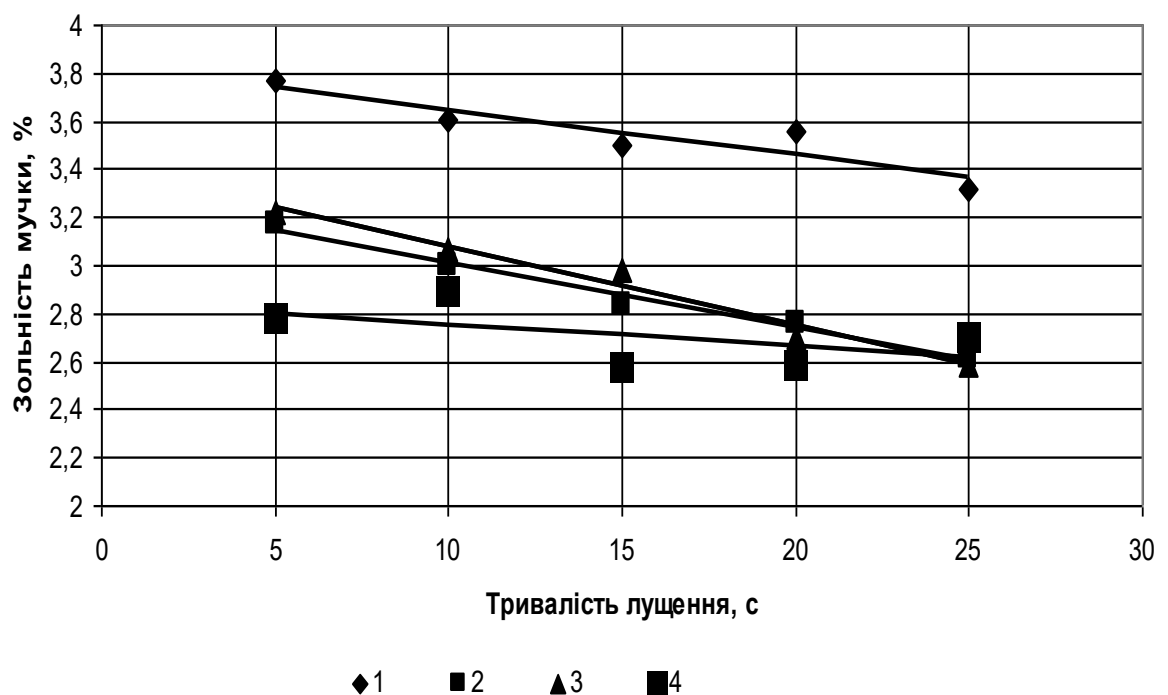


Рис. 3.5 Зольність мучки талузги:

1. $W = 11,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
2. $W = 11,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
3. $W = 16,6 \%$; $n = 1500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г
4. $W = 16,6 \%$; $n = 2500$ об/хв; крупна фракція $A = 291,0$ г

Підвищення колової швидкості обертання робочого органу з 1500 об/хв. до 2500 об/хв призводить зменшення зольності лузгита мучки.

Найменша величина зольності спостерігалася при лущенні крупної фракції насіння гороху при вологості насіння 16,6% при коловій швидкості обертання робочого органу 2500 об/хв.

Дані рис.3.5 показують, що підвищення вологості та колової швидкості обертання робочого органу лушильника призводить до зменшення величини зольності мучки та лузги зарахунок зтирання низькозольного ядра насіння гороху і переходу його у мучку.

Висновки

1. Результати досліджень вказують на те, що збільшена вологість насіння гороху призводить до збільшення виходу дрібки та мучки і зменшення індексу лушення, що є результатом погіршення відокремлення оболонки від ядра.

2. Збільшення колової швидкості обертання робочого органу лушильника призводить до підвищення виходу індексу лушення, тим самим покращується ефективність лушення.

3. Крупна фракція краще лушиться ніж дрібна, вихід половинок більший при лущенні крупної фракції насіння гороху.

4. Лушення насіння гороху призводить до зниження його зольності, збільшення тривалості обробки призводить не тільки до зниження зольності ядра але і до зниження зольності суміші лузги та мучки за рахунок переходу низькозольних продуктів у суміш лузги та мучки. Підвищення вологості насіння гороху та колової швидкості обертання робочого органу призводить до зниження величини зольності ядра.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Технологічні процеси виробництва лущеного гороху

Технологічний процес виробництва лущеного гороху повинен включати в себе операцію зважування, очищення зерна від домішок (органічних та мінеральних), лущення та сепарування за геометричними та аеродинамічними властивостями.

Процес зважування необхідний для контролю переробленого зерна. Для цього процесу необхідно використовувати вагові дозатори періодичної дії: АД-50-3Е, ДВС-50У тощо.

Процес очищення необхідний для виділення органічних домішок. Даний процес може здійснюватись на сепараторах типу А1-БІС-12, А1-БІС-16, БСХ-3, БСХ-6, БСХ-12, БСХ-16 тощо.

Процес очищення від мінеральних домішок призначений для виділення мінеральних домішок на каменевідбірниках типу РЗ-БКТ-100.

Лущення зерна гороху можна здійснювати на машинах безперервної дії типу А1-3ШН та дебрандерах «Каскад».

Для виділення мучки талузги необхідно використовувати аспіраційні канали та дуоаспіратори із замкнутим циклом повітря.

Для розділення суміші лущеного ядра, дрібки та можливого необрушувати можна використовувати розсійники.

4.2 Технологія лущення зерна гороху. Підготовка гороху до переробки в крупі.

Технологічний процес на крупозаводі являє собою сукупність технологічних операцій. Технологічні операції на підприємстві можна представити в такій послідовності: приймання сировини; зберігання сировини;

підготовчі операції; виробництво готової продукції. Кожний звище перерахованих етапів може бути представлений у вигляді окремої системи із своєю специфікою.

Підготовка гороху до переробки в крупі передбачає: вилучення домішок а контроль відходів. Вилучення домішок проводять на двох проходах сито повітряних та магнітних сепараторів. В сито повітряних сепараторах розміри отворів сортувальних сит приймають діаметром 10 мм. Сходом цих сит відбирають відходи III категорії. Підсівні сита мають отвори розмірами діаметром 5 мм, проходом яких відбирають насіння різних рослин, пісок, подрібнений горох, а також подрібнений горох. Ця фракція спрямовується на контроль відходів. Основна фракція зерна як першого, так і другого сито повітряного сепаратора (прохід сита з отворами діаметром 10 мм і сід сита з отворами діаметром 5 мм).

Контроль відходів проводять на буратах, в яких проходом сита з діаметром отворів 2,0...2,5 мм вилучають відходи III категорії, а сходом цих сит – дрібний горох.

4.3 Технохімічний контроль виробництва

Технохімічний контроль-перевірка відповідності об'єкта контролю встановленим технічним вимогам; об'єктом контролю може бути процес його створення, зберігання, транспортування, технічна документація.

Існує чотири види контролю:

1. суцільний контроль, при якому здійснюється контроль кожної одиниці продукції, застосовується у випадках на стадії освоєння нової продукції або якщо на останніх стадіях технологічного неможливо перевірити якість, коли технологічне обладнання і процеси не забезпечують необхідної стабільності якості, при високих вимогах до якості продукції, що виробляється, коли недопустимі дефекти;

2. вибірковий контроль заснований на статистичних методах контролю і застосовується в масовому і крупносерійному виробництві;

3. безперервний контроль являє собою перевірку технічних процесів при їх нестабільності, коли необхідно забезпечувати кількісні і якісні характеристики;

4. періодичний контроль - перевірка одиниць продукції і технічних процесів при стабільних процесах та технологічних параметрах.

Основні роботи, що виконуються в відділі технохімічного контролю на крупозаводі наступні:

- визначення якості поступаючого насіння і контроль розміщення насіння в сховищах у відповідності з планом розміщення;

- контроль якості насіння, що зберігається, крупи та відходів і організація обробки;

- складання рецептури для підсортування насіння;

- контроль переробки насіння в крупу (по видам продукції та її якості);

- відбракування продукції та відходів перед відпуском їх з підприємства.

Робота відділу технохімічного контролю круп'яних заводів охоплює всі виробничі процеси, починаючи з постачання насіння в зерносховище і закінчуючи відвантаженням крупи і відходів.

Функції контролю якості сировини, допоміжних матеріалів, готової продукції здійснюються на підприємстві виробничо-технічними лабораторіями.

Лабораторія круп'яного заводу при прийманні насіння відбирає точкові проби, складає середню пробу, що підлягає аналізу. До основних показників якості насіння аманту відносять колір, запах, смак, натуру, вологість, вміст зернової і смітєвої домішок, масова частка білку і жиру, крупність, типовий склад.

Контроль процесів проводиться шляхом лабораторного аналізу насіння, що надходить на комбінат, проміжних продуктів, готової продукції і відходів, відібраних в контрольних точках технологічного процесу. Результати контролю фіксуються в журналах, встановлених форм: збірний журнал; журнал №16; форма №23; форма №78; форма №117; форма №41; журнал оперативного

контролю; журнал контролю вологості. На основі цих результатів начальники цехів та їх замісники вживають заходи щодо усунення виявлених недоліків в ході технологічного процесу.

Виробництво на підприємстві має відповідати міжнародним стандартам якості ISO 9001-2001.

Контроль технологічних показників виробництва крупів проводиться працівниками лабораторій згідно карти технологічного контролю, яку розроблено та затверджено у встановленому порядку. Результати контролю фіксують у спеціальних журналах.

В лабораторії підприємства проводиться контроль готової продукції за показниками якості, ведуться журнали результатів досліджень.

Схема технохімічного контролю технологічного процесу та готової продукції наведено в таблиці 3.2.

Висновки

1. Обґрунтовано доцільність виробництва продуктів харчування з зерна гороху.
2. Наведений опис технологічної схеми.
3. Розроблено схему технохімічного контролю технологічного процесу.

Таблиця 3.2

Схема технохімічного контролю лінії з переробки зерна гороху в крупи

Назва	Місце іспосіб відбору проб	Періодичність контролю	Показники
Зерно при поступанні у зерноочисне відділення	Із самопливі перед бункерами для неочищеного ерна, ковшем, пробовідбірником	Не менше двох разів за зміну	Вологість, колір, запах, смак, зараженість, засміченість, крупність, вміст дрібної фракції, вміст ядра
Сепаратори	Із самопливів доі після машин, ковшем	Не менше двох разів в місяць	Наявність домішок в зерні, наявність домішок у відходах
Зерно при поступанні у луцильне відділення	Із самопливів, ковшем, пробовідбірником	Не менше двох разів за зміну	Колір, запах, смак, зараженість, засміченість, крупність, вміст дрібної фракції, вміст ядра, вологість
Луцильні машини	Із самопливів доі після машин, ковшем	Не менше двох разів в місяць	Кількість лущених, нелущених зерен, битих ядер і мучки
Розсійники	При виході з машини, ковшем	Не менше двох разів в місяць	Недосів і підсор
Аспіратори	При виході з машини, ковшем	Не менше двох разів в місяць	Наявність мучки в крупі
Мучка	Із самопливів після контролю	Те ж	Вміст цілого і подрібненого ядра
Відходи	Те ж	Те ж	Наявність зерна продовольчих кормових і бобових культур, що відносять а стандартом до основного зерна або зернової домішки

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України “Про охорону праці” визначає основні щодо положення реалізації конституційного права працівників на охорону їх здоров’я і життя у процесі трудової діяльності, на безпечні і належні здорові умови праці, регулює за участю органів відповідних державної влади відносини між працівником і роботодавцем з питань безпеки, гігієни праці та середовища виробничого і встановлює єдиний порядок організації праці охорони в Україні.

З охороною праці значною мірою пов’язані втрати підприємства, на які можна впливати. На виробництві нещасні випадки зумовлюють значні втрати часу, знищення або пошкодження обладнання, зниження продуктивності праці, значні штрафні санкції, підвищення страхових внесків, витрати коштів на експертизи та ін. Є випадки, коли аварії привели до катастрофічних наслідків, і підприємства переставали існувати.

Аналіз умов праці на робочому місці

Усі машини, що встановлені у виробничих цехах вальцедеків, верстати, апарати і механізми повинні мати приводи від індивідуальних електродвигунів. Огорожа ременів повинна забезпечувати зручне і безпечне накидання ременя на обід шківів, натягнення і скидання ременя, при можливому розриві або розшиванні ременя забезпечувати міцність і стійкість. Огорожа ремінних передач від електродвигуна до машин і на машинах привідповідній відстані між осями, які ведуть і веденого шківів до 1 м можуть бути нероз’ємними, при відстані від 1 до 1,5 – з подовжнім роз’ємом і мати відстань більше 1,5 м – з поперечним роз’ємом та відкидними голівками.

Приводні ремені і шківів, які розташовані на відстані більше 250 мм від корпусу машини, повинні бути захищені з усіх боків [55].

Магістерською роботою передбачається введення для ПАТ «Миронівський завод з виробництва круп і комбікормів» вдосконаленої лінії лущення зерна гороху. ПАТ «Миронівський ЗВКК» було засновано у 1979 році. Це підприємство, з якого почався у 1998 році розвиток МХП.

Знаходиться підприємство в Київській області, Миронівський р-н, м. Миронівка, вул. Елеваторна, 1. На сьогоднішній день Миронівський ЗВКК – це багатопрофільний виробничий комплекс, до складу якого входять комбікормовий завод, протеїновий завод, три зернові елеватори та крупозавод. Загальна потужність зберігання підприємства складає 250 тис. м³. А в 2012 році тут було вироблено близько 448 тис. т комбікормів і близько 120 тис. тонн. Штат нараховує близько 600 співробітників. Асортимент: комбікорми для свиней, брикети повнораціонні, замінник молока у хиж, комбікорми для ВРХ, премікси мінеральні, масло рослинне, а також крупи манні, гречані тощо.

Організація робочого місця. Із елеватора зерно пшениці потрапляє на ваги (1). Виділення дрібної фракції зерна здійснюється на основному етапі очищення зерна проходом сита 2,0×20 та видалення дрібних домішок проходом сита Ø1,7 на сепараторі (2) БСХ-3-01. Очищене зерно проходить очищення від мінеральних домішок на каменевідбірнику ПКВ-3 (3). Щоб подавати зерно на норий, встановлюється бункер (4) після каменевідбірника (5). Потім зерно норією подається на наступну лінію крупозаводу. Пробі для аналізів відбиралися на лущильних станках до і після лущильника, а обробка результатів в лабораторії.

Приміщення виробничої лабораторії де виконувались наукові дослідження, має площу 20,3 м² з висотою стелі 2,5 м. Лабораторія має сім робочих місць для проведення аналізу зразків. Аналіз умов праці показує, що на лаборанта можуть впливати такі чинники:

- температура та запиленість повітря робочої зони;
- підвищений шум під час роботи;
- фізичні перевантаження.

Мікроклімат приміщення лабораторії. В приміщенні лабораторії температура становить 20–22С, повітря відносна вологість –65–70%, швидкість руху повітря –не більше 0,1м/с. На робочих місцях –освітленість 440лк світлом люмінесцентних ламп, або розсіяним денним світлом, які відповідають вимогам нормативної документації. Обладнана лабораторія витяжною шафою, так як проводяться аналізи визначення зольності зерната борошна. Для зберігання і підготовки зразків для аналізу виділена спеціальна кладова.

В робочій зоні хіміко-технологічної лабораторії показники мікроклімату відповідають вимогам «Державних санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6. 042-99). У зоні робочій хімічної лабораторії вміст пилу, газів, і випарів шкідливих речовин не повинен перевищувати ГДК, встановлених ГОСТ 12. 1. 005-88.

Освітлення робочого місця. Лабораторія забезпечена суміщеним освітленням залежно від відповідно до вимог ДБН В. 2. 5-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Місцевого освітлення світильники за своїм улаштуванням відповідають категорії та групі речовин вибухонебезпечних і влаштоване так, що працівник за бажанням може змінити напрям світлового потоку.

Шум та вібрація. В лабораторії рівень шуму в нормі, встановленої «Державними санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку а інфразвуку» (ДСН 3.3.6. 037-99) ГОСТ 12. 1. 003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». Безпеку вібраційну слід забезпечувати при дотриманні норм, встановлених «Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації» (ДСН 3. 3. 6. 039-99) та ДСТУ ГОСТ 12. 1. 012: 2008 «ССБТ. Вибрационная опасность. Общие требования».

Моделювання небезпечних ситуацій

Небезпечні умови, це умови, при яких існує загроза дії на організм людини небезпеки у виробництві. Виробничі небезпечні умови можуть

виникати коли незадовільно вирішені питання безпеки праці, через недосконалий рівень організації праці, відсутності чіткої системи контролю за станом охорони праці, низьку надійність машини та їх окремих частин або робочих органів.

Ситуація небезпечна – наслідок недбалої дії працівників в небезпечних умовах. Небезпечну ситуацію можуть формувати умови небезпечні і небезпечні обставини [16].

До фізичних небезпечних виробничих факторів належать:

- рухомі механізми машини;
- пристрої підйомно-транспортні при переміщенні вантажів;
- елементи виробничого устаткування незахищені та рухливі (привідні та передавальні механізми тощо);
- стаціонарних драбин і площадок несправність ;
- частинки оброблюваного матеріалу та інструменту, які легко відділяються;
- струм електричний;
- температура підвищена на поверхні устаткування й оброблюваних матеріалів.

Висновки: Основними функціями охорони праці, є здійснення охорони здоров'я працюючих, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму та забезпечення умов гідних праці,.

Одним з найважливіших завдань охорони праці є забезпечення найбільш придатних умов праці, захист робітників від дії, що запобігає марним витратам їх сил, небезпечних і шкідливих виробничих факторів, сприяє покращенню продуктивності праці. Під час прийняття на роботу, кожен працівник на початку, та періодично, проходить інструктаж на млині з питань охорони праці, а також з правил поведінки при виникненні аварійних ситуацій і пожеж, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків. На заводі для забезпечення здоров'я людей створені всі санітарно-гігієнічні та матеріальні умови праці для робітників підприємства.

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

6.1 Розрахунок обсягу капітальних витрат у проект будівництва нового підприємства

Загальний об'єм будівлі складає $10 \times 15 \times 4,8 = 720 \text{ м}^3$

Вартість 1 м^3 будівлі коштує 2000 грн., тоді вся будівля буде коштувати

$$720 \times 2000 = 1440,000 \text{ тис.грн}$$

Площа поверху становить: $S = 10 \times 15 = 150 \text{ м}^2$

Вартість 1 м^2 підлоги становить 1500 грн. Вартість площі підлоги поверху буде складати: $150 \times 1500 = 225,000 \text{ тис грн}$

Загальна вартість об'єкта підсобного призначення коштує $1440,000 + 225,000 = 1665,000 \text{ тис.грн}$

Загальний об'єм будівлі складає $20 \times 30 \times 4,8 = 2880 \text{ м}^3$

Вартість 1 м^3 будівлі коштує 2000 грн., тоді вся будівля буде коштувати

$$2880 \times 2000 = 5760,000 \text{ тис.грн}$$

Площа поверху становить: $S = 20 \times 30 = 600 \text{ м}^2$

Вартість 1 м^2 підлоги становить 1500 грн. Вартість площі підлоги буде складати: $600 \times 1500 = 900,000 \text{ тис.грн}$

Разом вартість об'єкта складського призначення = $5760,000 + 900,000 = 6660,000 \text{ тис.грн}$

Таблиця 6.1

Кошторисно-фінансовий розрахунок будівництва об'єкту

Будівлі і споруди	Вартість одиниці об'єму грн	Вартість одиниці площі грн	Об'єм будівництва м^3	Площа будівництва м^2	Загальна вартість тис. грн
1	2	3	4	5	6
1. Об'єкт підсобного та обслуговуючого призначення	2000	1500	720	150	1665,000

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6
2.Об'єктскладського призначення	2000	1500	2880	600	6660,000
3.Всього вартість будівництва об'єкту	2000	1500	3600	750	8325,000

Таблиця 6.2

Кошторисно-фінансовий розрахунок на будівельні роботи

Назва об'єкту	Вартість, тис.грн
Будівлі і споруди	8325,000
Витрати на санітарно-технічні роботи (15 %)	1248,75
Витрати з благоустрою території (5 %)	416,25
Всього вартість будівельних робіт	9990,000

Для визначення капітальних вкладень на придбання, доставку та монтаж обладнання складають кошторисно-фінансовий розрахунок за формою Кошторис на придбання, доставку та монтаж обладнання представлено у таблиці

Визначення витрат на встановлення нового обладнання.

При розрахунках, транспортні витрати можна прийняти на рівні 5%, заготівельно-складські витрати – 1,25%, витрати на монтаж – 8-10% первинної вартості обладнання.

Таблиця 6.3

Кошторисно-фінансовий розрахунок на нове обладнання

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість одиниць обладнання, шт	Вартість обладнання, тис. грн.	Первісна вартість, тис. грн.
1	2	3	4	5
1	Дозатор потоку УРЗ-1	4	15	60
2	Конвеєр гвинтовий РЗ-БКШ-200	6	25	150
3	Дебандер «Каскад» 1,6	2	60	120
4	Розсіювач РПУ-2	1	65	65
5	Сепаратор БСХ-3-01	2	50	100
6	Каменевідбірник РЗ-БКТ-100	1	55	55

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4	5
7	Фільтр-циклонРЦЕ-40,8-48	2	120	240
8	Вентилятор сер.тискуВЦ5-45	2	20	40
9	Аспіратор із замкнутим циклом повітря А1-БДА	1	22	22
10	Дозатор ваговий для ерна 6.142.АД-50-3Е	1	35	35
	ВСЬОГО	22		887,000
	Транспортні витрати (5%)			44,35
	Заготівельно-складські витрати (1,25%)			11,0875
	Монтаж обладнання (10%)			88,7
	ВСЬОГО ПО ОБЛАДНАННЮ			1031,1375

Таблиця 6.4

Зведений кошторисно-фінансовий розрахунок на нове обладнання

	Сума, тис. грн	% до підсумку
Будівельні роботи	9990,000	
Первісна вартість нового обладнання	1031,1375	
Контрольно-вимірювальні прилади	154,670625	15 %
Роботи з встановлення фундаменту	103,11375	1 %
Внутрішньоцеховий транспорт	257,784375	25 %
Вартість неврахованого обладнання	206,2275	20 %
Всього	11742,93375	

При розрахунках вартість контрольно-вимірювальних пристроїв приймається нарівні – 15% вартості обладнання; спеціальних робіт (встановлення фундаменту під обладнання, антикорозійні роботи, ізолювання, тощо) – 1 % вартості обладнання; внутрішньоцеховий транспорт приймається 25 % вартості обладнання; вартість неврахованого обладнання 20% вартості обладнання.

На основі проведення кошторисно-фінансових розрахунків визначаємо загальну вартість капітальних витрат (початкових інвестицій) на проведення будівництва підприємства.

$$K_{\text{заг}} \text{ (П1)} = K_{\text{нов}} + Д - B_{\text{реал}} - B_{\text{бр}} + B_{\text{зал}} + - \Delta OK \quad \text{де:}$$

$K_{\text{заг}} \text{ (П1)}$ - додаткові капітальні витрати (початкові інвестиції) на проведення будівництва (реконструкцію) підприємства, тис. грн;

$K_{нов}$ - витрати набудівництво, придбання нового обладнання, тис. грн

D - витрати на емонтаж обладнання, тис. грн.

$V_{реал}$ - вартістьреалізованого обладнання, тис. грн.

$V_{бр}$ - вартість обладнання, щореалізується за ціною металобрухту, грн.

$V_{зал}$ - залишковавартість замінюваного обладнання .

ΔOK - зміна нормативу обігових коштів, тис.грн.

$$K_{заг.} (П1) = 11742,93375 + 914,885 = 12657,81875$$

6.2 Техніко-економічні показникипроекту

Таблиця 6.5

Техніко-економічні показникироботи підприємства

Показник	Одиниці виміру	Числові значення
1	2	3
1. Обсяг переробкигороху	Т	21350
2. Обсяг виготовленняпродукції	Т	17976,7
3. Обсяг продукції в птових діючих	тис. грн.	84317,7685
4. Середньосписковачисельність	чол.	156
5. Повні витрати навиробництво і реалізацію продукції	тис. грн.	82740,825
6. Витрати на 1 грн.продукції	грн.	0,98
7. Прибуток відреалізації продукції	тис. грн.	1182,707
8. Рентабельністьвиробництва продукції	%	2,75
9. Фондовіддача	грн.	6,66
10. Термін купності інвестицій	Роки	3,69
11. Індекс охідності		0,07
12. Індекс прибутковості		1,07

Висновки

1. На основі проведених розрахунків проектслід вважати доцільним до впровадження, оскільки:

- чиста нинішня вартість накінець життєвого циклу з наростаючим підсумком, є величина позитивна і складає 948,681 тис. грн.;
- гарантований строк повернення інвестицій складає3 роки і 8 місяців, що є меншим за термін життя проекту(5років);

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вони дають змогу зрозуміти поведінку насіння гороху в процесі лущення під час його переробки при різних параметрах процесу.

1. Збільшення тривалості лущення з 5 до 25і призводить до збільшення ефективності лущення насіння гороху залінійною залежністю незалежно від крупності насіння гороху.

2. Збільшення вологості насіння гороху з 11,6% до 16,8% також призводить до збільшення ефективності лущення. Ефективність лущення зі збільшенням вологості збільшується зарахунок збільшення виходу дрібки.

3. Збільшення швидкості обертання робочого органу лущильної машини з 25s^{-1} до $41,6\text{s}^{-1}$ призводить до підвищення ефективності лущення гороху.

4. Крупність насіння гороху є фактором, який зменшує ефективність лущення. На ефективність лущення також суттєво впливає коефіцієнт завантаження робочої камери лущильної машини. Незалежно від крупності гороху, збільшення коефіцієнту завантаження робочої камери лущильної машини призводить до збільшення ефективності лущення за лінійною залежністю.

5. зі збільшенням тривалості обробки, швидкості обертання робочого органу лущильної машини, коефіцієнта завантаження робочої камери лущильної машини, а також вологості сприяє збільшенню виходу дрібки зарахунок зменшення виходу цілого ядра. За однакових умов вихід дрібки менший при лущенні дрібної фракції за рахунок більшого опору стиранню.

6. Навихід мучки та лузги значний вплив здійснює вологість гороху, тривалість лущення та швидкість обертання робочих органів лущильника. Крупність гороху суттєво не впливає. Із збільшення тривалості лущення та швидкості обертання робочих органів лущильника вихід мучки та дрібки збільшується. Із підвищенням вологості зерна цей вихід зменшується.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Рекомендувати переробним заводам повиробництву горохової крупи проводити лушення цілогогороху. Поряд із підвищенням ефективності лушення, збільшиться вихід дрібки за рахунок ядра. Зі зростанням вологості насіння гороху, вихід дрібки збільшується в порівнянні з лушенням сухого гороху.

В процесі лушення відбувається зниження зольності ядра, але і паралельно зменшується і зольність лузги тамучки, що є результатом переходу низькозольних частинок ядра в мучку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. AACC. (2010), *Approved methods of analysis*, (11th edn.). AACC International, St. Paul: American Association of Cereal Chemists.
2. AOAC. (2016), *Official Methods of Analysis of AOAC International*, (20th edn.). AOAC International, Maryland, USA.
3. Baltabaev U.N., Tursunkhodzhaev P.M.(2011), Issledovanie vliianiia konstruktivnykh parametrov itekhnologicheskikh protsessov shelushitelia naeffektivnost shelusheniia iachmenia, *Khranenie i pererabotka zerna*, 11, pp. 65–67.
4. Black R.G., Singh U., Meares C. (1998), Effect of genotype and pretreatment of field peas (*Pisum sativum*) on their dehulling and cooking quality, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77(2), pp. 251–258.
5. Dexter J.E., Sarkar A.K. (2003), *Encyclopedia of food science and nutrition* (Second Edition), Academic Press.
6. Ehiwe A.O.F., Reichert R.D.(1987), Variability in dehulling quality of cowpea, pigeon pea and mung bean cultivars determined with TADD, *Cereal Chemistry*, 64, pp. 81–93.
7. Erskine W., Williams P.C., Nakkoul H. (1991), Splitting and dehulling lentil (*Lens culinaris*): effects of seed size and different pretreatments, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57, pp. 77–84.
8. George E., Rentsen B., Tabil L.G., Meda V. (2014), Optimization of wheat debranning using laboratory equipment for ethanol production, *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 7(6), pp. 54–66.
9. Ghavidel R.A., Prakash J. (2007), The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, *LWT*, 40, 1292–1299.
10. Ghermezgoli K.M., Ghassemzadeh H.R., Moghaddam M.(2017), Optimization of Kabuli chickpea dehulling process, *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 10(2), pp. 115–125.

11. Goyal R.K., Vishwakarma R.K., Wanjari O.D. (2008), Optimisation of the pigeon pea dehulling process, *Biosystems Engineering*, 99, pp. 56–61.
12. Goyal R.K., Vishwakarma R.K., Wanjari O.D. (2009), Optimization of process parameters and mathematical modelling for dehulling of pigeon pea, *International Journal of Food Science & Technology*, 44, pp. 36–41.
13. Goyal R.K., Vishwakarma R.K., Wanjari O.D. (2010), Effect of moisture content on pitting and milling efficiency of pigeon pea grain, *Food and Bioprocess Technology*, 3(1), pp. 146–149.
14. ICC (2009), The ICC Handbook of cereals, flour, dough & product testing. Methods and applications. (Stanley P. Cauvain, et al., eds), DEStech Publications, Inc.
15. Joyner J.J., Yadav B.K. (2015), Optimization of continuous hydrothermal treatment for improving the dehulling of black gram (*Vigna mungo* L), *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), pp. 7817–7827.
16. Kharchenko Y.I., Sharan A.V. (2017), Shelushenie zerna iachmenia, *Khranenie i pererabotka zerna*, 9, pp. 28–31.
17. Mangaraj S., Singh K.P. (2009), Optimization of machine parameters for milling of pigeon pea using RSM, *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), pp. 762 – 769.
18. Oomah B.D., Ward S., Balasubramanian P. (2010), Dehulling and selected physical characteristics of Canadian dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, *Food Research International*, 43, pp. 1410–1415.
19. Opoku A., Tabil L., Sundaram J., Crerar W.J., Park S.J. (2003), Conditioning and dehulling of pigeon peas and mung beans, *CSAE*, paper №03-347, pp. 2–17.
20. Ponce-Garcia N., Ramirez-Wong B., Escalante-Aburto A., Torres-Chavez P.I., Serna-Saldivar S.O. (2017), Wheat improvement, management and utilization, *IntechOpen*, pp. 275–291.

21. Phirke P.S.,Prabhakar S., Bhole N.G. (2000),Pretreatment ofpigeon pea grain for improvement ofdehulling characteristics, *International Journal of Food Science and Technology*, 35, pp. 305–313.
22. Phirke P.S.,Bhole N.G., dhao S.H. (1996), Response surface modeling and optimization of dehullingof pigeon pea with different pre-treatments and conditions, *Journal ofFood Science Technology*, 33, pp. 47–52.
23. Ramakrishnaian N.,Kurien P.P.(1983), Variabilities inthe dehulling characteristics of pigeon pea(*Cajanus cajan L.*) cultivars, *Journal of Food Science Technology*, 20, pp. 287–291.
24. Reichert R.D.,Tyler R.T.,York A.E., Schwab D.J., Tatarynovich J.E., Mwasaru M.A. (1986),Description of a production model ofthe tangential abrasive dehulling device andits application to breeders samples, *Cereal Chem.*,63(3), pp.201–207.
25. Singh U.(1995), Methods ofdehulling of pulses: a critical appraisal, *Journal ofFood Science Technology*,32, pp. 81–93.
26. Singh U.,Santosa B.A.S.,Rao P.V. (1992), Effect ofdehulling methods and physical characteristics of grains on dhal yield of pigeon pea (*Cajanus cajan L.*) genotypes, *Journal ofFood Science Technology*, 29, pp. 350–353.
27. Sokhansanj S.,Patil R.T. (2003),Dehulling and splitting pulses. In: Handbook ofPost Harvest Technology (Chakraverty A.,et al., eds),Marcel Dekker, New York.
28. Vereshchinskii A.P.(2011), Svoistva iosobennosti vzaimodeistviia shlifovalnykh krugov s zernom vprotssesse shelusheniia, *Khranenie i pererabotka zerna*, 11, pp. 62–65.
29. Vishwakarma R.K.,Shivhare U.S.,Gupta R.K., Yadav D.N., Jaiswal A., Prasad P. (2017), Status ofpulse milling processes and technologies: A review, *Critical Reviews inFood Science and Nutrition*, 58(10), 1615 – 1628.
30. Sreerama Y.N.,Sashikala V.B.,Pratape V.M. (2009), Effect ofenzyme pre-dehulling treatments ondehulling and cooking properties of legumes, *Journal ofFood Engineering*, 92,pp. 389–395.

31. Tiwari B.K., JaganMohan R., Venkatachalapathy N., Tito Anand M., Surabi A., Alagusundaram K. (2010), Optimisation of hydrothermal treatment for dehulling pigeon pea, *Food Research International*, 43, pp. 496–500.
32. Yasmin A., Zeb A., Khalil A.W., Paracha G.M.D., Khattak A.B. (2008), Effect of processing on anti-nutritional factors of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) grains, *Food and Bioprocess Technology*, 1(4), pp. 415–419.
33. Wang N. (2005) Optimization of a laboratory dehulling process for lentils (*Lens culinaris*), *Cereal Chemistry*, 82(6), 671–676.
34. Wang N., Hatcher D.W., Gawalko E.J. (2008), Effect of variety and processing on nutrients and certain anti-nutrients in field peas (*Pisum sativum*), *Food Chemistry*, 222, pp. 132–138.
35. Wrigley C. (2004), *Encyclopedia of Grain Science*, Academic Press, North Ryde.
36. Бонда Н.П. Автореферат «Дослідження технологічних властивостей харчового люпину і розробка способів використання його у хлібопекарській промисловості» зі спеціальності 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів» К.НУХТ, с. 22.
37. Мельников Е.М. Технология крупяного производства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 207 с. ил. (Учебники и учебные пособия для учащихся техникумов).
38. ГОСТ 9404-88. Мука и отруби. Метод определения влажности.
39. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос С, 2005. – 296 с.
40. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности.
41. Гинзбург М.Е. Технология крупяного производства. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
42. Правила організації і введення технологічного процесу на круп'яних заводах. – К.: Віпол, 1998 - 162 с.
43. Егоров Г.А. Практикум по технологии муки, крупы и комбикормов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.

44. Инструкция о работе производственных (технологических) лабораторий предприятий Минзаг СССР №9-5 - 79. - М, 1979. -21с.

45. Правила техники безопасности и производственной санитарии на предприятиях по хранению и переработке зерна и хлебобулочных изделий СССР. Ч. I. М.. 1989.-62 с.

46. ДСТУ 2629-94. Крупи, побічні продукти і відходи. Терміни і визначення. - Чин. 01.07.95. - К.: Держстандарт України, 1994. - 44 с.

47. Мельников Е.М. Технология крупяного производства. - М.: Агропром издат, 1991.-207с.

48. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія зернових продуктів. О.: Друк, 2001. -348 с.

49. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. - К.: Віпол, 1998 -162 с.

50. Торжинская Л.Р., Яковенко В.Л. Технохимический контроль хлебобулочных изделий. - М.: Агропром издат, 1986. - 399 с.

51. Мерко И.Т. Технология мукомельного и круп'яного производства. - М.: Агропромиздат, 1985 - 288 с.

52. «Основы охорони праці » / М. П. Купчика, М. П. Гандзюка. - К.: 2000. - 940 с.