

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології зберігання і переробки зерна

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту (декан факультету)  
Оксана КОЧУБЕЙ-  
ЛИТВИНЕНТКО  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024р.

«До захисту допущено»  
В.о. завідувача кафедри  
Тетяна ЯНЮК.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НАЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології зберігання і переробки зерна

на тему: «Дослідження технологічної ефективності роботи комплексу з переробки насіння квасолі»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗТЗ-2-1М Лисенко Надія Василівна  
(прізвище та ініціали)

Керівник Євген ХАРЧЕНКО  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ-2024 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра «Технології зберігання і переробки зерна»

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Технології зберігання і переробки зерна»

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**В. о. завідувача**

**Кафедри технології**

**зберігання і переробки зерна**

**Тетяна ЯНЮК**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лисенко Надія Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження технологічної ефективності роботи комплексу з переробки насіння квасолі»

Керівник роботи доц., к.т.н., Харченко Євген Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом закладу вищої освіти від “07” 10. 2024 року №881-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 10 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: насіння квасолі

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, огляд літературних та інтернет джерел, об'єкти і методи дослідження, експериментальна частина, технологічна частина, соціально-економічна значущість роботи, загальні висновки, список використаних літературних джерел

5. Перелік графічного матеріалу



## АНОТАЦІЯ

Дослідження технологічної ефективності роботи комплексу з переробки насіння квасолі, Лисенко Н.В. Рукопис за спеціальністю 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна». Навчально-науковий інститут харчових технологій, Київ, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню технологічної ефективності сучасного комплексу обладнання компанії Cimbria, що використовується для переробки насіння квасолі. Актуальність теми зумовлена необхідністю оцінки ефективності новітнього обладнання, оскільки дані щодо його продуктивності та впливу на якість готової продукції часто є комерційною таємницею. Метою дослідження є встановлення загальної та окремої технологічної ефективності процесу обробки насіння квасолі на даному обладнанні.

У роботі проведено аналіз літературних джерел щодо характеристик насіння квасолі та традиційних технологій його переробки. Експериментальна частина включає дослідження показників якості сировини та готової продукції після обробки на комплексі обладнання. Встановлено, що загальна технологічна ефективність процесу становить 97%. Детально проаналізовано зміни вмісту смітної та зернової домішок на різних етапах технологічного процесу. Зокрема, досягнуто 100% видалення смітної домішки, а загальний вміст зернової домішки зменшився на 9,1%. Водночас відзначено незначне збільшення вмісту тріснутих насінин.

Отримані результати мають практичне значення для підприємств, що займаються переробкою насіння квасолі, оскільки надають інформацію про ефективність сучасного обладнання Cimbria. Наукова новизна полягає у встановленні кількісних показників технологічної ефективності даного комплексу обладнання в умовах конкретного виробництва.

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаних джерел. Результати досліджень представлені у вигляді таблиць.

Ключові слова: квасоля, переробка насіння, технологічна ефективність.

## **ABSTRACT**

**Study of the Technological Efficiency of a Bean Seed Processing Complex,**  
**Lysenko N.V.** Manuscript for specialty 181 "Food Technologies," educational-professional program "Grain Storage and Processing Technologies." Educational and Scientific Institute of Food Technologies, Kyiv, 2024.

This qualification work is dedicated to the study of the technological efficiency of a modern equipment complex by Cimbria, used for bean seed processing. The relevance of the topic is due to the need to evaluate the efficiency of the latest equipment, as data on its productivity and impact on the quality of the finished product are often commercial secrets. The aim of the study is to establish the overall and individual technological efficiency of the bean seed processing on this equipment.

The work includes an analysis of literary sources regarding the characteristics of bean seeds and traditional processing technologies. The experimental part involves the study of the quality indicators of raw materials and finished products after processing on the equipment complex. It was found that the overall technological efficiency of the process is 97%. Changes in the content of waste and grain admixtures at various stages of the technological process were analyzed in detail. In particular, 100% removal of waste admixture was achieved, and the overall content of grain admixture decreased by 9.1%. At the same time, a slight increase in the content of cracked seeds was noted.

The obtained results have practical significance for enterprises engaged in bean seed processing, as they provide information on the efficiency of modern Cimbria equipment. The scientific novelty lies in establishing quantitative indicators of the technological efficiency of this equipment complex under specific production conditions.

The work consists of an introduction, five chapters, general conclusions, and a list of references. The research results are presented in tables.

**Keywords:** beans, seed processing, technological efficiency.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1. Характеристика насіння квасолі	9
1.2 Обробка насіння квасолі	19
Висновки до розділу 1	21
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Об'єкти і методи досліджень	23
2.2 Методики визначення показників якості насіння квасолі	23
2.3 Методики дослідження технологічного процесу	25
Висновок до розділу 2	25
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	26
3.1 Показники якості сировини та готової продукції	26
3.2 Дослідження технологічної ефективності обладнання	30
Висновок до розділу 3	37
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	39
4.1 Опис технологічного процесу обробки насіння квасолі	39
4.2 Розрахунок технологічного процесу обробки насіння квасолі	43
Висновок до розділу 4	44
РОЗДІЛ 5. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЗНАЧУЩІСТЬ	45
Необхідність удосконалення процесу переробки насіння квасолі	45
Короткі відомості про принципи НАССР	47
Розроблення плану НАССР для виробництва насіння квасолі	50
Висновок до розділу 5	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Дослідження технологічної ефективності роботи заводу із переробки насіннєвих матеріалів є важливою науковою проблемою.

Дослідження ефективності технологічного процесу переробки зерна та насіння завжди привертало увагу багатьох дослідників. Ця тенденція пов'язана із тим, що від ефективності роботи обладнання і всього технологічного процесу залежить якість готової продукції, витрати електроенергії на переробку питомої одиниці зерна тощо.

В останні десятиліття на території України було побудовано ряд насіннєвих заводів на сучасному закордонному обладнанні. Ефективність цього технологічного обладнання і технологічного процесу в цілому є невідомою, або є комерційною таємницею компаній-виробників обладнання. В минулому були досліджені ефективності типового технологічного обладнання, але в теперішній час це обладнання є морально застарілим, в той час як технологічна ефективність сучасного закордонного обладнання залишається невідомим. Ефективність технологічного процесу залежить від технологічної ефективності окремих одиниць обладнання, що являє собою значну наукову та практичну цінність. Виходячи із цього технологічну ефективність всього процесу необхідно досліджувати разом із технологічною ефективністю окремого обладнання.

Особливу наукову цікавість являє технологічна ефективність роботи фотооптичного сепарування, а також обладнання із високим насиченням електронної техніки. Усі ці особливості потребують ретельних досліджень.

**Мета досліджень** полягає у встановленні ефективності технологічного процесу обробки насіння квасолі на сучасному технологічному обладнанні компанії Cimbriga.

Відповідно до мети досліджень поставлено наступні завдання:

- дослідити загальну технологічну ефективність процесу обробки насіння квасолі;
- дослідити технологічну ефективність окремого обладнання;

**Наукова новизна.** Встановлено, що загальна технологічна ефективність процесу обробки насіння квасолі на обладнанні компанії Cimbria становить 97 %.

**Практичне значення отриманих результатів. Особистий внесок магістранта.**

**Структура та об'єм роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків та списку використаних джерел. Робота викладена на 64 сторінках машинописного тексту, має 01 рисуноків, 19 таблиць. Список літератури включає 19 бібліографічних джерел.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### Характеристика насіння квасолі

Квасоля в Україні це основна культура, причому не тільки за посівними площами, а й за різноманітністю сфер застосування. Ця культура дуже давня, яка з'явилася на території України ще у II-III тисячолітті до нашої ери. Стиглі насіння квасолі вживають у вареному вигляді. Дані американських досліджень хлібопечення свідчать про доцільність змішування 10% квасолі борошна з пшеничним для підвищення поживності хліба без зниження інших його якостей. Насіння продовольчої квасолі є відмінним матеріалом для приготування консервів. Зелене зерно містить до 30% білка. Містить значну кількість вуглеводів, мінеральних солей, вітамінів, необхідних для харчування людини і тварин.

Квасоля — найпоширеніша бобова культура в нашій країні. Його частка в бобових досягає 82% і більше.

Цінність квасолі полягає в його універсальності. Квасолю можна використовувати в харчовій, технічній та агротехнічній сферах. Квасолю вирощують як для їжі, так і для харчування. Зернові культури містять в середньому 19,5% розчинного білка. З розрахунку на 1 поставку квасолі міститься 170 г перетравних білків, а пшениці - 59, ячменю - 70, вівса - 83, пшениці - 100 г при оптимальній зоотехнічній кількості 120 г. од.

Також квасолю використовують у медицині, парфумерії та хімічній промисловості.

Квасоля — білий, червоний або рідше чорний овоч, за формою нагадує продовольчу квасолю. Квасоля багата клітковиною та одним із найкращих рослинних білків, а також є одним із найпоживніших овочів. Крім того, насіння квасолі містить п'ять основних мінералів і три вітаміни групи В у значних кількостях.

Оскільки виробляються альтернативні рослинні білки, попит на квасолю постійно зростає. Не дивно, що фермери в усьому світі вибирають квасолю як чудове джерело білка.

Квасоля - цінний продукт харчування. Насіння квасолі містить 16-36% білка, до 54% вуглеводів, 1,6% жиру і більше 3% золи. Протеїн квасолі повноцінний за вмістом амінокислот і в 1,5 рази краще засвоюється, ніж протеїн пшениці. Пшеничний білок містить лише 2,32% лізину та 3,56% аргініну, тоді як квасолі білок містить 4,66% лізину, 11,4% аргініну та 1,17% триптофану (на основі загального білка)[1].

Квасоля добре проварюється, вона смачна і поживна, тому часто використовується в багатьох стравах. За різними даними, площі вирощування квасолі в світі становлять від 14,5 до 16,5 млн га. У світовому виробництві жовті сорти квасолі більш поширені, ніж зелені. Білкові ізоляти, отримані з насіння жовтих і зелених сортів, часто використовують у харчовому виробництві. Тенденція до збільшення населення планети стимулює попит на сушену квасолю [6].

Щорічно у світі вирощують понад 25 мільйонів тонн квасолі та понад 16,2 мільйонів тонн квасолі сушеної. Китай є найбільшим у світі виробником овочів, а Канада — найбільшим у світі виробником сушеної квасолі. Україна займає 32 і 4 місця відповідно. Наша країна в основному не імпортує квасолю, оскільки вона може забезпечити внутрішні потреби. Україна збирає близько 600 тис. тонн на рік. Основними експортними ринками українського квасолі є Іспанія, Туреччина та Ємен.

В Україні квасолю вирощують у всіх областях, особливо в Лісостепу (55% загальних площ), Степу (25%), решту — на Поліссі. Отримання стабільного врожаю є підтвердженням того, що господарства республіки мають великі можливості для подальшого підвищення середньої врожайності цієї культури.

В Україні під квасолею зайнято 0,5 млн. га. Має значні території у Вінницькій, Хмельницькій, Черкаській, Київській, Чернігівській та Сумській областях.

У виробництві використовують багато сортів квасолі, які відрізняються лише морфологічними ознаками (висота стебла, будова листя, розмір зерна, колір, вегетаційний період), родючістю та якістю ґрунтового живлення.

Ці сорти квасолі є найпопулярнішими в Україні.

Аграрій — створений на Уладівсько - Люлинецькій дослідній станції схрещуванням. Боби прямі, з тупим кінчиком, великі, насіння світло-жовте, округле, гладеньке, без рубчика. Маса 1000 зерен 264 г. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Богатир чеський — середньостиглий, завезений зі Словаччини. Стебло 70-100 см заввишки. Квітки середні за розміром, білі. Зерно жовто-рожеве. Стійкий проти вилягання і висипання насіння. Маса 1000 зерен 170—229 г. Тривалість вегетаційного періоду 62—107 діб.

Рапорт — середньостиглий, високоврожайний. Висота рослин 80—125 см. Зерно жовте. Маса 1000 зерен 210—240 г. Тривалість вегетаційного періоду 75-100 діб. Районований у лісостеповій і степовій зонах.

Уладівський ювілейний — середньостиглий, високоврожайний. Вегетаційний період 80—102 доби. Маса 1000 зерен 190—230 г. Середньо стійкий проти пошкодження плодожеркою, ураження аскохітозом, іржею та борошнистою россою. Зерно сизо-зелене, гладеньке, має досить високі смакові якості, добре розварюється. Районований у лісостеповій, поліській і степовій зонах.

Неосипаючий1 — середньостиглий, сорт стійкий проти обсипання. Зерно жовто-рожеве, гладеньке. Маса 1000 зерен 190—230 г. Районований у всіх зонах країни.

Уладівський 10 — середньостиглий, високоврожайний. Зерно середньокрупне. Маса 1000 зерен 215—230 г. Стійкість проти обсипання середня. Районований у степовій і лісостеповій зонах.

Насіння квасолі є цінним харчовим продуктом, який характеризується високим вмістом білка, клітковини, вітамінів та мінералів. Вони легко засвоюються, сприяють нормалізації травлення та забезпечують тривале відчуття ситості. Зерна квасолі також багаті на антиоксиданти та інші корисні речовини, що сприяють зміцненню імунної системи.

На попиті ринку, насіння квасолі стабільно високе, за рахунок своїх харчових переваг та універсальності використання в кулінарії. Квасоля призначена для приготування борщів, каш, пюре, салатів та різноманітних гарнірів. Крім того, квасоля продовольча є популярним вмістом у вегетаріанських та дієтичних раціонах за рахунок високого вмісту рослинного білка, що робить їх чудовою альтернативою м'ясним продуктам.

Попит на квасолю продовольчу також підтримується за рахунок зростання інтересу до здорового харчування та екологічно чистих продуктів. Виробники активно працюють над розширенням асортименту продукції квасолі, у тому числі інноваційні харчові продукти, що відповідають сучасним тенденціям та потребам споживачів [7].

Таблиця 1.1 Опис харчового продукту [3]

№ п/п	Характеристика	Опис
1	Офіційна назва продукту/групи продукції	Квасоля продовольча
2	Зазначення і назва нормативних документів, за яким виробляється продукт	ДСТУ8672:2016"Квасоля продовольча. Технічні умови"
3	Перелік сировини та матеріалів, що використовується під час виробництва	Квасоля продовольча (різних типів), пакувальні матеріали

Продовження таблиці 1.1

4	Біологічні, хімічні та фізичні характеристики продукту	Відповідно до ДСТУ 8672:2016. Вологість – не більше 18%, домішки – не більше 0.1%, білки – не менше 18%
5	Біологічні, хімічні та фізичні характеристики продукту	Відповідно до ДСТУ 8672:2016. Вологість – не більше 18%, домішки – не більше 0.1%, білки – не менше 18%
6	Тип упаковки	Поліетиленові пакети, картонні коробки, Поліпропіленові мішки
7	Термін зберігання	12 місяців за умови дотримання умов зберігання
8	Реалізація продукту	Через роздрібні торговельні мережі, Онлайн - магазини
9	Інструкція щодо етикетки	Назва продукту, склад, харчова цінність, спосіб приготування, термін зберігання, умови зберігання, інформація про виробника
10	Особливі умови реалізації, вимоги до безпеки	Зберігати в сухому, прохолодному місці, захищеному від прямих сонячних променів. Уникати контакту з вологістю та шкідниками

Таблиця 1.2 Характеристика показників безпеки готового продукту

Готовий продукт Квасоля продовольча

Назва групи показників	Назва показника	Характеристика	Нормативний документ
Органолептичні показники	Зовнішній вигляд, колір, смак, запах	Відповідно до стандарту	ДСТУ8672:2016
Фізико-хімічні показники	Масова частка вологи, %, не більше	18%	ДСТУ8672:2016
	Масова частка золи на суху речовину, %	1.5%	ДСТУ8672:2016
	Білизна ум. од. приладу РЗ-БПЛ	20-25	ДСТУ8672:2016
Мікробіологічні показники безпеки	Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше ніж	$1.0 \times 10^4$	ДСТУ8672:2016
	Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г	Не допускаються	ДСТУ8672:2016
	Пліснява та гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	100	ДСТУ8672:2016

Назва групи показників	Назва показника	Характеристика	Нормативний документ
Вміст токсичних елементів	Свинець	Не більше 0.5 мг/кг	ДСТУ8672:2016
	Кадмій	Не більше 0.1 мг/кг	ДСТУ8672:2016
Вміст радіо нуклідів	Цезій-137, Бк/кг	Не більше 50	ДСТУ8672:2016
	Стронцій-90, Бк/кг	Не більше 30	ДСТУ8672:2016
Інформація про інші сполуки (за наявності)	Пестициди	Відповідно до нормативних документів	ДСТУ8672:2016
Інформація про вміст ГМО	Наявність генетично - модифікованих організмів	Не допускається	ДСТУ8672:2016

Таблиця 1.3 Характеристики сировини / матеріалів [3]

Перелік питань по вхідній інформації	Опис сировини /матеріал у–квасоля продовольча	Компоненти/ показники	Норма	Джерела інформації
1.Найменування виду сировини	Зерно квасолі			ДСТУ 8672:2016

Перелік питань по вхідній інформації	Опис сировини /матеріал у–квасоля продовольча	Компоненти/ показники	Норма	Джерела інформації
2. Склад сировини(склад інгредієнтів в % враховуючи харчові та технологічні добавки)	Зовнішній вигляд	Зерно усіх класів повинно бути в здоровому стані, не зіпсоване та без теплового пошкодження під час сушіння		ДСТУ 8672:2016
	Смак	Властивий зерну, безстороннього присмаку		ДСТУ 8672:2016
	Запах	Мати властивий здоровому зерну нормальний запах (без затхлого, солодового, пліснявого та інших сторонніх запахів)		ДСТУ 8672:2016
	Колір	Притаманний для конкретного типу і підтипу квасолі		ДСТУ 8672:2016

Перелік питань по вхідній інформації	Опис сировини /матеріал у–квасоля продовольча	Компоненти/показники	Норма	Джерела інформації
3. Основні характеристики сировини	Натура,г/л не менше ніж	750		ДСТУ 8672:2016
	Вологість,%, не більше ніж	18		ДСТУ 8672:2016
	Смітна домішка,%, не більше ніж	0.1		ДСТУ 8672:2016
	Зернова домішка, %, не більше ніж зокрема:			
	Мінеральна домішка, %, не більше ніж	0.1		ДСТУ 8672:2016
	Шкідлива домішка, %, не більше ніж зокрема:	0.1		ДСТУ 8672:2016
	Фузаріозні зерна, % не більше	0.05		ДСТУ 8672:2016
4.Показники безпеки			Відповідно до стандартів	ДСТУ 8672:2016

Перелік питань по вхідній інформації	Опис сировини /матеріал у–квасоля продовольча	Компоненти/ показники	Норма	Джерела інформації
5. Спосіб виробництва(за необхідності)				
6. Упаковка			Поліетиленові пакети, картонні коробки, поліпропіленові мішки	ДСТУ 8672:2016
7. Маркування продукції			Відповідно до стандартів	ДСТУ 8672:2016
8. Спосіб доставки (в тому числі умови транспортування)			Згідно з санітарними нормами та правилами транспортування	ДСТУ 8672:2016
9. Термін та умови зберігання			12 місяців за умови дотримання умов зберігання	ДСТУ 8672:2016

Перелік питань по вхідній інформації	Опис сировини /матеріал у–квасоля продовольча	Компоненти/показники	Норма	Джерела інформації
10.Підготовка перед переробкою			Промити перед приготуванням	ДСТУ 8672:2016
11.Походження (країна, фірма, виробник)				
12.Критерії приймання			Відповідно до стандартів	ДСТУ 8672:2016

Насіння квасолі є цінним харчовим продуктом завдяки високому вмісту білка, клітковини, вітамінів і мінералів, що забезпечує їх кількість харчових переваг та стабільний попит на ринку. Контроль усіх показників якості та безпеки є вкрай важливим для споживачів, гарантує високу якість продукції, сприяє здоровому харчуванню та підтримує довіру до виробника.

### **Обробка насіння квасолі**

Зростання кількості населення у світі обумовлює високий інтерес ринку зернових культур до бобових. Така продукція включає в своєму складі багато вітамінів ( А, В1, В2, С), білкові сполуки, мікро- та макроелементи. Вони становлять велику цінність для організму людини. Водночас бобові, у тому числі квасоля, є недорогим продуктом харчування, тому попит на ринку на нього завжди високий. Кожен аграрій зацікавлений в тому, щоб постачати

товар із відмінними властивостями, адже від цього залежить прибуток підприємства. Саме тому проводять післязбиральну переробку квасолі, застосовуючи на етапах очистки та переробки сучасне зерноочисне обладнання.

Основні етапи переробки квасолі (за традиційною технологією):

- Ефективне сушіння;
- Післязбиральне очищення;
- Поділ на фракції;
- Сортування продукції;
- Шліфування та полірування матеріалу.

Виробництво квасолі із застосуванням традиційної технології має кілька недоліків, а саме порівняно низький вихід готового продукту, складність процесу, який передбачає виконання великої кількості операцій, висока енергоємність переробки.

На етапах переробки насіння квасолі здійснюється звільнення сировини від сторонніх домішок:

- насіння бур'янів (вт. ч. карантинних, тобто отруйних дикорослих трав);
- органічних (залишки комах - шкідників, анатомічні частини рослин, грубі волокна диких тварин);
- зернових (механічно травмоване насіння, щупле, проросле, недорозвинене, пошкоджене);
- мінеральних (грудки землі, галька, руда, частки шлаку тощо);
- металоманітних (частинки металу, металева стружка тощо).

Переробка насіння квасолі включає в себе: очищення на повітряно-ситових сепараторах, фракціонування зерна, очищення на камневідбірній машині та магнітній колонці, очищення від легких домішок. В даній роботі розглядається процес переробки насіння квасолі, в якому задіяні:

- Машина грубої очистки CIMBRIA DELTA 143.1, призначена для попереднього очищення (просіювання) насіння від сміття і недоброякісного зерна;

- Машина тонкої очистки CIMBRIA DELTA 107, призначена для очищення насіння від дрібного (щуплого) та подробленого зерна;
- Калібрувальна машина CIMBRIA DELTA 128 ділить зерно на дві фракції згідно розміру;
- Полірувальна машина Polish – ARYTECHNOLOGY ALFA BRS 100-2FP, очищає зерна від ґрунтового пилу та дає блиску поверхні зерна;
- Гравітаційний сепаратор GA-310, призначений для розділення зерна за питомою вагою;
- Каменевіддільна машина CIMBRIA Heid TS 90 відділяє продукцію від мінеральної домішки, а саме каменів, грудок землі і т.д.;
- Фотосепаратор Satake RGBR 5400, призначений для очищення насіння від домішок іншого кольору;
- Ренген – детектор TOM RAIXUSB ULK 800, перевіряє продукцію на вміст сторонніх предметів, а саме метал, пластик, скло і т.д.;
- Машина інспекційного очищення CIMBRIA DELTA, призначена для віддалення половинок, що утворилася на попередньому обладнанні;
- Металоуловлювач, призначений для відділення металевих домішок (частинки металу та металева стружка) від продукції.

### **Висновки до розділу1**

Квасоля є однією з найважливіших сільськогосподарських культур в Україні завдяки своїй високій поживній цінності, універсальності використання та значному виробничому потенціалу. Вона містить значну кількість білків, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів, що робить її незамінною в раціоні харчування людини.

Завдяки вмісту розчинних білків квасоля є цінним джерелом рослинного білка, який за засвоюваністю перевершує білок зернових. Поживні властивості роблять її популярною в харчовій промисловості для виробництва

хлібобулочних виробів, консервів, білкових ізолятів, а також у технічній, медичній та косметичній галузях.

Високий попит на квасолю також зумовлений зростаючим світовим споживанням рослинних білків. Україна з її сприятливими природно-кліматичними умовами є великим виробником квасолі, здатним задовольнити як внутрішній попит, так і експорт. Найбільш продуктивними регіонами вирощування є Лісостеп, Степ та Полісся.

Широкий асортимент сортів, районованих для різних кліматичних зон, дозволяє отримувати стабільні врожаї навіть у складних умовах. Таким чином, квасоля є не лише стратегічною культурою для аграрного сектору України, а й має значний потенціал для подальшого розвитку.

Зростаючий попит на квасолю як на високовітамінний і доступний продукт харчування стимулює вдосконалення технологій післязбиральної обробки. Аналіз технологічного процесу свідчить про значну складність та багатоетапність переробки, яка включає очищення, сортування, лущення, шліфування, полірування та фракціонування.

Використання сучасного зерноочисного обладнання дозволяє значно підвищити якість готової продукції та зменшити кількість домішок різного походження. У той же час, традиційна технологія переробки має недоліки, серед яких високі енерговитрати, велика кількість етапів і відносно низький вихід готового продукту.

Таким чином, підвищення ефективності переробки квасолі вимагає впровадження інноваційних підходів, спрямованих на оптимізацію процесів, зниження енерговитрат і збільшення виходу високоякісної продукції. Це є перспективним напрямом підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств на ринку бобових культур.

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### Об'єкти і методи досліджень

Об'єктом досліджень є технологічний процес насінневого заводу переробки квасолі.

Предметом досліджень є технологічна ефективність заводу в цілому та окремих етапів обробки квасолі.

#### Методики визначення показників якості насіння квасолі

Вологість насіння квасолі визначали відповідно до ГОСТ 13586.5-93 «Зерно. Методы определения влажности».

Наважку насіння квасолі подрібнювали у лабораторному млинку. Із подрібненої наважки відбирали наважку масою 5 г. Сушіння здійснювали у сушильній шафі СЕШ-3М протягом 1 год. Після чого бюкси із наважкою охолоджували в ексикаторі та зважували.

Вміст сміттєвих та зернових домішок визначали відповідно до ДСТУ ISO 605:2007 «Бобові. Визначення домішок, сторонніх запахів, шкідників, розміру, біологічного виду та сортової належності. Контрольні методи».

Вміст комах визначали відповідно до ДСТУ ISO6639.3:2007 «Зернові і бобові. Визначення прихованого заселення комахами. Частина 2. Контрольний метод».

Відбір зразків здійснювали відповідно до ДСТУ ISO13690:2003 «Зернові, бобові та продукти їх помелу. Відбір проб».

**Методи визначення маси 1000 насінин.** Для аналізування використовують всю пробу або її частину. Якщо використовують всю пробу, то відраховують кількість насінин у ній і зважують з точністю. Масу 1000 насінин обраховують діленням загальної маси проби на кількість насінин у ній і множенням результату на 1000.

За умов використання певної кількості насіння, відібраного від проби, застосовують один з двох методів: - вісім повторів по 100 насінин; - два повтори по 500 насінин. Від насіння основної культури відраховують вісім повторів по 100 насінин (без вибирання), які зважують з точністю, передбаченою під час аналізування чистоти. Масу 1000 насінин обчислюють множенням на 10 середньоарифметичної маси ( $x$ ) 100 шт. Від насіння основної культури відраховують без вибирання два повтори по 500 насінин і зважують кожне з потрібною точністю. Недостатню кількість насінин беруть з аналізування чистоти, або з середньої проби.

Обчислюють середньоарифметичне мас обох повторів, їхню суму, а також фактичну розбіжність між ними. Остання не повинна перевищувати 3 % від середньоарифметичного. Якщо фактична розбіжність перебуває у межах допустимого, аналіз вважають достовірним за його результат вважають суму мас двох повторів, заокруглену до першого десяткового знака, а для дрібнонасінних культур (маса 1000 насінин менше 10 г) результат заокруглюють до другого знаку. У разі, коли фактична розбіжність перевищує допустиму, беруть третій повтор кінцевий результат обчислюють зати двома повторами, фактичні розбіжності між якими перебувають у допустимих межах.

У разі, коли значення всіх повторів виходить за межі допустимих відхилів, середньоарифметичне обраховують з усіх повторів (за умови відсутності помилок).

**Об'ємну масу** визначали згідно ГОСТ 28254-89 «Комбикорма, сирье. Методы определения объемной массы и угла естественного откоса»

**Крупність** визначали згідно ГОСТ 30483-97 «Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси». Модуль крупності зерна визначали за результатами вивчення залишків на ситах (ГОСТ 13496.8-92) [25]. Для цього використовували лабораторний класифікатор і сита з круглими отворами діаметром 5,0; 4,0; 3,0; 2,0; 1,0 мм.

З проби подрібненого продукту відбиралася наважка вагою 100 г. Потім на лабораторному класифікаторі проводили його розсів протягом 5 хв. на вагах зважували залишки з кожного сита і збірного дна з точністю 0,01 г.

### **Методики дослідження технологічного процесу**

Технологічну ефективність сепарування визначали за співвідношенням кількості виділених домішок із зернової маси до загальної кількості домішок, які містились у вихідній зерновій масі [2]:

$$E = \frac{A-B}{A} \cdot 100 \quad (2.1)$$

де А – кількість домішок у вихідній зерновій суміші, які можуть бути виділені в обладнанні, %; В – кількість домішок, які залишились у зерновій масі після сепарування, %.

### **Висновки до розділу 2**

1. Сформульовано об'єкт і предмет досліджень.
2. Підбрано методики для визначення показників якості насіння квасолі.
3. Наведено методику визначення технологічної ефективності роботи обладнання.

## РОЗДІЛ 3

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### Показники якості сировини та готової продукції

Для досліджень використано біле насіння квасолі сорту «Нейві». Показники якості партії квасолі наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1–Показники якості насіння квасолі сорту «Нейві»

Показники якості сировини	Значення, %
Вологість:	15,2
Смітна домішка	1,5
Прохід сита	0,4
Органічна домішка	0,7
Мінеральна домішка	0,4
Зернова домішка	30.0
Биті насінини	3,5
Пошкоджені насінини	3,1
Тріснуті насінини	15
Забруднені насінини	1,8
Жовті насінини	5,2
Поїдені насінини	0,6
Щуплі насінини	0,8

Перед обробкою насіння квасолі мало вміст смітної домішки 1,5 %, а вміст зернової домішки становив 30 %. Біла квасоля використовується для харчових потреб та реалізується на експорт, тому вміст домішок повинен бути мінімальним.

Після обробки в технологічному процесі отримано готову продукцію із показниками якості, які наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники якості готової продукції

Показники якості готової продукції	Значення, %
Вологість:	15,1
Смітна домішка:	0
Прохід сита	0
Органічна домішка	0
Мінеральна домішка	0
Зернова домішка	20,9
Биті насінини	0,2
Пошкоджені насінини	1,3
Тріснути насінини	16,2
Забруднені насінини	1,3
Жовті насінини	1,9
Поїдені насінини	0
Щуплі насінини	0

Як видно із даних табл. 3.2 вміст смітної домішки був відсутній. Вміст зернової домішки зменшився з 30 % до 20,9 %, тобто на 9,1 %. Серед зернової домішки були відсутніми поїдені та щуплі насінини. Вміст битих насінин зменшився на 3,3 %, вміст пошкоджених насінин зменшився на 1,8 %, вміст забруднених насінин зменшився на 0,5 %, вміст жовтих насінин зменшився на 3,3 %. Але одночасно збільшився вміст тріснутих насінин на 1,2 %.

Виходячи із даних таблиць 3.1 та 3.2 можна зробити висновок, що ефективність сепарування за зменшенням смітної домішки становить 100 %.

Підводячи підсумки роботи технологічного процесу в цілому можна стверджувати, що вміст сміттєвих домішок знизився до нуля, вміст зернових домішок в цілому зменшився, але для різних видів домішок, це зниження мало різну величину. Збільшення тріснутих насінин може бути пояснено тим, що рухаючись через транспортно-технологічні лінії процесу заводу, насінини мали

вплив зі сторони робочих органів машин, що призводило до їх биття та підвищення тріщинуватості.

В процесі обробки квасолі отримано відходи у вигляді половинок, які також можуть бути використані на кормові потреби. Показники якості цього типу відходів наведено в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Показники якості відходів, які віднесені до половинок

Кінцеві показники якості по відходам ПОЛОВИНКА	Значення, %
Вологість	15,0
Смітна домішка	0,4
Прохід сита	0
Органічна домішка	0,1
Мінеральна домішка	0,3
Зернова домішка	89,2
Биті насінини	78,8
Пошкоджені насінини	1,7
Тріснуті насінини	2,6
Забруднені насінини	1,2
Жовті насінини	2,3
Поїдені насінини	0,8
Щуплі насінини	1,8

Як видно із даних табл. 3.3, серед половинок, 78,8 % містилося битих насінин і 10,4 % інших типів домішок, до яких віднесені пошкоджені, тріснуті, забруднені, жовті, поїдені та щуплі насінини.

В технологічному процесі також виділено відходи III категорії, результати наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Показники якості відходів III категорії

Кінцеві показники якості по ВІДХОДАМ 3 КАТЕГОРІЇ	Значення, %
Вологість	15,0
Смітна домішка:	71,4
Прохід сита	17,2
Органічна домішка	49,5
Мінеральна домішка	3,7
Зіпсовані насінини	1,0
Зернова домішка:	20,0
Биті насінини	11,7
Пошкоджені насінини	0
Тріснуті насінини	0
Забруднені насінини	0
Жовті насінини	0
Поїдені насінини	0
Щуплі насінини	8,3

Як видно із даних табл. 3.4, у відходах III категорії також присутні зернові домішки, які можуть бути використані на кормові потреби для тварин. Вміст зернової домішки становив 20,0 % і був представлений ці домішки в основному битими насінинами квасолі та щуплими насінинами.

Зміна вологості насіння квасолі до обробки та після обробки відбулася на 0,1 %, що вказує на низький вплив технологічного процесу.

За результатами роботи технологічного процесу отримано 97,0 % готової продукції, 0,4 % половинок насіння квасолі, відходів II категорії – 1,6% і відходів III категорії 0,1 %. Загальна тривалість процесу становила 52 години.

За цей час перероблено 305700 кг неочищеного насіння квасолі. Відповідно продуктивність заводу становила 5,87 т/год.

Наведені результати вказують на необхідність більш детального дослідження технологічного процесу обробки насіння квасолі в окремих видах технологічного обладнання.

### Дослідження технологічної ефективності обладнання

Розглянемо технологічну ефективність машин кожного етапу обробки насіння квасолі. В табл. 3.5 показано результати дослідження технологічної ефективності сепаратора грубого очищення Cimbría DELTA 143.1.

Таблиця 3.5 – Ефективність очищення насіння квасолі в сепараторі грубого очищення Cimbría DELTA 143.1, %

Показники якості	Насіння квасолі	
	до обробки	після обробки
Вологість	15,2	15,2
Смітна домішка	1,5	0,5
прохід	0,4	0,1
органічна домішка	0,7	0,1
мінеральна домішка	0,4	0,3
Зернова домішка	30,0	26,7
биті	3,5	3,2
пошкоджені	3,1	3,1
тріснуті	15,0	15,1
забруднені	1,8	1,8
жовті	5,2	2,5
поїдені	0,6	0,5
щуплі	0,8	0,5

Як видно із даних табл. 3.5 загальний вміст смітної домішки зменшився на 1,0 %. Загальний вміст зернової домішки зменшився на 3,3 %. Крім того,

вміст усіх домішок зменшився для усіх видів домішок. Винятком є збільшення на 0,1 % вміст тріснувших насінин. Це відбувається за рахунок впливу робочих органів сепаратора на насіння квасолі. Вологість насіння квасолі була незмінною. Технологічна ефективність сепаратора грубого очищення Cimbria DELTA 143.1 за зменшенням загальної смітної домішки становить 66,6 %. В той же час технологічна ефективність сепаратора грубого очищення Cimbria DELTA 143.1 за зменшенням загальної зернової домішки становить 11,0 %.

Наступною машиною, яка обробляла насіння квасолі був сепаратор тонкого очищення квасолі Cimbria DELTA 107. Результати дослідження технологічної ефективності даного сепаратора наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Ефективність очищення насіння квасолі в сепараторі грубого очищення Cimbria DELTA 107, %

Показники якості	Насіння квасолі	
	до обробки	після обробки
Вологість	15,2	15,2
Смітна домішка	0,5	0,2
прохід	0,1	0
органічна домішка	0,1	0
мінеральна домішка	0,3	0,2
Зернова домішка	29,4	27,1
биті	3,2	1,7
пошкоджені	3,1	3,0
тріснуті	15,1	15,2
забруднені	1,8	1,7
жовті	5,2	5,0
поїдені	0,5	0,2
щуплі	0,5	0,3

Проаналізуємо результати дослідження технологічної ефективності сепаратора тонкого очищення Cimbria DELTA 107. Як видно із даних табл. 3.6 вологість насіння була незмінною. Вміст смітної домішки зменшився на 0,3 %. Основною домішкою була мінеральна домішка. Вміст загальної зернової домішки зменшився на 2,3 %. Усі види зернових домішок зменшувався за рахунок обробки в цьому сепараторі. Але аналогічно як і для попередньої машини, вміст тріснутих зерен збільшився на 0,1 % за рахунок впливу робочих органів сепаратора. Технологічна ефективність сепаратора тонкого очищення Cimbria DELTA 107 за зниження загальної смітної домішки становить 60,0 %, в той же час технологічна ефективність за зниженням загальної зернової домішки становить 7,8 %.

Наступною зерночисною машиною був гравітаційний пневмостіл GA- 310. Результати досліджень технологічної ефективності гравітаційного пневмостола наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Технологічна ефективність гравітаційного пневмостола GA-310, %

Показники якості	Насіння квасолі	
	до обробки	після обробки
Вологість	15,2	15,2
Смітна домішка	0,2	0,2
прохід	0	0
органічна домішка	0	0
мінеральна домішка	0,2	0,2
Зернова домішка	27,1	25,8
биті	1,7	1,2
пошкоджені	3,0	2,9
тріснуті	15,2	15,4
забруднені	1,7	1,6
жовті	5,0	4,7

поїдені	0,2	0
щуплі	0,3	0

Із даних табл. 3.7 видно, що вологість насіння квасолі залишилась незмінною. Вміст смітної домішки залишився незмінним на рівні 0,2 %. Зменшився вміст зернових домішок на 1,3 %. Знизився вміст усіх видів зернових домішок, в той же час вміст тріснутих насінин збільшився на 0,2 %, що пояснюється впливом робочих органів пневмостолу. Якщо оцінювати технологічну ефективність пневмостолу GA-310 за вмістом смітних домішок, то вона становить 0 %, а якщо оцінювати технологічну ефективність пневмостолу GA-310 за зниженням вмісту зернової домішки, то ефективність роботи пневмостолу становить 4,8 %.

Особливу цікавість представляє технологічна ефективність фотооптичного сепаратора Satake RGBR 5400. Результати досліджень наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Технологічна ефективність фотооптичного сепаратора Satake RGBR 5400, %

Показники якості	Насіння квасолі	
	до обробки	після обробки
Вологість	15,2	15,2
Смітна домішка:	0,2	0,1
Прохід	0	0
Органічна домішка	0	0
Мінеральна домішка	0,2	0,1
Зернова домішка	25,8	21,2
Биті	1,2	0,8
Пошкоджені	2,9	1,3
Тріснуті	15,4	15,9

Забруднені	1,6	1,3
Жовті	4,7	1,9
Поїдені	0	0
Щуплі	0	0

Із даних таблиці 3.8 можна зробити наступні висновки: вологість насіння не змінилась. Загальний вміст смітних домішок зменшився на 0,1 % за рахунок зменшення вмісту мінеральних домішок. Загальний вміст зернових домішок зменшився на 4,6 % за рахунок зменшення усіх видів зернових домішок окрім вмісту тріснутих насінин. Вміст тріснутих насінин збільшився на 0,5 % за рахунок впливу робочих органів машини. Суттєво зменшився вміст жовтого насіння квасолі на 2,8 %, але повного виділення жовтого насіння квасолі досягти не вдалося. Наявність жовтого насіння квасолі є небажаним для насіння квасолі, яке реалізується на експорт. Технологічна ефективність фотооптичного сепаратора Satake RGBR5400 за зниженням вмісту смітних домішок становить 50 %. Технологічна ефективність цього ж фотооптичного сепаратора за зниженням вмісту загальної зернової домішки становить 17,8 %.

В технологічному процесі також використовується рентген-детектор TOM RAIXUSB ULK 800, ефективність роботи даної машини наведена в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Технологічна ефективність рентген-детектор TOMRAIXUSBULK 800, %

Показники якості	Насіння квасолі	
	до обробки	після обробки
Вологість	15,2	15,1
Смітна домішка	0,1	0
Прохід	0	0
Органічна домішка	0	0
Мінеральна домішка	0,1	0

Зернова домішка	21,2	21,2
Биті	0,8	0,8
Пошкоджені	1,3	1,3
Тріснуті	15,9	15,9
Забруднені	1,3	1,3
Жовті	1,9	1,9
Поїдені	0	0
Щуплі	0	0

Як видно із даних табл. 3.9, рентген - детектор TOMRAIXUSBULK 800 не здійсним ніякого впливу на показники якості насіння кvasолі, за винятком зміни вологості на 0,1 %. Це пояснюється тим, що рентген - детектор не призначений для безпосереднього очищення насіння кvasолі, а призначений лише для здійснення інспекції насіння на предмет скритої зараженості очищеного насіння кvasолі.

Половинки насіння кvasолі, які виділяються у технологічному процесі проходять контрольне очищення у «інспекційному» сепараторі Cimbria DELTA 143.1. Ці половинки також відносяться до готової продукції і підлягають реалізації. Результати дослідження технологічної ефективності даної машини наведено у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Технологічна ефективність «інспекційного» сепаратора Cimbria DELTA 143.1, %

Показники якості	Насіння кvasолі	
	до обробки	після обробки
Вологість	15,1	15,1
Смітна домішка	0	0
Прохід	0	0
Органічна домішка	0	0

Мінеральна домішка	0	0
Зернова домішка	21,2	20,9
Биті	0,8	0,2
Пошкоджені	1,3	1,3
Тріснуті	15,9	16,2
Забруднені	1,3	1,3
жовті	1,9	1,9
поїдені	0	0
щуплі	0	0

Як видно із даних табл. 3.10, половинки, які подаються у «інспекційний» сепаратор Cimbria DELTA 143.1 не містять смітних домішок, а загальний вміст зернових домішок становив 21,2 %. Після проходження через «інспекційний» сепаратор загальний вміст зернової домішки зменшився на 0,3 % за рахунок вмісту битого насіння, але треба відмітити, що вміст тріснутого насіння збільшився на 0,3 %. Оцінити технологічну ефективність роботи «інспекційного» сепаратора Cimbria DELTA 143.1 можна лише за вмістом загальної зернової домішки. Ця технологічна ефективність становить 1,4 %.

Узагальнені результати дослідження технологічної ефективності насіння квасолі наведено у табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Результати дослідження технологічної ефективності обладнання при обробці насіння квасолі

№ поз.	Найменування обладнання	Технологічна ефективність, %	
		по зниженню смітної домішки	по зниженню зернової домішки
1	Сепаратор грубого очищення Cimbria DELTA 143.1	66,6	11,0

2	Сепаратор тонкого очищення Cimbria DELTA 107	60,0	7,8
3	Гравітаційний пневмостіл GA-310	0	4,8
4	Фотооптичний сепаратор Satake RGBR5400	50,0	17,8
5	Рентген-детектор TOMRA IXUSBULK800	—	
6	«Інспекційний» сепаратор для половинок Cimbria DELTA 143.1	0	1,4

Аналізуючи результати досліджень, які наведено в табл. 3.11, можна зробити висновок, що технологічна ефективність сепаруючого обладнання більша при очищенні смітних домішок, ніж при виділенні зернових домішок.

### Висновки до розділу 3

1. Встановлено, що ефективність технологічного процесу обробки насіння квасолі становить 97,0 %.

2. Продуктивність технологічного процесу по насінню квасолі становить 5,8 т/год.

3. Встановлено, що технологічна ефективність сепаратора грубого очищення насіння квасолі Cimbria DELTA 143.1 становить 66,6 %.

4. Встановлено, що технологічна ефективність сепаратора тонкого очищення насіння квасолі Cimbria DELTA 107 становить 60 %.

5. Встановлено, що технологічна ефективність гравітаційного пневмостола GA-310 (за зниженням вмісту зернової домішки) становить 4,8 %.

6. Встановлено, що технологічна ефективність фотооптичного сепаратора Satake RGBR 5400 становить 50 %.

7. Рентген-детектор TOMRA IXUS BULK 800 призначений лише для виявлення скритої зараженості насіння квасолі, але прямого впливу на насіння він не здійснює тому його ефективність можна прийняти рівною 0 %.

8. Встановлено, що технологічна ефективність «інспекційного» сепаратора очищення насіння квасолі Cimbria DELTA 143.1 становить 1,4 %.

9. Усі види обладнання здійснювали вплив на тріщинуватість насіння квасолі, із-за чого вміст тріснувшого насіння збільшився на 0,9 в порівнянні із вихідним насінням квасолі

10. Вологість насіння квасолі залишалася переважно не змінною.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### Опис технологічного процесу обробки насіння квасолі

Технологічний процес обробки насіння квасолі здійснюється наступним чином. Насіння із автотранспорту подається у завальні ями (1.1, 1.2), звідки за допомогою транспортерів (2.1,3.1) та норії (4.1) насіння подається на обробку в сепаратор грубого очищення (5.1). проходом сепаратора виділяються домішки, які збираються транспортером (40.1) і далі подаються на лінію обробки відходів. Сходом сепаратора виділяється очищене насіння, яке за допомогою транспортера (6.1) подається в сепаратор тонкої очистки (7.1). Перші два проходи сепаратора подаються на транспортер (39.1), а решта проходів збираються транспортером (40.1) і подаються на лінію обробки відходів.

Очищене насіння квасолі за допомогою транспортера (8.1) подається на в сепаратор (9.1), який здійснює розділення насіння на фракції. Крупна фракція подається за допомогою транспортера (10.1) в оперативні бункери №1 та №2. Дрібна фракція подається за допомогою транспортера (11.1) в оперативні бункери №1 та №2. Схемою технологічного процесу передбачено можливість вимикати із процесу сепаратор (9.1) і одразу очищене насіння подавати в оперативні бункери №1 та №2. При цьому якщо крупна фракція завантажується в оперативний бункер №1, то дрібна фракція завантажується в оперативний бункер №2, не дозволяючи змішування фракцій.

Під бункерами встановлені живильники (12.1, 12.2), які подають насіння на очищення в трієри (14.1, 14.2) за допомогою транспортера (13.1). Домішки із трієрів збираються транспортером (34.1). Очищене насіння подається за допомогою транспортера (15.1) на очищення на вібропневматичний стіл (16.1). Для рівномірної роботи вібропневматичного стола (16.1) перед машиною передбачено оперативний накопичувальний бункер та живильник (12.5). Сходом вібропневматичного стола виділяються відходи III категорії.

В технологічному процесі передбачено можливість виділення за потреби мінеральних домішок у каменевідбірнику (17.1), який обробляє насіння після вібропневматичного столу. Очищене насіння квасолі після вібропневматичного столу або каменевідбірника подається на очищення у фотооптичний сепаратор (18.1) за допомогою транспортеру (19.1).

Фотооптичний сепаратор (18.1) розділяє насіння квасолі за кольором, а також виділяє пожовтівші насінини. Для більш повного виділення насіння в фотооптичному сепараторі передбачено контрольний канал. В цей канал насіння подається із основних робочих каналів за допомогою транспортеру. Виділені домішки збираються транспортером (35.1), а очищене насіння подається на контроль скритої зараженості в машину IXUS (24.1) за допомогою транспортеру (20.1, 22.1).

Очищене насіння квасолі за допомогою транспортеру (27.1) подається на контрольне сепарування в сепаратор (5.3). Виділені домішки збираються транспортером (44.1), а очищене насіння подається за допомогою транспортеру (28.1) на вибій у біг-беги (29.1) або на вибій у мішки (31.1).

Відходи, які виділені в процесі очищення насіння квасолі збираються транспортерами (40.1, 44.1) і подаються на лінію обробки відходів за допомогою транспортеру (45.1) та норії (46.1).

На лінії обробки відходів здійснюється контрольне очищення насіння від домішок у сепараторі (5.2). Виділені кормові відходи подаються у чотири накопичувальні бункери за допомогою норії (47.1) та транспортеру (48.1). За допомогою транспортеру (32.1) відходи подаються на вибій у біг-беги або мішки.

Зернові продукти, які можуть бути використані на кормові потреби збираються транспортером (39.1) та за допомогою норії (41.1) і транспортеру (42.1) подаються у накопичувальний бункер і далі за допомогою транспортеру (32.1) на вибій.

В технологічному процесі також передбачено обробку квасолі. З цією метою передбачається етап луцення в луцильниках (25.1, 25.2, 26.1, 26.2).

Лущене насіння подається у сепаратор (5.3), а оболонки та мучка збираються транспортером (37.1 та 38.1) і подаються на обробку відходів.

Схемою також передбачено можливість фасування насіння без обробки. З цією метою, встановлено перекидний клапан після норії (4.1), який дозволяє направити насіння через норію (41.1) і транспортери (42.1, 32.1) одразу на вибій.

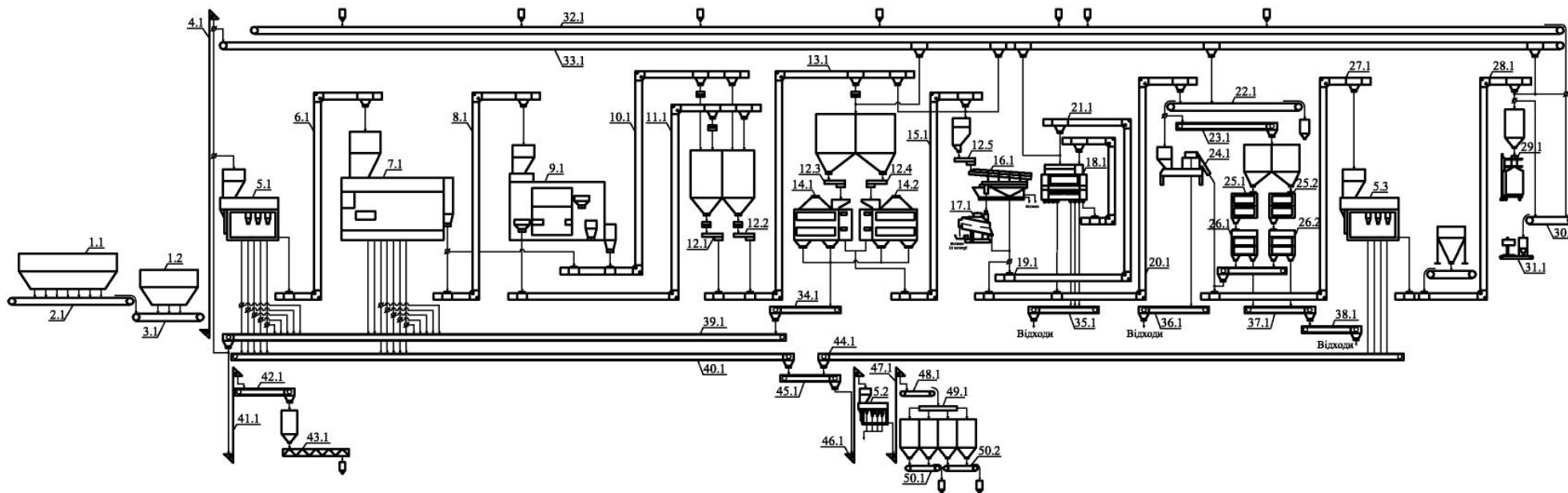


Рисунок 4.1. Технологічна схема обробки насіння квасолі

1.1-1.2 – завальна яма; 2.1 – транспортер; 3.1 – транспортер; 4.1 – норія; 5.1-5.3 – зерноочисний сепаратор; 6.1 – Z-транспортер; 7.1 – зерноочисний сепаратор тонкого очищення; 8.1 - Z-транспортер; 9.1 – зерноочисна машина; 10.1 - Z-транспортер; 11.1 - Z-транспортер; 12.1-12.5 – живильник; 13.1 - Z-транспортер; 14.1-14.2 – зерноочисний сепаратор для половинок; 15.1- Z-транспортер; 16.1 – пневмостіл; 17.1 – каменевідбірник; 18.1 – фотосепаратор; 19.1 -Z-транспортер; 20.1-Z-транспортер; 21.1 -Z-транспортер; 22.1– транспортер; 23.1–транспортер; 24.1–ренген-детектор; 25.1–відцентровий лушильник; 26.1– повітряний сепаратор; 27.1 - Z-транспортер; 28.1 - Z-транспортер; 29.1 – завантажувальний пристрій; 30.1–транспортер; 31.1–пристрій для вибою насіння у мішки; 32.1–транспортер; 33.1–транспортер; 34.1–транспортер; 35.1–транспортер; 36.1– транспортер; 37.1–транспортер;38.1–транспортер;39.1–транспортер;40.1–транспортер; 41.1– норія;42.1–транспортер;43.1–гвинтовийтранспортер;44.1–транспортер;45.1– транспортер; 46.1 – норія; 47.1 – норія; 48.1–транспортер; 49.1–перекидний клапан; 50.1- 50.2 – транспортер.

### **Розрахунок технологічного процесу обробки насіння квасолі**

Виробнича програма підприємства за даними якого виконується проект, розраховується в натуральному виразі по основному асортименту продукції, що виробляється та у вартісному виразі у діючих оптових цінах.

Для розрахунку виробничої програми використовують дані по вартості тонни сировини, які розраховані у відповідному співвідношенні. Коефіцієнт використання потужності приймається на рівні 0,8.

На підприємстві, даної технологічної лінії обробки насіння квасолі, задіяно дві зміни. Тривалість однієї зміни – дванадцять годин.

Таблиця 4.1 – Розрахунок річного обсягу переробки сировини

Найменування продукції	Добовий обсяг виробництва, т	Коефіцієнт використання потужностей	Фактичний добовий обсяг виробництва, т	Річний обсяг виробленої продукції, т
Насіння квасолі	7,2	0,8	5,76	1756,8

Добова потужність визначається по провідному обладнанню і розраховується за формулою:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} \cdot T_{\text{змін}} \cdot K_{\text{зміни}}$$

де  $P_{\text{г}}$  – годинна потужність провідного обладнання;

$T_{\text{змін}}$  - тривалість зміни;

$K_{\text{зміни}}$  – кількість змін на добу

$$P_{\text{доб}} = 0,3 \cdot 12 \cdot 2 = 7,2 \text{ т}$$

#### **Висновки до розділу 4**

1. Детально описано етапи технологічного процесу обробки насіння кvasолі.
2. Подано технологічну схему обробки насіння кvasолі.
3. Встановлено, що добова потужність технологічного процесу по насінню кvasолі становить 7,2 т/год.

## РОЗДІЛ 5

### СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЗНАЧУЩІСТЬ

#### Необхідність удосконалення процесу переробки насіння квасолі

Виробництво овочів у світі досягло величезного зростання за останні десятиліття і досягло близько 296,17 мільйонів тонн. Протягом останніх 30 років він пережив різке зростання, що становить приблизно 86% завдяки прийняттю нових сортів, сучасним виробничим практикам і механізації землеробства.

Як правило, фермери стикаються з виробничим, ціновим, фінансовим та інституційним ризиком. Виробничий ризик – це все, що провокує зміну бажаної врожайності або впливає на кількість і якість продукції.

Збільшення пропозиції може знизити ринкову ціну на овочі, що створює фінансовий ризик. Крім того, овочівництво стикається з такими проблемами, як ураження хворобами та шкідниками, несприятливі кліматичні умови та швидко псуваність у природі. Однак у випадку промислового вирощування овочів,

Виявлення ризиків і способи управління ризиками слід спостерігати і серйозно подумати. Управління ризиками стало важливим інструментом для уникнення, передбачення та реагування на потрясіння у фермерів[18].

Квасоля все ще в основному є продовольчою культурою, яку просувають для продовольчої безпеки, особливо в міських районах, і є джерелом доходу. Намагаючись вийти на самозабезпечення, країна докладала значних зусиль для розвитку підгалузі [14].

Квасоля стала важливою товарною культурою, а також основним продуктом харчування в Україні; однак урожайність бобів у країні на одиницю посівної площі знижувалася протягом останніх десяти років.

Уряду та зацікавленим сторонам необхідно навчати фермерів підприємницьким навичкам, щоб вони могли спрямовувати прибутки від своїх ферм у діяльність, що приносить більше доходу, яка б використовувала більше фермерського капіталу. Існує потреба в ініціативах, спрямованих на

розширення доступу фермерів до адекватних кредитів для ведення сільського господарства за доступними відсотковими ставками та використання груп як застави, щоб вони могли більше інвестувати у сільське господарство для підвищення своєї економічної ефективності та продуктивності господарства [19].

Урожайність квасолі в останні десятиліття зросла в усьому світі. Тим не менш, від ферми до ферми спостерігається мінливість виробництва квасолі, що вказує на наявність виробничого ризику та неефективність вирощування квасолі.

У проведеній роботі висвітлено актуальність дослідження ефективності технологічних процесів переробки насіння квасолі в контексті забезпечення потреб харчової промисловості. Враховуючи зростаючий попит на високобілкову рослинну продукцію та тенденції здорового харчування, квасоля стає перспективною сировиною для виробництва продуктів харчування з високими поживними властивостями.

Основною метою дослідження є розробка рекомендацій щодо оптимізації технологічних процесів переробки насіння квасолі з метою підвищення їх ефективності, зменшення втрат сировини та отримання продукції високої якості.

У роботі проаналізовано сучасні способи переробки насіння квасолі, досліджено технологічні параметри роботи обладнання, оцінено вплив різних технологічних режимів на якість готової продукції. Особливу увагу приділено мінімізації відходів та екологічності виробництва.

Результати дослідження мають значний соціально-економічний ефект, оскільки сприяють

- Підвищенню ефективності використання сировини
- Зниженню собівартості продукції;
- Розвитку агропромислового комплексу
- Задоволенню попиту населення на екологічно чисті високо білкові

продукти.

Отримані результати та розроблені рекомендації можуть бути використані для модернізації технологічного процесу переробки насіння квасолі на підприємствах харчової промисловості.

### **Короткі відомості про принципи НАССР**

Система **НАССР** була розроблена в 1960-х роках американською компанією Pillsbury у співпраці з НАСА та лабораторією армії США. Метою було забезпечення безпеки харчових продуктів для космонавтів. У 1971 році система була вперше представлена на Національній конференції з питань безпеки харчових продуктів.

Подальший розвиток НАССР відбувався через прийняття цієї системи міжнародними організаціями та урядами різних країн. У 1993 році Codex Alimentarius Commission прийняла рекомендації для застосування НАССР, що стали міжнародним стандартом для забезпечення безпечності харчових продуктів[17].

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) — це систематичний підхід до забезпечення безпечності харчових продуктів, який спрямований на ідентифікацію, оцінку та контроль небезпечних чинників, що можуть впливати на безпечність харчових продуктів.

Основні принципи НАССР включають:

1. **Аналіз небезпек:** визначення біологічних, хімічних і фізичних небезпек у всіх етапах виробництва та обробки харчових продуктів.
2. **Визначення критичних контрольних точок (ККТ):** ідентифікація точок, де контроль необхідний для запобігання або зменшення небезпек.
3. **Встановлення критичних меж:** визначення допустимих меж для кожної ККТ.
4. **Моніторинг ККТ:** впровадження процедур для перевірки дотримання критичних меж.
5. **Коригувальні дії:** визначення дій у випадку відхилення від встановлених меж.

6. **Верифікація:** процедури для підтвердження ефективності системи НАССР.

7. **Документація та ведення записів:** підтримка документації для підтвердження дотримання всіх принципів НАССР[15].

Перед впровадженням НАССР важливо дотримуватись певних попередніх умов, таких як:

- **Санітарні та гігієнічні норми:** вимоги до чистоти обладнання, приміщень і персоналу.

- **Контроль води:** використання чистої води для виробництва та обробки продуктів.

- **Управління відходами:** правильне зберігання та утилізація відходів.

- **Профілактика шкідників:** заходи для запобігання проникненню тварин і комах на виробництво.

Порядок впровадження НАССР на виробництві

1. **Створення групи НАССР:** формування команди експертів, яка буде відповідати за впровадження системи.

2. **Опис продукції:** детальний опис продуктів, що виробляються.

3. **Встановлення призначення продукту:** визначення кінцевого споживача та умов використання продукту.

4. **Розробка блок-схеми процесу:** візуальне представлення всіх етапів виробничого процесу.

5. **Перевірка блок-схеми на місці:** перевірка правильності та повноти блок-схеми.

6. **Аналіз небезпек та визначення ККТ:** виконання аналізу небезпек і визначення критичних точок контролю.

7. **Встановлення критичних меж, моніторинг і коригувальні дії:** встановлення меж, розробка процедур моніторингу та визначення коригувальних дій.

8. **Верифікація та документація:** проведення процедур верифікації та ведення документації.

Впровадження системи НАССР значно захищає харчові продукти, що знижує ризик виникнення харчових інфекцій і отруєнь. Крім того, забезпечення високої якості продукції завдяки НАССР додатково втілює довіру споживачам.

Впровадження системи НАССР на підприємстві може супроводжуватися деякими труднощами:

1. **Високі початкові витрати:** впровадження системи НАССР може вимагати значних фінансових та часових витрат для навчання персоналу, оновлення обладнання та впровадження нових процедур.

2. **Опір змінам:** працівники можуть бути неготовими або небажаними до змін у своїх звичайних робочих процесах.

3. **Складність документування:** ведення детальної документації та записів може бути складним і трудомістким процесом.

4. **Необхідність постійного моніторингу та верифікації:** система НАССР вимагає постійного моніторингу критичних точок контролю і регулярної верифікації, що може бути ресурсо містким.

5. **Вимоги до постачальників:** підприємство повинне забезпечити, щоб його постачальники також відповідали вимогам безпеки харчової продукції.

Принципи НАССР відтворені в багатьох міжнародних та національних стандартах і нормативних актах:

- **Codex Alimentarius:** міжнародні стандарти харчової безпеки, розроблені спільно FAO та WHO, включають рекомендації щодо впровадження НАССР.

- **ISO 22000:** міжнародний стандарт для систем менеджменту безпеки харчових продуктів, який інтегрує принципи НАССР.

- **FDA (США):** у США система НАССР регулюється Адміністрацією з контролю за продуктами і ліками (FDA) та Міністерством сільського господарства (USDA).

- Регламенти ЄС: в Європейському Союзі принципи НАССР закладені у регламентах щодо гігієни харчових продуктів[16].

### **Розроблення плану НАССР для виробництва насіння квасолі**

Готовий продукт може також мати свої небезпечні фактори, які варто розглядати з точки зору безпеки та якості:

1. **Забруднення:** готовий продукт може бути забруднений пилом, бактеріями або іншими забруднювачами, які можуть вплинути на безпеку та якість продукту.

2. **Алергени:** квасолі може бути вивленим алергеном для деяких осіб. Тому, якщо виробництво квасолі завершується на тому ж забезпеченні або в тих самих приміщеннях, де виробляються продукти, які можуть містити алергени (наприклад, горіхи або злаки), це може створити ризик хрестової алергії.

3. **Фізичні предмети:** виробництво квасолі може привести до створення фізичних предметів, таких як камені або чужорідні об'єкти, у готовому продукті. Це може становити ризик для здоров'я споживачів, який може пошкодити зуби або травну систему при споживанні таких предметів.

4. **Мікробіологічні загрози:** при недотриманні відповідних стандартів гігієни та зберігання готовий продукт може стати джерелом мікробіологічних загроз, таких як бактерії чи грибки, які можуть викликати харчове отруєння або інші захворювання.

5. **Недоліки у якості продукту:** виробництво квасолі може також супроводжуватися недоліками у якості продукту, такими як нерівномірність розмірів круп, наявність дефектів у зернах тощо, що може впливати на задоволення споживачів [17].

Забезпечення безпечного та якісного готового продукту виробництва квасолі вимагає впровадження ефективних систем контролю якості, підтримки

гігієни та безпеки харчових продуктів, а також регулярних перевірок крупок та аналізів на предмет стандартності можливих ризиків.

Таблиця 5.1 Аналіз небезпечних факторів при переробці квасолі

п/п	Назва етапу	Сторонні домішки	Небезпечний чинник	Допустимий рівень в кінцевому продукті	Вплив на здоров'я	Чи небезпечний фактор суттєвий?(Так/ні)
1	Приймання сировини	Металеві домішки Залишкові домішки пестицидів	Фізичні фактори	Металеві домішки: 0,3 мг/кг Залишкові домішки пестицидів: в межах допустимих норм, встановлених державними санітарними нормами і правилами	Металеві домішки можуть призвести до травм ротової порожнини, шлунково-кишкового тракту. Залишкові домішки пестицидів можуть призвести до отруєння.	Так
2	Очищення	Земля Каміння Пісок Інші домішки	Фізичні фактори	Земля: не допускається Каміння: не більше 0,1% Пісок: не більше 0,2% Інші домішки: не більше 0,1%	Земля, каміння, пісок та інші домішки можуть погіршити якість квасолі.	Так

п/п	Назва етапу	Сторонні домішки	Небезпечний чинник	Допустимий рівень в кінцевому продукті	Вплив на здоров'я	Чи небезпечний фактор суттєвий?(Так/ні)
3	Калібрування	Не відповідний розмір зерна  Інших домішок	Фізичні фактори	Розбіжність розмірів зерен не більше, ніж 1,0%. Залишки інших домішок не допускаються	Різні розміри зернин можуть погіршити якість та товарний вигляд квасолі.	Так
4	Сушіння	Залишки вологи	Фізичні фактори	Залишкова вологість: не більше 18%	Залишки вологи можуть призвести до псування квасолі.	Так
5	Сортування	Недорозвинені зерна  Зламани зерна  Пошкоджені зерна  Інші домішки	Фізичні фактори	Недорозвинені зерна: не більше 1% Зламани зерна: не більше 2% Пошкоджені зерна: не більше 1% Інші домішки: не більше 0,1%	Недорозвинені, зламані та пошкоджені зерна, а також інші домішки, погіршують якість та товарний вигляд квасолі.	Так

## Продовження таблиці 5.1

п/п	Назва етапу	Сторонні домішки	Небезпечний чинник	Допустимий рівень в кінцевому продукті	Вплив на здоров'я	Чи небезпечний фактор суттєвий?(Так/ні)
6	Шліфування	Залишки бруду Пилу Піску Інших домішок	Фізичні фактори	Залишки бруду, не більше 2,0% Пилу: не більше 0,2%	Залишки бруду, пилу, піску та інших домішок можуть погіршити якість та товарний вигляд квасолі.	Так
7	Фасування	Пилу Волосся Інші домішки	Фізичні фактори	Пилу: не допускається Волосся: не допускається Інші домішки: не більше 0,1%	Пил, волосся та інші домішки можуть погіршити якість квасолі.	Так

Таблиця 5.2 Ідентифікація небезпечних чинників в сировині та матеріалах

Сировина	Нормативний документ	Небезпечні чинники		
		біологічні	Хімічні	Фізичні
Квасоля	ДСТУ 8672:2016	БГКП, МФАМ, КОЕ, шкідники, мікотоксини	Пестициди, гербіциди, мікотоксини, добрива, солі важких металів, радіонукліди, очищувальні та дезінфікуючі засоби	Пил та аерозолі

Таблиця 5.3 Ризики при виробництві насіння квасолі

Сторонні домішки	Ризик
Металеві домішки Залишкові домішки пестицидів	X1
Земля Каміння Пісок Інші домішки	Ф1
Залишки бруду Пилу Піску Інших домішок	Ф1
Залишки вологи	Ф1

Сторонні домішки	Ризик
Недорозвинені зерна Зламани зерна Пошкоджені зерна Інші домішки	Ф1
Залишки бруду Пилу	Ф1
Пилу Волосся Інші домішки	Ф1
Мікотоксини	Б1

Аналіз наявності критичних контрольних точок (ККТ) у технологічному процесі виробництва квасолі підприємств є великим аспектом забезпечення безпеки та якості продукту. Для цього аналізу необхідно добре розуміти кожен етап виробництва, ідентифікувати умови небезпечних факторів та місце розташування, де можна ефективно контролювати та зменшувати ризики.

1. **Приймання сировини:** першим етапом є прийом квасолі. На цьому етапі проводиться вхідний контроль якості сировини, включаючи наявність забруднювачів, вологі в, шкідників тощо. Ця точка є критичною, оскільки якість початкової сировини впливає на якість кінцевого продукту. Належні процедури відбору зразків і тестування є обов'язковими.

2. **Очищення та сортування:** насіння квасолі піддається первинному очищенню від сторонніх домішок. Використання повітряних сепараторів, магнітних сепараторів та сит дозволяє видалити металеві, кам'яні та інші сторонні предмети. ККТ тут відбувається у перевірці ефективності обладнання для видалення небезпечних домішок.

3. **Калібрування:** квасоля розділяється на фракції за розміром за допомогою сит. На цьому етапі ККТ міститься контроль за правильністю

налаштування машини для калібрування, щоб уникнути великої різниці в розмірах зерен, що може вплинути на якість кінцевого продукту.

4. **Магнітний контроль:** перед тим як квасолі пропускануться в бункери для відпуску, вони проходять через магнітні сепаратори для видалення металевих часток. Це важлива ККТ, незважаючи на те, що невеликі металеві фрагменти можуть спричинити серйозне ураження споживачами та пошкодити обладнання під час подальшої переробки або приготування їжі.

5. **Контроль якості відходів:** відходи, що утворилися під час очистки, контролюються на ситах з отворами відповідного діаметра. ККТ включає перевірку вмісту насіння квасолі у відходах, щоб забезпечити їх відповідність нормативам. Важливо, щоб у відходах не було більше 5% квасолі, щоб забезпечити економічність і якість виробництва.

6. **Полірування та пакування:** остаточний етап включає полірування квасолі та їх пакування. Тут важливо контролювати, щоб полірування не приводило до значного подрібнення продукту і забезпечувало відповідний вигляд та якість. Пакування також має бути проведене в санітарних умовах, щоб уникнути повторного забруднення продукту.

7. **Зберігання та транспортування:** готовий продукт повинен зберігатися в умовах, що запобігають його псуванню.

Усі ці етапи виробництва є ефективними ККТ, які потребують постійного моніторингу та документування. Впровадження системи НАССР дозволяє систематично ідентифікувати, оцінювати та контролювати небезпечні фактори, забезпечуючи високу якість та безпеку кінцевого продукту[8].

НАССР – план для виробництва насіння квасолі

№ ККТ/ОПІ	Етап	Небезпечний чинник	Опис небезпечного чинника	Критичні межі / цільові значення (або межі, якщо застосовано)	Моніторинг				Корекції/коригувальні дії	Протоколи	Перевірка
					Що?	Як?	Частота?	Хто?			
ККТ1	Приймання сировини	X1	Залишкові домішки пестицидів	Згідно специфікації на сировину (вказати)	Залишкові домішки пестицидів	При проведенні досліджень в лабораторних умовах	Кожна поставка	Лаборант	У разі перевищень допустимих меж по залишкам пестицидів при вхідному контролі партія повертається постачальнику	Протоколи досліджень вхідного контролю кожної поставки сировини (вказати)	Результат і внутрішніх аудитів
		Ф1	Металева домішка	Згідно специфікації на сировину (вказати)	Металева домішка	При проведенні досліджень в лабораторних умовах	Кожна поставка	Лаборант		(вказати)	Результати внутрішніх аудитів

		М1	Мікотоксини	Згідно специфікації на сировину (вказати)	Мікотокси-ни	При проведенні досліджень в лабораторних умовах	Кожна поставка	Лаборант	У разі перевищень допустимих меж при вхідному контролі партія повертається постачальнику		Результати внутрішніх аудитів
ККТ2	Очищення	Ф1	Земля Каміння Пісок Інші домішки	Земля: не допускається Каміння: не більше 0,1% Пісок: не більше 0,2% Інші домішки: не більше 0,1%	Земля, каміння, пісок	При проведенні по переднього очищення сировини	Кожна поставка	Оператор технологічної лінії	У разі не усунення частинок повторна обробка	Технологічна операційна картка	Результати внутрішніх аудитів
ККТ3	Калібрування	Ф1	Невідповідний розмір зерна Інших	Розбіжність розмірів зерен не більше, ніж	Різний розмір зерен насіння	Просіювання	Кожна поставка	Оператор технологіч-	У разі виявлення недоліків провести процедуру повтрно	Технологічна операційна картка	Результати внутрішніх аудитів

			домішок	1,0% Залишки інших домішок не допускаються				ної лінії			
ККТ4	Сушіння	Ф1	Залишки вологи	Не більше 18%	Волога	Висушування	Кожна поставка	Оператор технологічної лінії	У разі виявлення надлишку вологи, повторно просушити	Технологічна операційна картка	Результати внутрішніх аудитів
ККТ5	Сортування	Ф1	Недорозвинені зерна Зламани зерна Пошкоджені зерна Інші домішки	Не дорозвинені зерна: не більше 1% Зламани зерна: не більше 2% Пошкоджені зерна: не більше 1%	Не кондиція зерна, дрібка, пошкоджене зерно	Просіювання	Кожна поставка	Оператор технологічної лінії	У разі виявлення значної кількості домішок повторно провести процедуру, перевірити обладнання	Технологічна операційна картка	Результати внутрішніх аудитів

				Інші домішки: не більше 0,1%							
ККТ6	Шлі- фуван- ня	Ф1	Частки пилу, залишки бруд	Залишки бруд, не більше 2,0% Пилу: не більше 0,2%	Бруд, пил	Просіюван- ня, сепарація	Кожна поставка	Опера- тор техно- логіч- ної лінії	У разі виявлення значної кількості домішок, повторно провести процедуру, перевірити обладнання	Технологічна операційна картка	Результати внутрішніх аудитів
ККТ7	Фасув- ання	Ф1	Частки пилу, домішок	Частки пилу не допускаєть- ся, інші домішки не більше 0,1%	Домішки, пил	Просіюван- ня, сепарація	Кожна поставка	Опера- тор техно- логіч- ної лінії	У разі виявлення значної кількості домішок, повторно провести процедуру, перевірити обладнання	Технологічна операційна картка	Результати внутрішніх аудитів

## **Висновки до розділу 5**

1. Соціально-економічна значущість переробки насіння квасолі висока, оскільки квасоля – це корисна та поживна страва, але дуже делікатна культура при переробці та підготовці готового продукту. Тому для отримання продукту найкращої якості потрібно постійно вдосконалювати технологічний процес переробки насіння.

2. Впровадження НАССР-плану на підприємствах, що займаються переробкою квасолі, є стратегічним кроком для забезпечення безпеки та якості продукції. Насамперед, це досягне рівня безпеки продукту, що дозволяє ідентифікувати та контролювати небезпечні чинники на всіх етапах виробництва, мінімізуючи ризики для здоров'я споживачів. Встановлення контролю критичного точку, дозволяє ефективно відстежувати та запобігати проявам небезпеки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Квасоля є однією з найважливіших сільськогосподарських культур в Україні завдяки своїй високій поживній цінності, універсальності використання та значному виробничому потенціалу. Вона містить значну кількість білків, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів, що робить її незамінною в раціоні харчування людини.

Завдяки вмісту розчинних білків квасоля є цінним джерелом рослинного білка, який за засвоюваністю перевершує білок зернових. Поживні властивості роблять її популярною в харчовій промисловості для виробництва хлібобулочних виробів, консервів, білкових ізолятів, а також у технічній, медичній та косметичній галузях.

Високий попит на квасолю також зумовлений зростаючим світовим споживанням рослинних білків. Україна з її сприятливими природно-кліматичними умовами є великим виробником квасолі, здатним задовольнити як внутрішній попит, так і експорт. Найбільш продуктивними регіонами вирощування є Лісостеп, Степ та Полісся.

Широкий асортимент сортів, районованих для різних кліматичних зон, дозволяє отримувати стабільні врожаї навіть у складних умовах. Таким чином, квасоля є не лише стратегічною культурою для аграрного сектору України, а й має значний потенціал для подальшого розвитку.

Зростаючий попит на квасолю як на високовітамінний і доступний продукт харчування стимулює вдосконалення технологій післязбиральної обробки. Аналіз технологічного процесу свідчить про значну складність та багатоетапність переробки, яка включає очищення, сортування, луцення, шліфування, полірування та фракціонування.

Використання сучасного зерноочисного обладнання дозволяє значно підвищити якість готової продукції та зменшити кількість домішок різного походження. У той же час, традиційна технологія переробки має недоліки, серед яких високі енерговитрати, велика кількість етапів і відносно низький вихід готового продукту.

Таким чином, підвищення ефективності переробки квасолі вимагає впровадження інноваційних підходів, спрямованих на оптимізацію процесів, зниження енерговитрат і збільшення виходу високоякісної продукції. Це є перспективним напрямом підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств на ринку бобових культур.

Вивчені та описані методики та методи досліджень зерна насіння квасолі, також розроблена та описана технологічна схема виробництва насіння квасолі, проведений розрахунок технологічного процесу виробництва насіння квасолі.

Були проведені дослідження впливу процесів обробки насіння квасолі на якість зерна та насіння, результати досліджень показали, що кожна технологічна операція має свій вплив на якість та вміст домішок у насінні квасолі, але вдале їх поєднання дозволяє отримати продукцію високої якості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аніканова. Формування сортових ресурсів квасолі / Хлібопродукти. - 1999. - N 2; с.22-24.
2. Батт А. В. Руководство по хранению и переработке зерна в хлебопекарную муку на мельнице Skiold / А. В. Батт. – Одесса : 1996. – 91 с.
3. ДСТУ 7701:2015. Крупиквасолі. – На заміну ГОСТ 6201-68;чиннийвід 2015-05-28. – Вид. офіц. – Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2015. – 14 с.
4. Инструкция по определению технологического эффекта работы основных машин зерноочистительного и размольного отделений мельницы. –М : ЦНИИТЭИ, 1980. – 34 с.
5. МеркоІ. Т. Наукові основи і технологія переробки зерна : підручник для студ. вищ. навч. закладів / І. Т. Мерко, В. О. Моргун.– Одеса : Друк, 2001. –348 с.
6. Нікіфорова Т. А, Пономарьов С.Г, Куликов Д.А. Побічний продукт переробки квасолі - джерело біологічних активних речовин // Кондитерське виробництво. - 2013. - № 3. - С. 13-14.
7. Попит на український квасолі на світовому ринку зростає Вебсайт. URL: <https://mind.ua/news/20273386-popit-na-ukrayinskij-goroh-na-svitovomu-rinku-zrostae>(дата звернення: 02.06.2024).
8. Постанова КМУ No 10 від 10.01.2019 «Про затвердження Порядку та критеріїв уповноваження акредитованих лабораторій, у тому числі референс-лабораторій, та Порядку перевірки дотримання уповноваженими акредитованими лабораторіями, у тому числі референс-лабораторіями, критеріїв уповноваження та позбавлення такого уповноваження»
9. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. Міністрство Агропромислового Комплексу України. Київський Інститут Хліб Продуктів.

10. Технологія виробництва круп – квасолі коленого не шліфованого - стаття прес-центру компанії ОЛІС Вебсайт. URL:<https://olis.com.ua/press-centre/statii/gorohkolennyi/> (дата звернення: 02.06.2024).

11. Фадеев Л. В. Зерно нельзя бить – оно основа жизни человека / Л. В. Фадеев. – Харьков : СПЕЦЭММ. – 96 с.

12. Фадеев Л. В. Сильные семена на каждое поле / Л. В. Фадеев. – Харьков: СПЕЦЭММ. – 176 с.

13. Харченко Є. І. Інновації в зернових технологіях : навчальний посібник / Є. І. Харченко, А. В. Шаран, Т. І. Янюк, О. Ю. Супрун-Крестова. – К. : ОЛДІ-Плюс, 2023. -202 с.

14. Factors Affecting Technical Efficiency of Beans Production among Smallholder Farmers in Rwanda | Open Access Journals. *Research and Reviews - International Journals*. Вебсайт. URL:<https://www.rroj.com/open-access/factors-affecting-technical-efficiency-of-beans-production-among-smallholder-farmers-in-rwanda.php?aid=87532> (дата звернення: 05.12.2024).

15. Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005 [Electronic resource] / Hsinjung Chen [et al.]// Accreditation and quality assurance. – 2019. – Vol.25, no.1. – P.23–37. – Mode of access:<https://doi.org/10.1007/s00769-019-01409-4>(date of access: 31.05.2024).

16. HACCP principles & application guidelines [Electronic resource] // U.S. Food and Drug Administration. – Mode of access:<https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines>(date of access: 31.05.2024).

17. Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Food hygiene: basic texts/ Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. – 4th ed. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. – 125 p.

18. Production risk and technical inefficiency of bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivation in Bangladesh: Do socio-economic factors matter? / R. Begum

таін.*SocialSciences&HumanitiesOpen*.2023.Т.7,№ 1.С.100417. URL:  
<https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100417> (дата звернення: 05.12.2024).

19. Raghupathi R., KumarM.J. A., BhavyaA.P. Economic Efficiency of French bean Production in Karnataka: An Economic Analysis. *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2021. С.30–37. URL: <https://doi.org/10.9734/cjast/2021/v40i1631421> (дата звернення: 05.12.2024).