

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет аграрних технологій та екології

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу підготовки соковитих кормів до згодовування з розробкою механізму для подрібнення коренеплодів»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІм-21
спеціальності 208 Агроінженерія
за освітньо-професійною програмою
«Агроінженерія»

Фролов М.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Тарасюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП

Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Тараймович І.В.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2024

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<i>аграрних технологій та екології</i>
Кафедра	<i>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</i>
Галузь знань	<i>20 Аграрні науки та продовольство</i>
Освітній ступінь	<i>магістр</i>
Спеціальність	<i>208 Агроінженерія</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Агроінженерія</i>

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. проф. Г.А.Хайліса
доцент, к.т.н. _____ С.М. Хомич
«30» грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Фролову Максиму Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу підготовки соковитих кормів до згодовування з розробкою механізму для подрібнення коренеплодів

керівник роботи Тарасюк ВікторВасильович, к.т.н., доцент

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

затверджена наказом ЛНТУ від «30» грудня 2023 р. № 445/01-02

2. Термін здачі студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

	к-сть листів
1. Вихідні дані	1 лист
2. Теоретичні положення	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Результати експериментальних досліджень	1 лист
5. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	1 лист
7. Складальне креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	17.06. – 01.07.2024 р.	
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	20.08 – 31.08.2024 р.	
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2024 р.	
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2024 р.	
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2024 р.	
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2024 р.	
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2024 р.	
10	Нормоконтроль	до 04.12.2024 р.	
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	04.12.– 14.12.2024 р.	

Студент

_____ (підпис)

Фролов М.Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Тарасюк В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Гарант ОПП

_____ (підпис)

Хомич С.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Фролов М.Ю. Тема роботи: Дослідження процесу підготовки соковитих кормів до згодовування з розробкою механізму для подрібнення коренеплодів.

Рукопис

Кваліфікаційна магістерська робота за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія». Луцький національний технічний університет, Луцьк, 2024.

Структура і обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, переліку джерел посилань, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи бакалавра, представленої в методичних рекомендаціях, затверджених кафедрою аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса). Загальний обсяг роботи складає 56 сторінок, включає 24 рисунки, 9 таблиць, список джерел посилань з 36 назв та 1 додатку.

Робота направлена на дослідження процесу виробництва кормів та розробку машини для подрібнення кормів перед згодовуванням та вдосконаленням механізму для подрібнення коренеплодів.

В кваліфікаційній магістерській роботі проводивсь огляд технологій приготування кормів до згодовування, зроблено огляд засобів та пристосувань, проведено обґрунтування технологічної схеми кормоцеху та визначення необхідних параметрів подрібнювача коренеплодів. Лабораторно визначено сили різання коренеплодів, силу різання при втраті вологості та проведено експериментальні дослідження методом математичного планування експерименту..

Ключові слова: Технологія, подрібнювач коренеплодів, транспортер, вологість, дослідження, експеримент, твердість, сила різання.

ABSTRACT

Frolov M. Yu. Topic of work: Study of the process of preparing succulent forages for feeding with the development of a mechanism for grinding root crops. Manuscript Qualification master's thesis under the educational and professional program "Agroengineering" specialty 208 "Agroengineering". Lutsk National Technical University, Lutsk, 2024.

Structure and scope of the qualification work. The master's qualification work consists of an abstract, introduction, four sections, general conclusions, a list of reference sources, appendices (according to the structure of the bachelor's qualification work, presented in the methodological recommendations approved by the Department of Agricultural Engineering named after Professor G.A. Khailis). The total volume of the work is 56 pages, includes 24 figures, 9 tables, a list of reference sources with 36 titles and 1 appendix.

The work is aimed at studying the feed production process and developing a machine for grinding feed before feeding and improving the mechanism for grinding root crops.

In the qualification master's thesis, a review of feed preparation technologies for feeding was conducted, a review of tools and devices was made, a justification of the technological scheme of the feed shop and the determination of the necessary parameters of the root crop grinder were carried out. The cutting forces of root crops, the cutting force during moisture loss were determined in the laboratory and experimental studies were conducted using the method of mathematical planning of the experiment.

Keywords: Technology, root crop grinder, conveyor, humidity, research, experiment, hardness, cutting force.

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ

Маші́на (від лат. *machina*, від дав.-гр. *Μηχανή* — пристрій, засіб, знаряддя) — технічний об'єкт, який складається із взаємопов'язаних функціональних частин (деталей, вузлів, пристроїв, механізмів та ін.), що використовує енергію для виконання покладених на нього функцій.

Дослі́дження, до́сліди — (*широко розуміючи*) пошук нових знань або систематичне розслідування з метою встановлення фактів; (*вужько розуміючи*) науковий метод (процес) вивчення чого-небудь.

Експеримéнт (англ. *experiment*) — сукупність дослідів, об'єднаних однією системою їх постановки, взаємозв'язком результатів і способом їх обробки. Унаслідок експерименту отримують сукупність результатів, які допускають їхню сумісну обробку і зіставлення.

При́лад (англ. *device, apparatus, appliance*; нім. *Gerät n, Vorrichtung f, Einrichtung f*) — технічна конструкція, що уможливорює виконання певного процесу і служить для визначених цілей (наприклад, для перетворення енергії, виконання певної механічної роботи, перетворення інформації), що має специфічну форму будови (часто є групою з'єднаних між собою частин, які утворюють функціональну цілісність) залежно від виконуваних параметрів роботи та цільового призначення.

ЗМІСТ

Анотація.....	.....
Abstract.....	.....
Зміст .....	.....
Перелік термінів.....	.....
Вступ.....	.....
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ТА ФОРМУВАННЯ	
ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	.....
1.1 Огляд вимог до приготування та способів обробки соковитих	
кормів.....	.....
1.2. Класифікація кормів, їхня характеристика .....	.....
1.3. Аналіз машин для подрібнення коренебульбоплодів .....	.....
1.4. Аналіз засобів для подрібнення зелених кормів і коренебульбоплодів	
Висновки до розділу 1.....	.....
2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ Д	
ЗГОДОВУВАННЯ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	
ПОДРІБНЮВАЧА КОРМІВ.....	.....
2.1 Обґрунтування засобу та технології виробництва кормів для годівлі	
тварин.....	.....
2.2. Обґрунтування параметрів машини для подрібнення коренеплодів.....	.....
2.3 Зоотехнічні вимоги до приготування кормів.....	.....
2.4 Визначення основних кінематичних, конструктивних, силових і	
енергетичних параметрів подрібнювачів кормів .....	.....
2.4.1. Конструктивний розрахунок подрібнювача коренеплодів.....	.....
2.4.2. Енергетичний розрахунок.....	.....
Висновки до розділу 2 .....	.....
3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	.....
3.1 Програма експериментальних досліджень.....	.....

3.2 Прилади і апаратура для проведення досліджень.....	
3.3 Методика визначення сили різання частинок коренеплодів	
Висновки до розділу 3.....	
4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З	
ВИКОРИТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВА.....	
4.1 Методика і результати експериментальних досліджень з	
використанням методу математичного планування	
Висновки до розділу 4.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Одним з важливих питань з виробництва продукції тваринництва є ефективність приготування кормів для їх годівлі. Галузь кормовиробництва знаходиться на «стику» двох галузей: тваринництва та рослинництва. Запровадження нових конструкцій машин в галузь з кормовиробництва дозволить не тільки отримати прибутки, але й вирішити проблеми, які існують в економіки України, зокрема в забезпечення населення якісними продуктами харчування..

Кормовиробництво - це багатогранна, але недосконала галузь в технічному та технологічному розвитку, потребує застосування новітніх технологій при вирощуванні та відгодівлі тварин. Кормовиробництво має належність до трьох сфер агропромислового комплексу: ресурсної (корми є засобами виробництва (предметами праці) продукції тваринництва; виробництва продукції з рослинницької галузі та відходів придуктів галузі тваринництва та рибальства (вирощування, заготівля та зберігання кормів); галузі переробки отриманої продукції (виробництво комбикормів, кормів з рослинного та відходів тваринного походження).

В останні десятиліття значно скоротились площі вирощування кормових культур у чотири рази та зниження врожайності у 3,3 рази привели до зменшення кількості виробництва кормів більш як в 3,8 рази. Україна має великий потенціал для виробництва кормів, ними можна забезпечити достатню кількість тварин, як результат, збільшити виробництво продуктів тваринництва. Держава витрачає великі кошти на закупівлю даної продукції за кордоном. Впровадження нових технологій при заготівлі кормів та способів приготування їх до згодовування зумовить зниження собівартості виробленої продукції та підвищить рентабельність галузі тваринництва.

Тому саме використання кормів при годівлі тварин та приготування їх до згодовування призводить до високої собівартості виробництва одиниці натурального корму, та до можливих перебоїв в забезпеченні тварин поживними

кормами, і в повсідньому в продовольчому забезпеченні населення продуктами харчування.

Пріоритетами в заготівлі та приготуванні, має бути ефективне виробництво кормів в достатній кількості та високої якості для забезпечення всіх потреб даної галузі.

Одними з найважливіших напрямів галузі тваринництва є скотарство молочного та м'ясного напрямку та свинарство. Ефективний розвиток даних галузей неможливий без застосування новітніх засобів механізації при вирощуванні та кормовиробництві (заготівлі кормів та приготуванні їх до згодовування).

Компонентами кормових сумішей при вирощуванні натуральної продукції обов'язково мають бути грубі стеблові та соковиті корми для відгодівлі великої рогатої худоби та соковиті корми для свинарства, перетравлення яких залежить від якості підготовки їх до згодовування. В процесі підготовки до згодовування важливе місце займає подрібнення та запарювання корму, тому що дані операції є найбільш енергоємними.

Для подрібнення кормів випускають ряд різних машини та кормоприготувальних агрегатів.

Більшість не забезпечують зоотехнічні вимоги ступеню подрібнення, мають високу енергоємність, габаритні та матеріаломісткі. Низька універсальність багатьох вже існуючих подрібнювачів не дає змоги широко їх використовувати при подрібненні багатьох видів соковитих кормів. Розробка подрібнювача, за продуктивністю, енергоємністю процесу та якості виконання процесу міг би підійти для використання на фермах з різним поголів'ям є актуальним завданням.

Мета кваліфікаційної роботи та завдання досліджень. Покращити технологію виробництва та приготування кормів до згодовування, запропонувати конструкцію універсального подрібнювача кормів.

Завдання досліджень:

- провести огляд сучасних технологій приготування кормів до згодовування;
- запропонувати схему кормоцеху для приготування кормів
- апропонувати конструкцію подрібнювача призначеного для подрібнення соковитих кормів;
- провести експериментальні дослідження властивостей матеріалів та дослідження вузла машини з застосуванням методів математичного планування;
- запропонувати та розробити конструкцію подрібнювача соковитих кормів.

Об'єкт дослідження. Подрібнюючий апарат для соковитих кормів.

Предмет дослідження. Вплив запропонованого робочого органу на степінь подрібнення корму.

Методи дослідження. Лабораторні дослідження проводились в науково-дослідній лабораторії (аудиторія 360) кафедри аграрної інженерії імені професора Г.А.Хайліса за стандартними методиками. Для досліджень використовуємо обладнання, які є в наявності в даній лабораторії.

Практичне значення одержаних результатів. Було розроблено конструкцію вузла та запропоновано схему машини, визначено параметри подрібнюючого апарату для соковитих кормів.

Апробація роботи. Отримані результати досліджень представлено на конкурсах робіт кафедри аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса та на IV студентській науково-технічній ФАТЕ ЛНТУ (2024р.).

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ТА ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Огляд вимог до приготування та способів обробки соковитих кормів.

Базою ефективного росту галузі тваринництва є збалансована годівля тварин, яка забезпечується виробництвом достатнього об'єму кормів, зниженням втрат їхньої цінності в період заготівлі, зберігання, а також правильною підготовкою кормів до споживання тваринами.

Цінність кормів визначається вмістом поживних, тобто важливих для організму тварини сполук, а також наявністю або відсутністю в них додаткових, некорисних, а іноді навіть домішок, які негативно впливають на відгодівлю тварин та процес їхнього росту. Останні погіршують цінність корму, здатні спричинити негативний вплив, травмування чи отруєння тварин, знижують ефективність роботи і можуть стати причиною збільшення витрати та часу на обслуговування обладнання для приготування кормів.

Допустимий рівень забруднення очищеної кормової сировини має бути не вищим: піском - 0,2 - 1%, земляними домішками- 1- 2%, насінням отруйних рослин – 0,25%. Наявність металевих часточок із тупими краями і розміром до 2 мм допускається до 30 мг на 1 кг корму.

Розміри кормових часточок обирається від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також різновиду корму і способу його використання (у складі сумішей чи для роздільного згодовування, пресований чи розсипний).

Загальноприйняте , що коренебульбоплоди подрібнюються для великої рогатої худоби на частинки завтовшки 10-15 мм, для свиней – на часточки розміром 5-10 мм. Грубі корми для ВРХ слід переробляти на січку (краще розщеплену вздовж волокон) завдовжки 30-50 мм за роздільного згодовування і 10 – 15 мм – у складі кормових сумішей; для свиней – на часточки завбільшки 1 – 2 мм. Комбікорми для великої рогатої худоби і птиці – середнього (1 – 1,8 мм) і грубого (1,8 – 2,6 мм), для свиней потрібно готувати з інгредієнтів дрібного (0,2 – 1 мм) помолу.

Готові суміші, які містять соковиті компоненти або рідкі добавки, потрібно роздавати тваринам не пізніше, ніж через 1,5...2 години після приготування.

Таблиця 1.1. – Загальні зоотехнічні вимоги до кормів

Показник	Для великої рогатої худоби та овець	Для свиней
Вологість, %	До 75	60...80
Рівномірність змішування, % не менше	80	90
Допустимі відхилення (за масою) вмісту компонентів у суміші, %:		
грубі, соковиті	±10	±10
концентровані	±5	±5
кормові дріжджі	±2,5	±2,5
рибні	–	±5
молочні	±5	±5
поживні розчини	±5	±5
мінеральні добавки	±5	±5
харчові відходи	–	±5

Усі способи обробки кормів поділяють за видом енергії, що використовується в технологічному процесі. Розрізняють такі види енергії:

- Механічну;
- Теплову;
- Хімічну;
- Біологічну;
- Електричну;
- Комбіновану.

Найпоширеніші з них представлено на схемі

Механічна обробка кормів містить такі етапи:

- Очищення ;
- Подрібнення;
- Дозування;
- Змішування;
- Пресування;
- Транспортування.

Під дією механічної обробки кормів змінюються їх фізичні, механічні, технологічні та дієтичні характеристики, гранулометричний склад, знижуються затрати біологічної енергії на розжовування тваринами під час прийому.

Термічна обробка кормів – це:

- Нагрівання;
- Запарювання;
- Варіння;
- Сушіння;
- Підсмажування;
- Випарювання;
- Пастеризація;
- Охолодження;
- Заморожування.

Під дією тепла чи холоду сповільнюються або активізуються хімічні, фізичні й біологічні процеси, які можуть значно підвищити його цінність або сповільнити його псування, а також мінімізувати втрати поживних елементів під час зберігання.

Хімічна обробка кормів може значно підвищувати їх поживну цінність, засвоювання, дієтичні властивості. Хімічна обробка кормів включає обробку їх хімічними препаратами, наприклад, вапнування, обробка кислотами, лугами, аміаком (амонізація) та іншими речовинами.

Біологічні способи обробки кормів – це розведення на поживному середовищі корму біологічної мікро і макрофлори, яка перетворює кормову суміш у доступніші для засвоєння тваринами речовини, а також збагачує білками

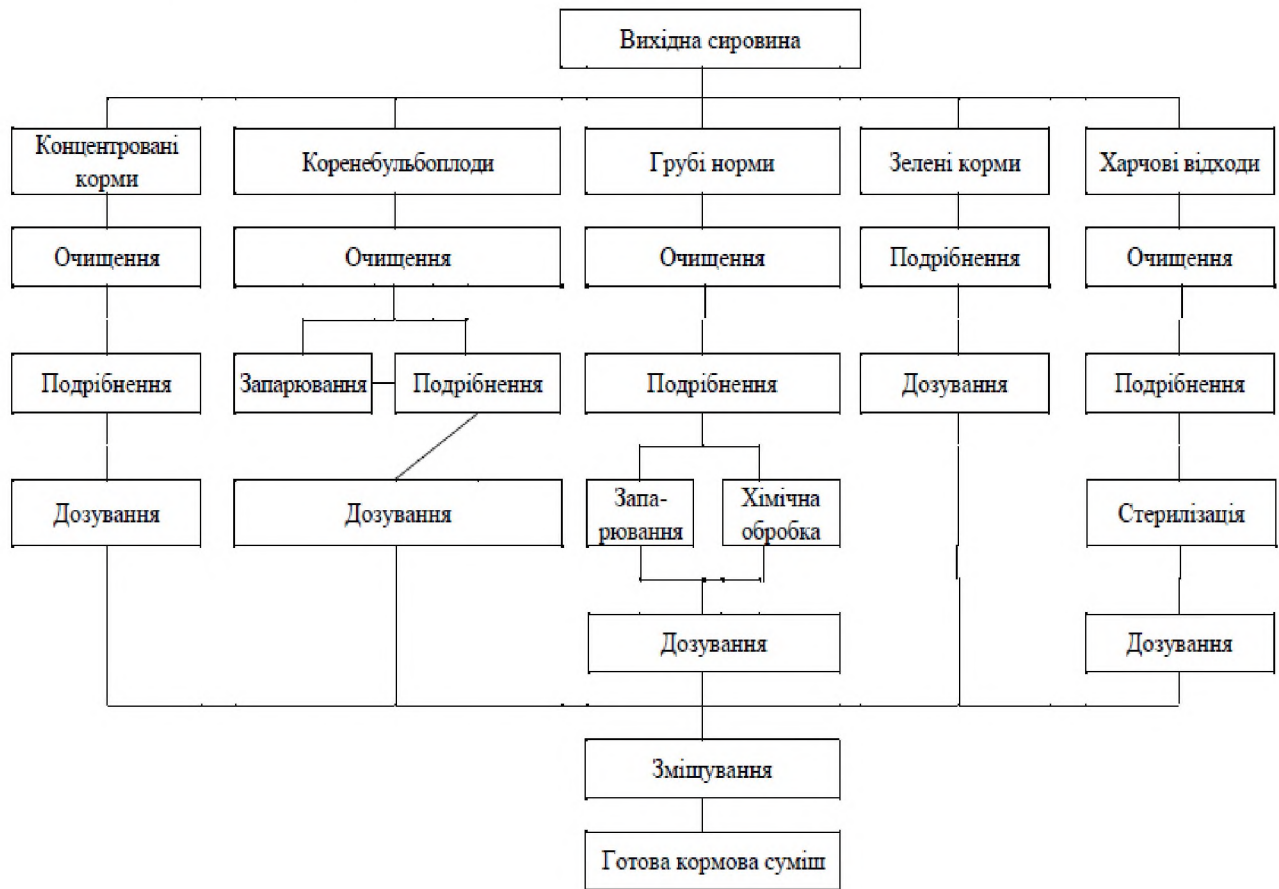


Рис.1.1 - технологічні схеми приготування до згодовування

та іншими цінними елементами за рахунок споживання тваринами самих біоорганізмів. Приклади:

- Силосування;
- Заквашування;
- Дріжджування;
- Пророщування.

Електричні способи обробки кормів – це сортування, подрібнення, обробка інфрачервоними та ультрафіолетовими променями.

1.2. Класифікація кормів, їхня характеристика

Новітня класифікація кормів ґрунтується на їх походженні й найважливіших властивостях.

Корми залежно від походження поділяють три основні групи:

- Рослинного;
- Тваринного;
- Промислового.

За властивостями корми поділяють на:

- Грубі;
- Соковиті;
- Концентровані;
- Рибні, м'ясні, молочні, комбіновані;
- Кормові добавки й харчові відходи.

Класифікація кормів за походженням, видом і призначенням наведена у таблиці 1.1.

Найбільш розповсюджені корми рослинного походження.

Грубі корми характеризуються високим умістом клітковини і відносно низькою поживністю, але є невід'ємною складовою раціону жуйних тварин.

Грубі корми заготовляють у розсипному чи пакованому вигляді.

Відходи рільництва (бадилля, стебла кукурудзи тощо) силосують. З відходів лісової промисловості отримують хвойне борошно – «лісовий комбікорм».

Спосіб заготівлі залежить від біологічних властивостей кормів, призначення й доцільності трудових та енергетичних витрат для забезпечення їх зберігання.

Сіно отримують із сіяних (люцерні, конюшини, буркуна, вика, овеса) і лугових трав сушінням до потрібної вологості у відкритому просторі із підв'ялюванням (при заготівлі розсипного подрібненого сіна – до вологості 40...45%, пресованого в тюки – до 30...35%) і подальшим досушуванням маси за допомогою активного вентилявання.

Солома – являє собою побічний продукт зернового промисту і сировина для отримання цінного корму. На практиці застосовують такі технології заготівлі

Таблиця 1.1 - Класифікація кормів за походженням, видом і призначенням

Група	Вид корму		Використання		
	Підгрупа	Назва	для ВРХ	для свиней	для птиці
Рослинного походження	грубі	сіно	+	–	+
		солома	+	–	+
		гілковий корм	+	–	–
		сінаж	+	–	+
		зелені корми	+	+	+
		сілос	+	+	+
	соковиті	плоди баштаних культур	+	+	+
		кореневульбоплоди	+	+	+
		жом	+	+	+
		водорості	+	–	+
	концентровані	зерно злакових і бобових культур	+	+	+
		патока кормова (меласа)	+	–	+
		дріжджі	+	+	+
		трав'яне борошно	+	+	+
		жом сухий	+	–	+
Тваринного походження	рибні	відходи переробки риби	–	+	–
		рибне борошно	–	+	–
	м'ясні	м'ясо-кісткове борошно	+	+	+
	молочні	відвійки і сироватка	+	+	–
Промислового походження	комбіновані	комбікорм	+	+	+
	кормові добавки	мінеральні (солі, макро- і мікроелементи)	+	+	+
		синтетичні, які містять азот (сечовина, карбамід)	+	–	+
		премікси (вітамінні, мінеральні)	+	+	+
	харчові відходи	від мережі громадського чи індивідуального харчування	–	+	–

соломи: у цілому вигляді, зі здрібнюванням і пресуванням. Вологість соломи повинна бути в межах 18–20%.

Сінаж – законсервований прив'яленням (зменшенням вологості) й герметизацією зелений корм.

Із багаторічних й однорічних бобових і злакових трав заготовляють сінаж, а також злаково-конюшинних сумішей, з попередньо прив'яленої до вологості 45–50% подрібненої маси. Закладають сінаж у герметичні наземні чи баштові місця зберігання. Процес сінажування закінчується за 20–30 днів після закладання й герметизації маси. При цьому втрати поживних речовин дорівнюють 8–12%.

Силосовані корми (силос) – законсервований природнім шляхом зелений корм.

Зелені корми – трава природніх і сіяних пасовищ, стебла і качани кукурудзи в стадії молочної стиглості, люпин, гичка буряків та інші рослини, які добре піддаються силосуванню. Качани кукурудзи підвищеної вологості в стадії воскової і повної стиглості, а також вологе фуражне зерно заготовляють силосуванням із використанням додатково хімічних консервантів і без них.

Вітамінне трав'яне борошно – що містить значну кількість вітамінів, подрібнений висушений штучним способом зелений корм.

Трав'яне борошно і трав'яну різку добувають із зеленої маси люцерни, конюшини, гороху, кормових бобів, вики, із суміші багаторічних бобових і злакових трав. Для покращення умов зберігання й переміщення (зменшення розпилювання) та засвоювання вітамінів і поживних речовин трав'яне борошно піддають фізичним змінам, гранулюють і брикетують.

Коренебульбоплоди заготовляють у природньому, зневодненому (суха стружка), силосованому чи запареному (наприклад, картопля) стані. Сухої речовини в коренеплодах цукрових буряків і бульбах картоплі має міститися до 25%, з них 20% – крохмаль у картоплі і 16...20% складає цукор у буряках. Буряки кормові містять 10...12% сухої речовини. Решту у коренеплодах і бульбах складає рідина.

Включення коренеплодів в раціон ВРХ, особливо молочних корів у зимовий період їхнього стійлового утримання, дозволяє підвищити засвоюваність грубих кормів і стимулювати молоковіддачу.

Зазвичай корми зберігають в тимчасових (буртах, кагатах, траншеях) і спеціальних

сховищах (спеціалізовані коренеплодосховища, підвали) із застосуванням активного вентилявання 2-3 рази на день при відносній вологості повітря не вище 70-72%.

До коренебульбоплодів відносяться картопля, буряки, турнепс, морква, бруква, баштанних культур, соковиті плоди овочевих.

Зернові корми - зерна злакових (ячмінь, овес, жито, пшениця, кукурудза та інші) та бобових (вика, біб, горох, соя, люпин, чина та інші) культур, а також відходи млинів.

Консервоване фуражне зерно високої вологості – концентрат для тваринництва, який отримують за допомогою хімічного консервування азотоутримуючими речовинами (вуглеамонійними солями).

Найцінніші відходи технічних підприємств: меляса, барда, жом, пивна дробина, шрот, макуха, мезга та інші.

Корми тваринного походження мають високий рівень повноцінного протеїну, мінеральних елементів і вітамінів.

Використовуються для годівлі молодняка всіх видів тварин, , звірів, птиці, дорослих свиней.

Мінеральні корми – кісткове борошно, кухонна сіль, крейда, черепашник.

Синтетичні корми – карбамід (сечовина), антибіотики, обезфторені фосфати, амінокислоти та інші.

Як корми часто використовують відповідним чином оброблені харчові відходи.

Комбіновані корми – сухі концентровані кормові суміші, приготовлені на основі подрібнених зернових кормів, збагачених преміксам (білково-активними

речовинами мікробіологічного й хімічного синтезу), білково-мінерально-вітамінні добавки, кормові дріжджі, амінокислоти.

Рідку кормову суміш використовують як корм для годівлі молодняка – замітник цільного молока, основу якого складають відвійки. До кормової суміші додають рослинний або тваринний жир, вітаміни, антибіотики та мікроелементи.

За енергетичною цінністю, фізіологічною дією і впливом на травлення тварин корми поділяють на концентровані й об'ємисті.

Об'ємисті характеризуються порівняно невисокою поживністю, що зумовлено високим умістом сирової клітковини у грубих кормах і низьким умістом сухої речовини у вологих.

До об'ємистих кормів відносять такі, в яких в одному кілограмі маси міститься до 0,5кг перетравних речовин або 0,65 кормової одиниці.

Це – грубі й соковиті корми, а також водянисті відходи цукрового і крохмального виробництв. До концентрованих кормів відносять, як правило, зернові й комбіновані корми, основу яких складають зернові культури.

За органолептичними і хімічними показниками корми поділяють на декілька класів. Класність кормів встановлюють відповідно до норм і вимог, які зазначені у Держстандарті. Корм буде віднесений до некласного, якщо не відповідає хоча б одній із вимог наявного стандарту. Силос, сіно, сінаж і трав'яне борошно можуть мати 1, 2 і 3 класи.

Розмаїтість кормів у раціонах та їхня добра якість – неодмінна умова повноцінності годівлі, високого засвоєння поживних елементів.

Господарська цінність кормів зумовлена їх поживністю, дієтичними властивостями та ціною виробництва, віднесеною до кормової одиниці.

Поживність залежить від хімічного складу, вмісту мінеральних речовин і вітамінів та фізичної форми, в якій вони перебувають. Основне значення має вміст і якість протеїну, білкових і небілкових азотистих речовин.

1.3 Аналіз машин для подрібнення коренебульбоплодів

Подрібнювач ИКС – 5,0М призначений для миття і подрібнення коренеплодів. Розроблений в двох модифікаціях із різними системами завантаження бункера. Він складається із бункера 1 (рисунок 1.2), шнека 2, апарату запуску 3, привода шнека 4, редуктора черв'ячного 5, зірочки шнека 6, подрібнювача 7, направляючого щитка 8, гребінки 9, електродвигуна 10, фільтруючої сітки 11, насоса 12 і ванни з люком.

Наповнення бункера (в першому варіанті) – має ширину відкритої частини 2,5м, що дає змогу завантажувати його методом скиду матеріалу з кузова .

Після шнекового транспортера знаходиться подрібнювач. Ротор подрібнювача має вал, набір дисків і вісь з молоточками. Робочі органи ИКС – 5,0М приводяться в рух від двох електродвигунів.

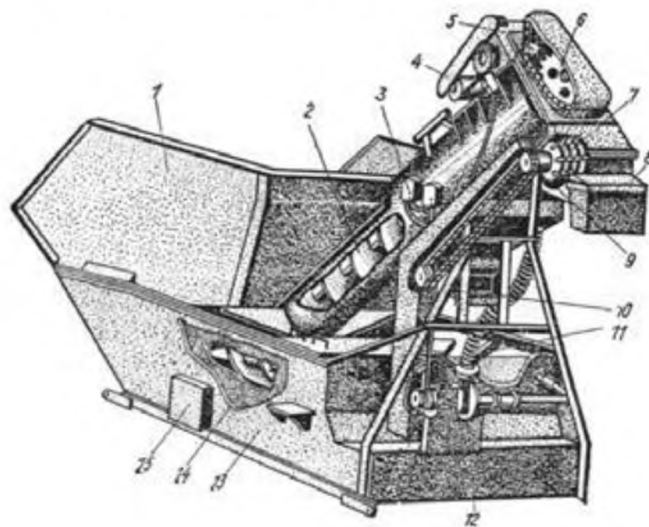


Рисунок 1. 2. – Подрібнювач коренебульбоплодів ИКС – 5,0М. 1 – бункер; 2 – шнек; 3 – пускова апаратура; 4 – привід шнека; 5 – редуктор черв'ячний; 6 – зірочка шнека; 7 – подрібнювач; 8 – направляючий щиток; 9 – гребінка; 10 – електродвигун подрібнювача; 11 – фільтруюча сітка; 12 – насос; 13 ... 15 – ванна з люком.

Бункер заповнюють водою. Потім самоскидом завантажують коренебульбоплоди. При обертанні гвинта шнека каміння та інші предмети осідають і остаються в каменеуловлювачі, а коренебульбоплоди проходячи через

мийку, вимиваються від бруду і подаються шнеком в подрібнювач, де вони під дією молотків і гребінки подрібнюються, а потім подаються по направляючому поворотному лотку.

Водяна система подрібнювача працює по замкненому циклу: ванна для миття – насос – транспортер – ванна для миття, це скорочує витрату води, яку замінюють раз у 2 ... 3 дні.

Ротор може подрібнювати коренебульбоплоди різних розмірів. Для цього при збиранні регулювання подрібнюючи молотків і протиризальних елементів повинно забезпечувати однаковий бічний і осьовий зазор між гранями в 3...5 мм

Змінення продуктивності можна досягти за рахунок зміни по числу обертів приводу шнека мийки.

Подрібнювач ИКМ – 5 призначений для відділення сторонніх елементів, миття і подрібнення коренебульбоплодів. Забезпечує високу якість подрібнення (5 – 15 мм). Завантажується транспортером ТК – 5.

Основні вузли: нижній шнек, ванна, подрібнюючий ротор дискового типу, скребковий транспортер. Подрібнюючий ротор 4 (рисунок 1.2) складається із корпусу, нижнього та верхнього дисків, двох горизонтальних і чотирьох вертикальних ножів, а шнек – із корпусу, гвинтової спіралі, крильчатки і приводу з електродвигуном. Транспортер виконує функцію видалення каміння та бруду із ванни. Приводиться в рух від ротор – редуктора через ланцюгову передачу.

Перед початком роботи ванну заповнюють водою через патрубок на корпусі шнека. Необхідний рівень води підтримується заливним патрубком, розміщеним на кожусі транспортера. Робота подрібнювача без води забороняється. Величину подрібнюючих частин регулюють за допомогою частоти обертання електродвигуна : для дрібного подрібнення – 1000 об/хв, для великого – 500 об/хв. В першому випадку додатково встановлюють деку. Для миття картоплі без подрібнення верхній диск і деку не використовують.

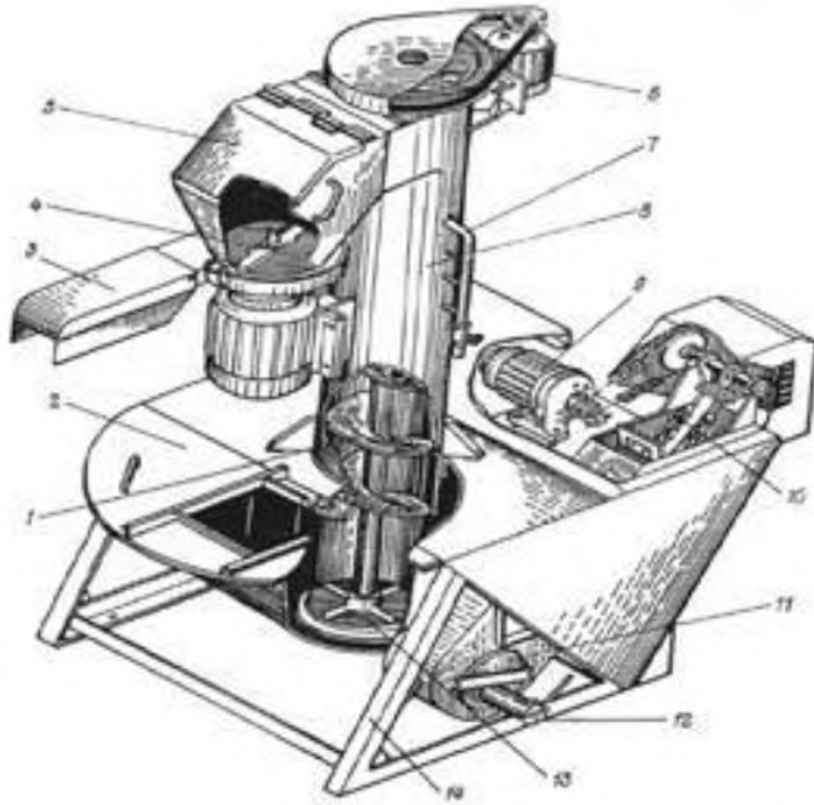


Рисунок 1.3 – Подрібнювач – каменеуловлювач ИКМ - 5 1 – живильний шнек; 2 – ванна; 3 – лоток; 4 – подрібнюючий апарат; 5 – кришка; 6 – електродвигун; 7 – водяний патрубок; 8 – корпус шнека; 9 – мотор-редуктор привода транспортера; 10 – скребковий транспортер; 11 – люк; 12 – клапан; 13 – крильчатка; 14 – рама.

Агрегат АПК – 10А розроблений для подрібнення і змішування в безперервному режимі кормових сумішей із коренебульбоплодів, силосу, концентрованих і грубих кормів та інших добавок.

Агрегат складається (рисунок 1.3) із кормороздавача КТУ – 10, приймального транспортера АПК – 10А, розпилювача розчинів мікродобавок 3, дозатора концкормів 4, змішувача мікродобавок 5, крана 6, шнекової мийки – дозатора 7, насоса 2К-6 (8), насоса 3Ф – 12 (9), відстійника 10, транспортера готової суміші 11, подрібнювача – змішувача 12.

На рамі агрегату встановлена мийка шнекового типу, в склад якої входить приймальний бункер, шнек з кожухом, зрошувальна система і привід. Циліндричний кожух шнека, який нахилений по горизонталі під кутом 25°,

зверху переходить у вивантажувальну горловину, через яку коренеплоди висипаються в подрібнювач – змішувач.

Для приготування кормосумішей із різною концентрацією коренеплодів шнекова мийка агрегату має декілька ступеней подрібнення продуктивності в діапазоні від 0,5 до 5,0 т/год. З цією метою привід шнека мийки здійснюється за допомогою окремого електродвигуна потужністю 2,2 кВт із змінними вінцями зірочок, які забезпечують 16 ступеней продуктивності.

Встановлені дві деки на подрібнюючому барабані. На кожній із дек закріплені або проти різальна чавунна колодка, або 12 протирізальних ножів.

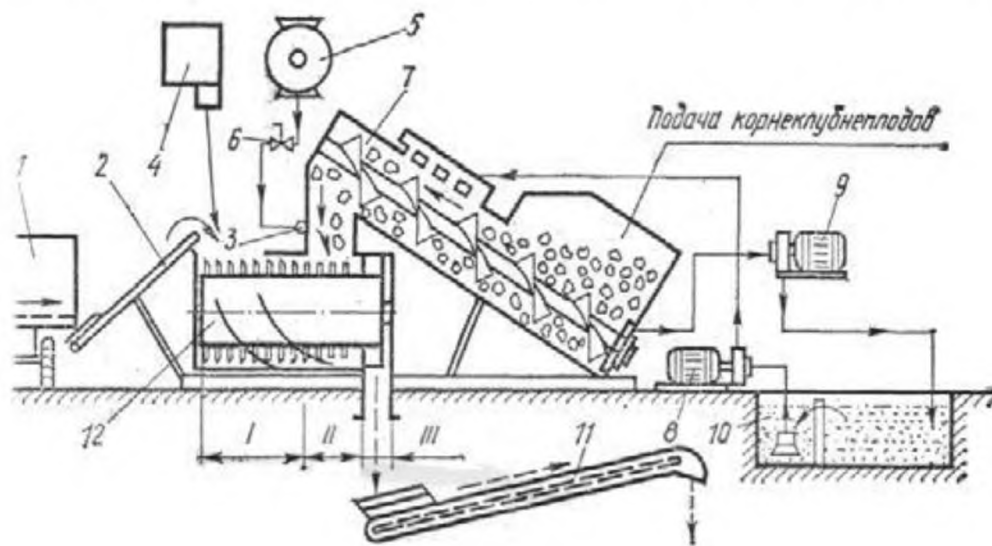


Рисунок 1.4 – Технологічна схема агрегату АПК – 10А 1 – кормороздавач – живильник кормів КТУ – 10; 2 – приймальний транспортер АПК – 10А; 3 – розпилювач розчинів мікродобавок; 4 – дозатор концкормів; 5 – змішувач мікродобавок; 6 – кран; 7 – шнекова мийка – дозатор; 8 – насос 2К – 6; 9 – насос 3Ф – 12; 10 – відстійник; 11 – транспортер готової суміші; 12 – подрібнювач – змішувач; I – зона ножів; II – зона молотків; III – зона кидали.

До системи подавання і відводу води входять насос 2К – 6, труби для подавання чистої води, насос 3Ф – 12, бак для чистої води і елементи приводу.

Подавання коренеплодів в АПК – 10А задається зміною частоти обертання мийки (зміна зірочок на вхідному валу черв'ячного редуктора і вихідному валу

мотор-редуктора). Частоту обертання шнека змінюють від 05,2 до 5,8 хв^{-1} , що відповідає зміненню подавання, наприклад для картоплі, від 0,7 до 7,0 т/год.

Коренерізка КПИ – 4 (рисунок 1.7 а) призначена для подрібнення коренеклубнеплодів на малі частини і стружку. Складається із кидали, бункера, камери подрібнення, верхнього і нижнього диска з ножами, зубчастої деки, кожуха, рами і електродвигуна.

При подрібненні можливі на вибір два варіанти встановлення робочих органів :

- при роботі верхнього диска із змінним ножем N5, або N8 і дека без зубів, при цьому товщина частин складає від 7 -10 мм і більше 10 мм;

- при роботі верхнього диска із замінним ножем N5, або N8, нижній диск з ножами і зубчаста дека, в такій конфігурації одержується дрібні частини розмірами 1 – 6 мм.

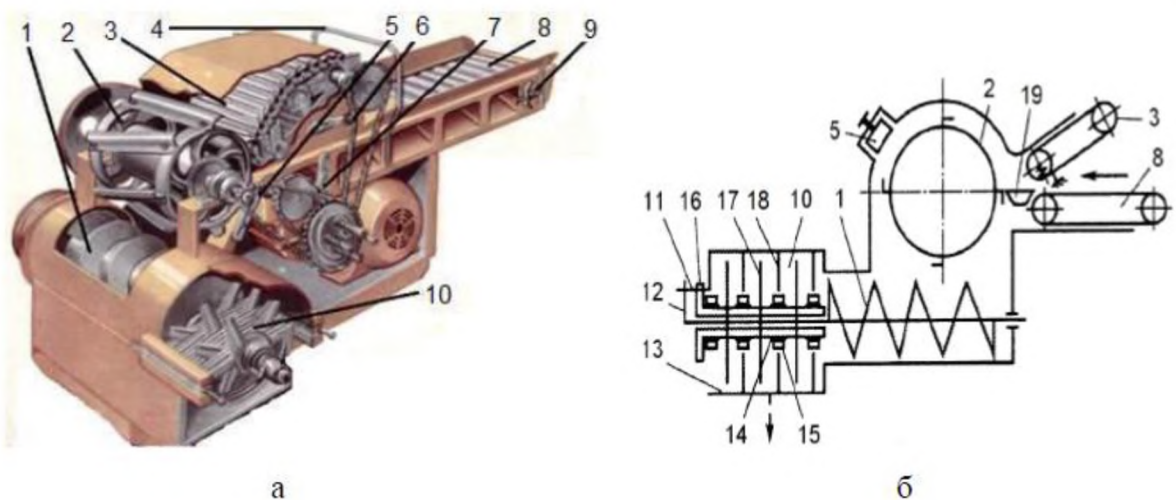


Рисунок 1.5 - Загальна будова (а) та конструктивна-функціональна схема (б) подрібнювача ИКВ-5А «Волгарь-5»: 1 – шнек; 2 – ножовий барабан; 3 – похилий конвеєр; 4 – механізм керування конвеєрами; 5 – натяжний пристрій ланцюгового передавача редуктора; 6 – натяжний пристрій ланцюгового передавача похилого конвеєра; 7 – натяжний пристрій ланцюгового передавача горизонтального конвеєра; 8 – горизонтальний конвеєр; 9 – натяжний пристрій горизонтального конвеєра; 10 – подрібнювальний апарат другого ступеня; 11 – зрізний штифт; 12 – фланець вала шнека; 13 – опора нерухомих ножів; 14 –

прокладка; 15 – кільце; 16 – втулка; 17 – рухомий ніж; 18 – нерухомий ніж; 19 – протиризальна пластина.

Ступінь подрібнення продукту регулюють зміною положення першого рухомого ножа відносно кінця витка шнека, а також кількості ножів у апараті другого ступеня. В разі подрібнення сировини для птиці перший рухомий ніж встановлюють на зовнішні шліци втулки так, щоб кут між його лезом і кінцем витка шнека був 9° , у разі подрібнення корму для свиней цей показник має дорівнювати – 54° . Кожен наступний ніж зміщують проти напрямку руху за спіраллю на 72° відносно попереднього. Після цього втулку з ножами монтують внутрішніми шліцами на вал у потрібне положення. На валу закріплюють фланець і з'єднують його із фланцем втулки зрізним штифтом. Коли подрібнювач використовують на фермах великої рогатої худоби, рухомі і нерухомі ножі апарата другого ступеня знімають.

Подрібнювач-змішувач ИСК-3А призначений для подрібнення та змішування грубих кормів з іншими компонентами кормо суміші.

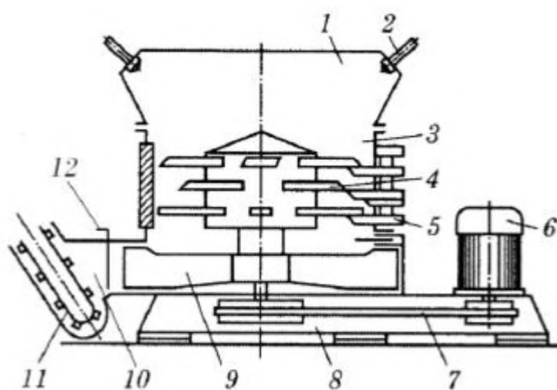


Рисунок 1.6 – Подрібнювач-змішувач ИСК-3А . 1 – приймальна камера; 2 – форсунка розпилювач; 3 – робоча камера; 4 – ротор з ножами; 5 – нерухомі ножі; 6 – електропривод; 7 – клинопасова передача; 8 – рама; 9 – лопать; 10 – розвантажувальна камера; 11 – розвантажувальний транспортер

Подрібнювач-змішувач (рисунок 1.5) складається з таких елементів як, приймальної 1, робочої 3 і розвантажувальної 10 камер, рами 8, електропривода 6, ротора 4 з ножовими робочими органами та протиризальних частин 5.

Елементи кормів транспортером доставляються в приймальну камеру подрібнювача-змішувача і під дією земного тяжіння падають в подрібнювальну камеру, де подрібнюються і змішуються вертикальним подрібнюючим апаратом. Апарат для подрібнення відноситься до ножового типу. Розвантажуються подрібнені корми при допомозі лопатей через розвантажувальний отвір на транспортний засіб.

Застосовується подрібнювач-змішувач ИСК – 3А в технологічних лініях кормоцехів для ВРХ.

Подрібнювачі кормів (рисунок 1.17) ПК-2 та ПК-5 розроблені для рівномірного подрібнення всіх видів зелених кормів, коренеплодів, силосу, а також риби. Подрібнювачі аналогічні за конструкцією і відрізняються розмірами, масою та потужністю привідних електродвигунів. Вони складаються з таких вузлів: рами, різального барабана, подавального та ущільнювального конвеєрів, апарата повторного подрібнення, вивантажувальної горловини, електродвигуна.

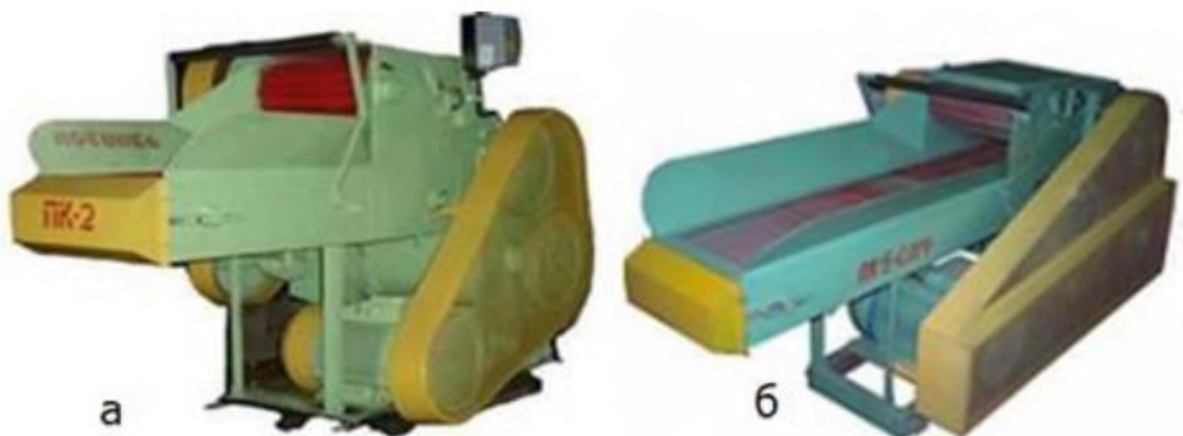


Рисунок 1.7 - Загальний вигляд подрібнювачів ПК-2 (а) та ПК-5 (б)

1.4 Аналіз засобів для подрібнення зелених кормів і коренебульбоплодів

Подрібнення є однією із основних операцій в технологічному процесі підготовки кормів до згодовування світськими тваринам. Подрібнення можна характеризувати як процес збільшення поверхні матеріалу.

На рисунку 1.5 демонструємо способи подрібнення

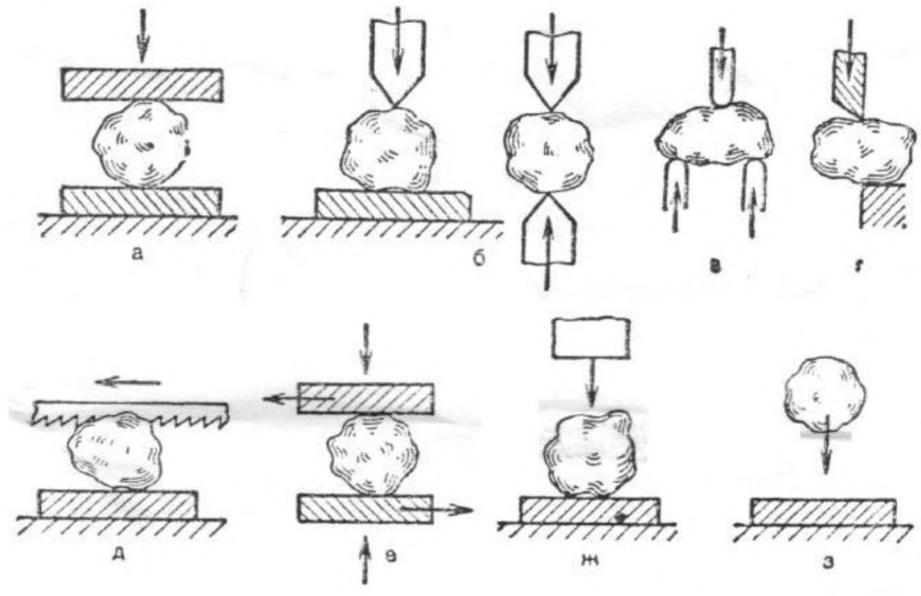


Рисунок 1.8 – Способи подрібнення кормів. а – раздавлювання ; б – розколювання; в – розмелення; г – різання; д – розпилювання; е – розтирання; ж – стиснений удар; з – вільний удар.

Із представлених на рисунку способів подрібнення найбільш популярні розмелення і різання.

Таблиця 1.1 – Робочі органи, які застосовуються при подрібненні кормів

Робочі органи	Технологічна операція			
	Подрібнення сипучих матеріалів	Плющення	Подрібнення грубих кормів	Подрібнення коренебульбоплодів
Молоткові	+	-	+	+
Штифтові	+	-	+	-
Ножеві	-	-	+	+
Вальцеві	+	+	-	-

Способи подрібнення обирають в залежності від фізико – механічних властивостей матеріалу, тобто можливості його опору відповідному виду деформації.

Для подрібнення різних видів кормів застосовуються спеціальні машини і механізми з відповідними органами (таблиця 1.1).

Як видно із таблиці для подрібнення коренебульбоплодів застосовують два найбільш поширених молоткові та ножеві робочі органи.

В сучасних машинах, для якісного подрібнення коренебульбоплодів, застосовують як ножеві, молоткові так і комбіновані робочі органи. Більш конкретне застосування даних механізмів представлено на рисунку 1.6.

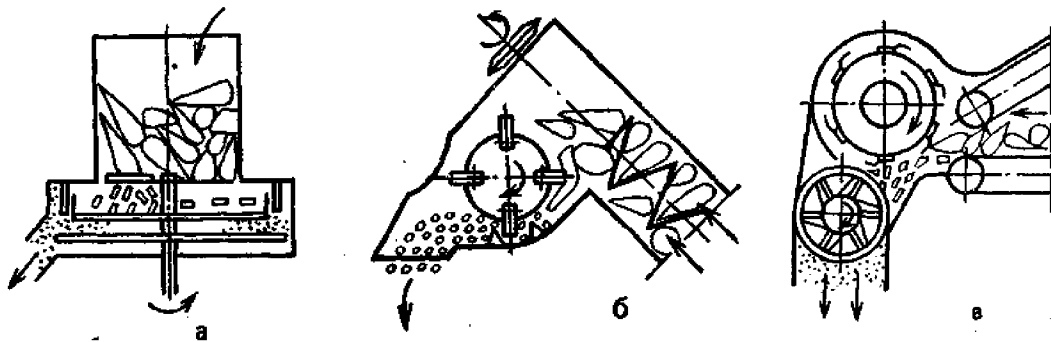


Рисунок 1.9 – Схеми подрібнюючі робочих органів. а – ножеві робочі органи (КПИ, ИКМ - 5); б – штифтові і молоткові (ИКС – 5, ИКС – 5М); в – комбіновані робочі органи („Волгарь - 5”).

Висновки до розділу 1

Ефективна підготовка кормів є основою для збалансованого харчування тварин, що впливає на продуктивність галузі тваринництва. Збалансованість раціону досягається через використання якісних кормів з правильною обробкою, зберіганням та приготуванням до згодовування. Увага приділяється запобіганню забруднення, зниженню вмісту домішка та оптимізації розміру часток відповідно до виду та віку тварин.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ Д ЗГОДОВУВАННЯ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДРІБНЮВАЧА КОРМІВ

2.1. Обґрунтування засобу та технології виробництва кормів для годівлі тварин

Запропонований засіб для подрібнення коренеплодів і зелених кормів складається: з транспортера 2 (рис. 2.1) для транспортування сировини для подрібнення до подрібнювальних бітерів 3, які попередньо стискають коренеплоди та частково подрібнюють їх. За допомогою бітерів коренеплоди направляють їх до подріднюючого барабану 4. Складається він з горизонтально розміщених на шести квадратних валах ножів. обертається барабан в двох підшипникових опорах, воавлу ротора приварено чотири диски в яких по зовнішньому діаметрі зроблені квадратні отвори куди вставляються квадратні осі ножів. Квадратне січення осей забезпечує жорстке закріплення ножів для подрібнення на валах. Основний подрібнюючий ротор подрібнює шматки коренеплодів бісля бітерів до більш мілкої фракції за рахунок великих обертів.

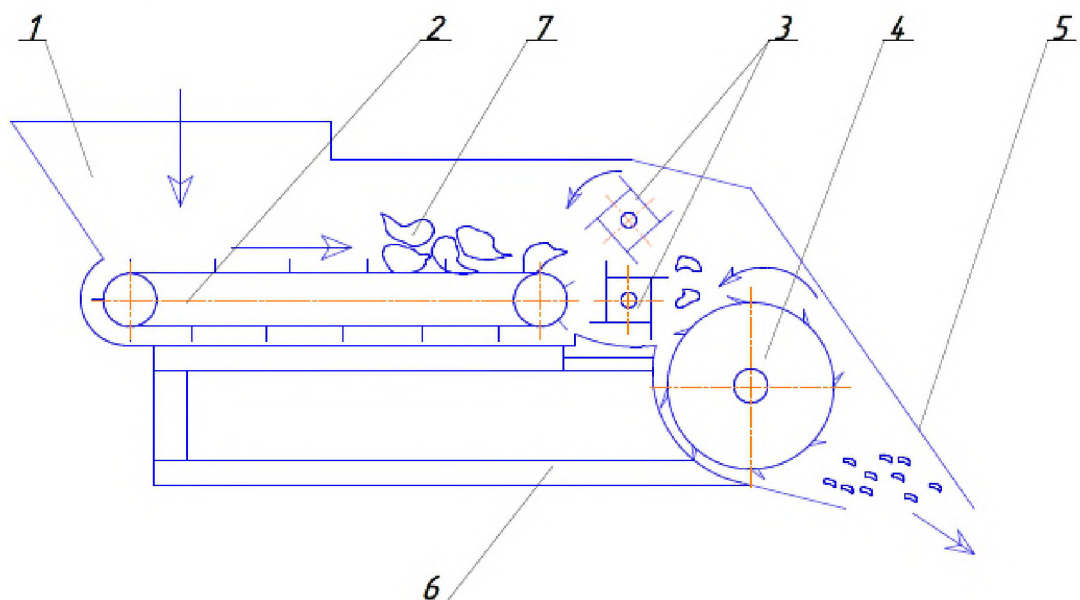


Рисунок 2.1 – Технологічна схема роботи засобу для подрібнення коренеплодів: завантажувальний бункер 1, горизонтальний транспортер 2, подріднюючо-направляючі бітери 3, подріднюючий барабан 4, захисний щиток 5, рама засобу 6, коренеплоди 7.

Запропонована машина працює наступним чином. Коренеплоди чи зелені корми завантажують в бункер 1 завантажувальним транспортером потім коренеплоди з бункера захоплюються планками горизонтального транспортера з якого вони надходять до двох подрібнюючих бітерів які обертаються в одній напрямі 3. Коренеплоди бітерами частково подрібнюються та подаються до основного побрібноючого барабану. Подрібнюючі бітери виготовляються з листового металу звареного між собою в вигляді чотирьохкутного перерізу. З однієї сторони ребра загострені та виступають на три см. по ребрах квадрату. з метою забезпечення функції подрібнення коренів. Під дією Цих бітерів відбувається різання з плющенням частинок коренеплодів. Побнення частинки коренеплодів попадають під бію ножів подрібнюючого барабану. Ноні на валах мають ширину 30мм та встановлені на шести валах так щоб вони мали перекриття одих одних по колу. Подрібнюючий барабан створює умови подрібнення методом різання з подрібненням частинок шляхом вдарання в кожух барабану, цим забезпечуючи дрібне подрібнення матеріалу. Відвантаження подрібнених коренеплодів здійснюється за допомогою транспортеру.

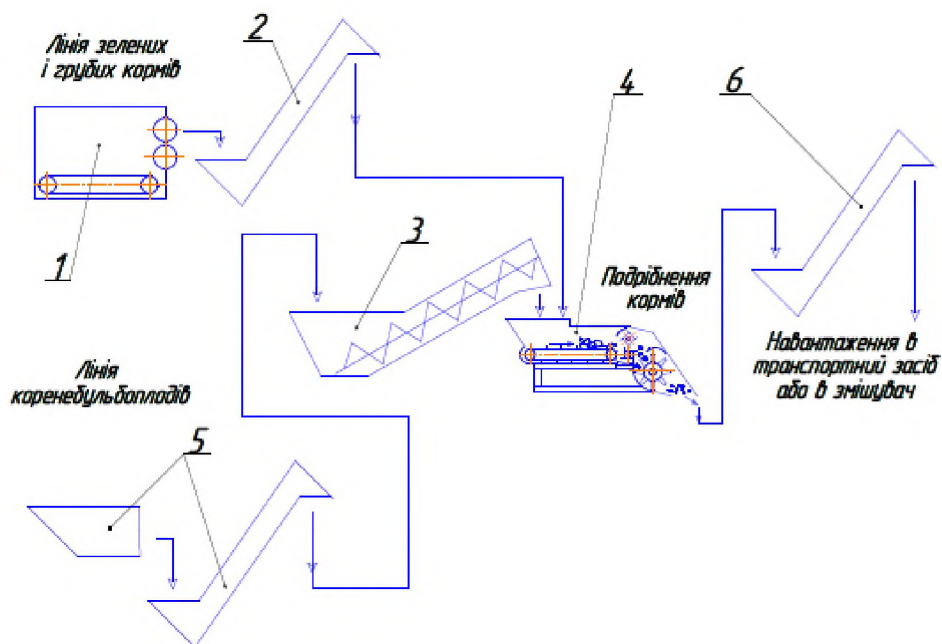


Рисунок 2.2 – Технологічна схема запропонованого кормоцеху з використанням розроблюваної машини для приготування кормів до згодовування: накопичувач (дозатор КТУ – 10) - 1, транспортер ТС – 40С - 2,

мийка коренеплодів АПК – 10 – 3; розроблюваний подрібнювач – 4, накопичувач ТК – 5Б – 5, транспортер ТС – 40М – 6.

Запропонований подрібнювач можливо застосовувати як окремо так і при роботі в кормоцехах з машинами продуктивність яких приблизно рівна. Це необхідно щоб процес приготування проходив безперервно.

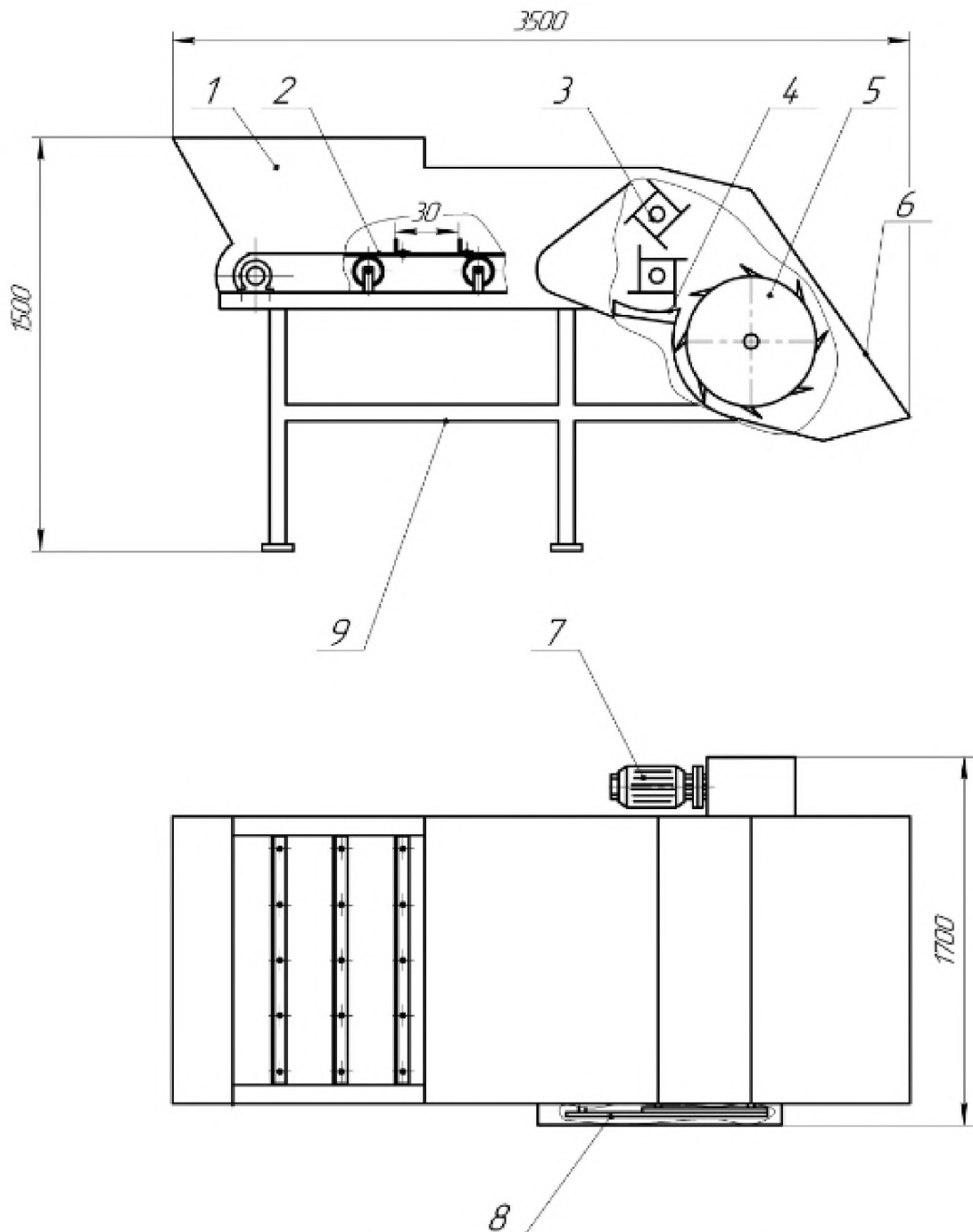


Рисунок 2.3. - Принципова схема подрібнювача коренеплодів бункер -1, завантажувальний транспортер – 2, подрібнюючі бітери - 3, протиризальна

пластина -4, подрібнюючий барабан – 5, кобух барабану – 6, електродвигун – 7, клинопасова передача – 8.

2.2. Обґрунтування параметрів машини для подрібнення коренеплодів.

Корми перед згодовуванням тваринам підлягають різноманітній обробці в кормоцеху. Найчастіше для приготування використовують механічний спосіб обробки. Поряд з цим способом широко використовують хімічний спосіб, біологічний та тепловий. Найефективнішою обробкою при приготуванні кормів є поєднання цих способів, особливо після подрібнення їх дробарках. До підготовки кормів висуваються такі вимоги: у процесі підготовки кормів до згодовування мають бути поліпшені смакові якості кормів, при цьому хімічні перетворення в кормах повинні сприяти підвищенню засвоюванню тваринами. В ході обробки корми не повинні псуватись.

Добова кількість кормів в раціоні наведена в таблиці 1

Таблиця 2. 1 - Оптимальна добова кількість кормів у раціоні, кг/гол.

Вид тварин	Сінаж	Солома	Сіно	Силос	Кормові	Картопл	Жом	Концен	Сухі	Трав'ян	М'яса
Корови	10	9	10	9	5	-	5	5	1	1,5	3
ВРХ на відгодівлі	6	7	6	7	4	-	4	4	1	1	2
Свині	-	-	-	4	-	5	4	3	-	-	-

Засвоєність корму залежить від правильно вибраної технології приготування кормів. Вдало вибрана технологія підготовки кормів до згодовування забезпечує своєчасне та якісне приготування з низькою собівартістю. Відомо багато технологічних схем та кожна з них вимагає свого технологічного обладнання. Найбільш поширеною схемою обробки кормів є схема, наведена на рисунку 1



Рисунок 2.4. – Технологічна схема приготування кормів до згодовування.

Добова витрата кормів визначається на основі раціону (таблиця1) та наявного поголів'я тварин, а разова на основі добової витрати з урахуванням кратності годівлі.

У відповідності з рекомендаціями [19] розуміємо, що при застосуванні двохкратної годівлі тварин, годуються вранці і ввечері, добова даванка ділиться порівно, а при трьох кратній годівля, вранці, і ввечері, видається по 30% кормів, а в обідню – 40% кормів від їх загального обсягу. При цьому для жуйних вранці доцільно видавати сінаж, в обід – солому, ввечері - сіно.

Розрахунки по визначенню потреби в кормах проводимо згідно методички[19] в такій послідовності:

1. Добова витрата кормів. (1)

$$P_{\text{д}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n, \text{ кг.} \quad (2.1)$$

де P_1, P_2, \dots, P_n – добова витрата кожного виду корму, що входить в склад раціону, кг.

2. Добова витрата кожного виду корму (2)

$$P_{1\dots n} = m_1 \cdot q_1 + m_2 \cdot q_2 + m_3 \cdot q_3, \text{ кг.} \quad (2.2)$$

де $m_1 = 200$ голів корів, $m_2 = 250$ голів ВРХ на відгодівлі, $m_3 = 350$ голів свиней на відгодівлі;

q_1, q_2, q_3 – добова норма видачі одного виду корму на одну голову (кг/гол) відповідно корів, ВРХ на відгодівлі та свиней

3. Необхідна кількість кожного виду корму і загальна їх кількість для разової годівлі (3)

$$P_p = \frac{P_{1\dots n} \cdot \delta}{100}, \text{ кг.} \quad (2.3)$$

де δ – доля кожного виду корму, яка припадає на разову годівлю, %.

Результати необхідних розрахунків проведені за формулами (2.1), (2.2), (2.3) зведені в таблицю 2.

2.3. Зоотехнічні вимоги до приготування кормів

Корми готуються у відповідності до зоотехнічних вимог, які зводяться до наступного: відхилення від заданої норми при дозуванні не повинно перевищувати 1,5%; нерівномірність змішування не повинна перевищувати 20%; грубі корми після подрібнення не повинні мати гострих кінців; зерно не повинно переподрібнюватись; забрудненість коренеплодів не повинна перевищувати 3%, а подрібнені частинки не повинні пускати сік; покриття машин не повинне вступати в реакцію з кормами. Машини повинні мати легкий доступ до робочих органів для їх очистки і заміни, мати просту конструкцію, високу енерго- і матеріаломісткість.

Таблиця 2.2- Зведені результати розрахунків витрати кормів

Вид корму	Вид тварин	Норма, q (кг/кг)	Добова потреба в кормі $P_{1...n}$ (кг)	в т. г. на одну годівлю, P_p					
				ранішню		обідню		вечірню	
				Доля, δ (%)	К-сть P_p (кг)	Доля, δ (%)	К-сть P_p (кг)	Доля, δ (%)	К-сть P_p (кг)
Сінаж	корови	10	2000	100	2000	-	-	-	-
	ВРХ відгод.	6	1500	100	1500	-	-	-	-
Солома	корови	9	1800	-	-	100	1800	-	-
	ВРХ відгод.	7	1750	-	-	100	1750	-	-
Сіно	корови	10	200	-	-	-	-	100	2000
	ВРХ відгод.	6	1500	-	-	-	-	100	1500
Силос	корови	9	1800	30	540	40	720	30	540
	ВРХ відгод.	7	1750	30	525	40	700	30	525
	свині	4	1400	50	700	-	-	50	700
Кормові буряки	корови	5	1000	30	300	40	400	30	300
	ВРХ відгод.	4	1000	30	300	40	400	30	300
Картопля	свині	5	1750	50	875	-	-	50	875
Жом	корови	5	1000	30	300	40	400	30	300
	ВРХ відгод.	4	1000	30	300	40	400	30	300
	свині	4	1400	50	700	-	-	50	700
Концентровані	корови	5	1000	30	300	40	400	30	300
	ВРХ відгод.	4	1000	30	300	40	400	30	300
	свині	3	1050	50	525	-	-	50	525
Сухі дріжджі	корови	1	200	30	60	40	80	30	60
	ВРХ відгод.	1	250	30	75	40	100	30	75
Трав'яне борошно	корови	1,5	300	30	90	40	120	30	90
	ВРХ відгод.	1	250	30	75	40	100	30	75
Меляса	корови	3	600	30	180	40	240	30	180
	ВРХ відгод.	2	500	30	150	40	200	30	150
Всього	-	-	27800	-	9795	-	8210	-	9795

2.4 Визначення основних кінематичних, конструктивних, силових і енергетичних параметрів подрібнювачів кормів

2.4.1. Конструктивний розрахунок подрібнювача коренеплодів

1. Діаметр ротора:

$$D = \sqrt{\frac{K \cdot Q}{q}}, \text{ м.} \quad (2.4)$$

де K – коефіцієнт пропорційності ротора (згідно завдання $K=1,7$)

$Q = 0,48$ кг/с – продуктивність подрібнювача коренеплодів

q – питоменавантаження подрібнювача коренеплодів, кг/с*м² (згідно завдання $q = 3,6$ кг/ с*м²)

$$D = \sqrt{\frac{1,7 \cdot 0,48}{3,6}} = 0,628 \text{ м,}$$

Приймаємо $D=0,6$ м.

2. Довжина ротора:

$$L = \frac{D}{K} = \frac{0,52}{1,7} = 0,5, \text{ м.}$$

3. Визначаємо параметри молотків і їх кількість.

Ширина молотка:

$$b \approx 0,1 \cdot D = 0,1 \cdot 0,48 = 0,048 \text{ м, приймаємо } b=0,03 \text{ м.}$$

Кількість молотків

$$Z = \frac{L - \Delta L}{\delta + S} \cdot K, \text{ шт.} \quad (2.5)$$

де $L=0,5$ м– довжина ротора

ΔL – сумарна товщина дисків ротора, приймаємо товщину диска 5 мм, їх буде встановлено. $\Delta L = 0,006 \cdot 5 = 0,03$ м .

δ - товщина молотка, м (приймаємо $\delta = 0,006$ м);

S – відстань між молотками, м(приймаємо $S=0,0017$ м);

K – кількість молотків що ідуть по одному сліду, шт., $K=6$ шт.

$$Z = \frac{0,282 - 0,030}{0,006 + 0,017} \cdot 5 = 54,8, \text{ шт. приймаємо } Z = 55 \text{ шт.}$$

Швидкість молотків ротора, яка необхідна для подрібнення коренеплоду

$$V_M = \frac{V'_{руш}}{1+\beta}, \text{ м/с} \quad (2.6)$$

де $\beta = V_{пп}/V_{руш} = 0,4 \dots 0,5$ приймаємо $\beta = 0,4$

$$V_M = \frac{130,5}{1 + 0,4} = 93,2, \text{ м/с}$$

1. Необхідна частота обертання подрібнюючого барабану та його кутова швидкість $n = 61,8$ об/с

$$n = \frac{V_M}{\pi \cdot D} = 61,8, \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = 65, \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

2.4.2. Енергетичний розрахунок

Потужність електроприводу, що забезпечує провуду машини визначається згідно формули:

$$N = N_1 \cdot N_2 \cdot N_3, \quad (2.6)$$

де N_1 – потужність, необхідна для приводу транспортеру, кВт;

N_2 – потужність, необхідна для приводу подрібнюючи бітерів, кВт;

N_3 – потужність, необхідна для приводу ножового подрібнювача, кВт.

Потужність, необхідну для приводу транспортера визначаємо за формулою:

$$N_1 = \frac{F_n \cdot v}{1000 \cdot \eta_0}, \text{ кВт} \quad (2.7)$$

Розрахуємо необхідну продуктивність транспортера

$$Q = \hat{E} \cdot \hat{O} \cdot n, \text{ т/год} \quad (2.7)$$

де: K - коефіцієнт запасу продуктивності, $K=1,2$;

Q - продуктивність машин, $Y=4$ 5/год

Отже: $Q = 1,2 \cdot 10 \cdot 4 = 40$ т/год

З другої сторони продуктивність транспортера можна визначити за формулою:

$$Q = 3,6 \cdot K_3 \cdot v \cdot h \cdot g_n \cdot \gamma, \text{ кг / год} \quad (2.8)$$

де: K_3 - коефіцієнт заповнення об'єму скребка, $K=0,7$; v - ширина транспортера, м; h - висота скребків транспортера, м; g_n - швидкість руху полотна транспортера м/с; γ - насипна щільність коренеплодів, $\gamma=700$ кг/м

Із формули ((2.5) визначимо швидкість руху полотна транспортера

$$g_n = \frac{Q}{3,6 \cdot K \cdot v \cdot h \cdot \gamma} \text{ м / с} \quad (2.9.)$$

Враховуючи розміри скребків повинні забезпечити транспортування маси і обертання навколо осі, то висоту скребків приймемо рівною 0,05м. А згідно конструктивних особливостей машини для подрібне, шириння коренеплодів ширина на скребка буде рівною 0,50м.

Тоді за формулою (2.3) отримаємо:

$$g_n = \frac{40}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,50 \cdot 0,05 \cdot 700} = 1,03 \text{ м / с}$$

Крок скребків повинен забезпечувати найбільше заповнення транспортера вантажем. Він повинен бути в межах:

$$a = (4 \dots 6) \cdot h = (4 \dots 6) \cdot 0,05 = 0,20 \dots 0,30 \text{ м}$$

Приймемо $a=0,3$ м

В якості полотна подаючого транспортера використовуємо прорезинову стрічку. Довжину стрічки розраховуємо за формулою:

$$L = 2L_1 + 2 \cdot PR \quad (2.10)$$

де: L_1 - довжина горизонтальної вітки;

$R=0,05$ – радіус ведучого і веденого барабану

$$L = 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot \pi \cdot 0,05 = 1,62 \text{ м}$$

де: F_t – колова сила на приводних зірочках, Н;

η_0 – ккд зірочок, $\eta_0 = 0,9$;

V – швидкість транспортування, приймаємо $V = 0,1$ м/с;

$$F_t = F_1 - F_4 + (F_1 - F_4) \cdot (K_2 - 1) \quad (2.11)$$

де: F_1, F_4 – натяги ланцюга у відповідних точках, Н;

$K_2 = 1,08$ – коефіцієнт, який враховує натяг ланцюга

Мінімальний натяг F_3 $F_{mi} = 1000$ Н

$$F_2 = 100 \cdot 1,08 = 1080 \text{ Н}$$

Тоді:

$$F_1 = F_2 - W = F_2 + (g_b \cdot f \cdot g_0 \cdot W_c) \cdot L, \text{ Н} \quad (2.12)$$

де g_b – сила тяжіння на 1 пог. м., Н/м;

$$g_0 = \frac{Q}{3,6 \cdot V} \quad (2.13)$$

де Q – продуктивність транспортера, $Q = 5$ т/год = 50кН/год;

Підставляємо значення у формулу і проводимо розрахунок:

$$g_0 = \frac{50}{3,6 \cdot 1,03} = 138,9$$

g_0 – погонне навантаження від сили тяжіння, Н

$$g_0 = K_1 \cdot g_e$$

W_c – опір переміщення ланцюгів по жолобу

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,5$

L – довжина транспортера, $L = 4,8$ м

Підставляємо значення у формулу (2.11) отримаємо :

$$F_1 = 1080 + (139 \cdot 0,5 + 112,4 \cdot 3) \cdot 4,8 = 1573,5 \text{ Н}$$

Натяг F_4 визначаємо за формулою :

$$F_4 = F_3 - g_0 \cdot L \cdot W_c, \text{ Н} \quad (2.14)$$

де $W_c = 0,3$,

Підставляємо значення в формулу одержимо.

$$F_4 = 1000 - 112.2 \cdot 2 \cdot 0.3 = 906.6 \text{ Н}$$

Підставляємо значення у формулу 2.7 маємо:

$$N_1 = \frac{906.6 \cdot 0.1'}{1000 \cdot 0.9} = 0.11 \text{ кВт}$$

Потужність, необхідну для приводу подаючих бітерів отримаємо згідно формули:

$$N_2 = \frac{(D_b - b)^2}{D_b} \cdot \frac{\pi \cdot D_n \cdot L \cdot Q \cdot 10}{6} \cdot 2, \text{ кВт} \quad (2.15)$$

де Q – продуктивність, Q = 5 т/год;

b – розмір отвору між бітерами, b = 0,005 м ;

L – довжина бітерів, L = 0,5 м;

D_е – зовнішній діаметр бітера, по ножах, D_е = 0,35 м;

D_н – внутрішній діаметр бітера, D_н = 0,25 м.

Підставляємо значення в формулу отримаємо :

$$N_2 = \frac{(0.35 - 0.05)^2}{0.35} \cdot \frac{3.14 \cdot 0.25 \cdot 0.5 \cdot 5 \cdot 10}{6} \cdot 2 = 2.2 \text{ кВт}$$

Продуктивність, що необхідна для приводу подрібнюючого барабану визначимо згідно формули:

$$N_2 = g_p \cdot \psi \cdot D \cdot L \cdot (1 - f_{он}) \cdot V_{нож}^2, \text{ кВт} \quad (2.16)$$

де g_p – продуктивність подрібнювача, g_p = 5 т/год = 1,39 кг/с;

ψ - коефіцієнт, що характеризує процес подрібнення коренеплідів, ψ = 12,6;

D – діаметр подрібнюючого барабана, D = 0,5 м;

L – довжина подрібнюючого барабана, L = 0,5 м;

f_{сл} – опір матеріалу, якою подрібнюється, f_{сл} = 0.78 Н

V_{он} - швидкість руху ножів барабану відносно шару матеріалу, що надходить в барабан, м/с.

$$V_m = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{60}, \text{ м / с} \quad (2.17)$$

Підставивши значення в формулу (2.15) отримаємо:

$$V_m = \frac{33.4 \cdot 3.14 \cdot 0.5}{60} = 0.87 \text{ м / с}$$

Підставимо значення в формулу (2.16) отримаємо:

$$N_2 = 1.39 \cdot 12.6 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.78) \cdot 0.87^2 = 5.9 \text{ кВт}$$

Підставимо значення в формулу (2.7) отримаємо що повна потужність приводу подрібнювача становитиме

$$N_2 = 0.11 + 2.2 + 5.9 = 8.21 \text{ кВт}$$

Вибираємо електродвигун для приводу потужністю $N = 15$ кВт, 4А 160S4 з частотою обертання $n = 1500 \text{ хв}^{-1}$.

Висновок до розділу 2

Провівши обґрунтування параметрів машини можна зробити висновок, що вона покращить якість подрібнення коренеплодів буде менш енергоємною $N=8.2$ кВт і універсальною. Значно зменшаться габаритні розміри в порівнянні з машинами аналогами з такою продуктивністю.

3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма експериментальних досліджень

При визначенні основних параметрів робочих органів подрібнювача коренеплодів та з врахуванням всіх параметрів, які найбільше будуть впливати на їх режими, вимоги до виконання процесу подрібнення роботи та геометричні розміри та які будуть задовільняти вимоги до подрібнювачів необхідно провести ряд експериментальних досліджень матеріалів з якими буде працювати машина. Визначити степінь подрібнення при різній вологості. Потрібно визначити коефіцієнти тертя подрібненої маси по різних поверхнях.. Від цього буде залежати налипання до кожуха а в дальнішому значно впливати на якість подрібнення Визначити сили, які потрібно прикласти, для того щоб відрізати частинку матеріалу від коренеплоду.

Встановити властивості коренеплодів (коефіцієнт їх тертя по сталі, зусилля різання попередньо вирізаних частинок коренеплодів, з природньою вологістю та властивостями наближеними до реальних як сировини з якою найбільше взаємодіють робочі органи подрібнювача.

При виконанні робіт з підготовки коренеплодів до подрібнення та якості отриманого матеріалу маємо провести слідувачі дослідження, визначити силу різання коренеплодів яку маємо затратити при подрібненні, розробити рекомендації для використання їх при конструюванні машини.

При виконанні досліджень з визначення параметрів різання та зусиль, які ми маємо затратити при подрібненні. використовуємо ряд обчислень. Аналіз і обробку результатів проводимо за наступними формулами.

Середні квадратичні похибки результату досліду за вибірками вираховували за формулою:

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{сеп})^2}{n-1}}, \quad (3.1)$$

Середні арифметичні відхилення отриманого результату визначаємо за формулою:

$$x_{\text{сеп}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3.2)$$

Коефіцієнт варіації визначаємо за формулою:

$$V = \frac{S_c}{x_{\text{сеп}}} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

Середню квадратичну похибку середнього арифметичного обчислюємо за формулою

$$\sigma = \frac{S_c}{\sqrt{n}}, \quad (3.4)$$

Похибку досліджень визначимо за формулою:

$$v = \pm \left(\frac{\sigma}{x_{\text{сеп}}} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{S_c}{\sqrt{n}} \right) \cdot 100\% \quad (3.5)$$

3.2. Прилади і апаратура для проведення досліджень

Для проведення експериментальних досліджень нами було організовано повне виконання замірів процесів вихідних параметрів подрібненої маси коренеплодів, режиму роботи використовуваних приладів, проведення запланованих досліджень за терміном виконання. Проведення експериментальних дослідів проводилось в два етапи: визначенні способів для якісних результатів досліджень, дослідження які були пов'язані з пошуком матеріалів та проведенні обґрунтування параметрів, які необхідно було дослідити.

для проведення досліджень застосовувалося стандартне обладнання (рисунок 3.1, рисунок 3.2): термометр “Testo 405” із діапазоном вимірювання температури від 0 до 200°C; набір бюксів (50 грам) для сушіння

сільськогосподарських матеріалів; анемометр з діапазоном вимірювань від 0 до 10 м/с; вологомір, який застосовується для визначення вологості матеріалів рослинного походження; сушильна шафа типу СНОЛ —3,5;3,5;3,5/3; прилади для вимірювання кутів природнього відкосу; вага ТВЛ-0,5 із діапазоном вимірювань ваги від 0,5 до 500 грам, прилад для визначення зусиль різання.

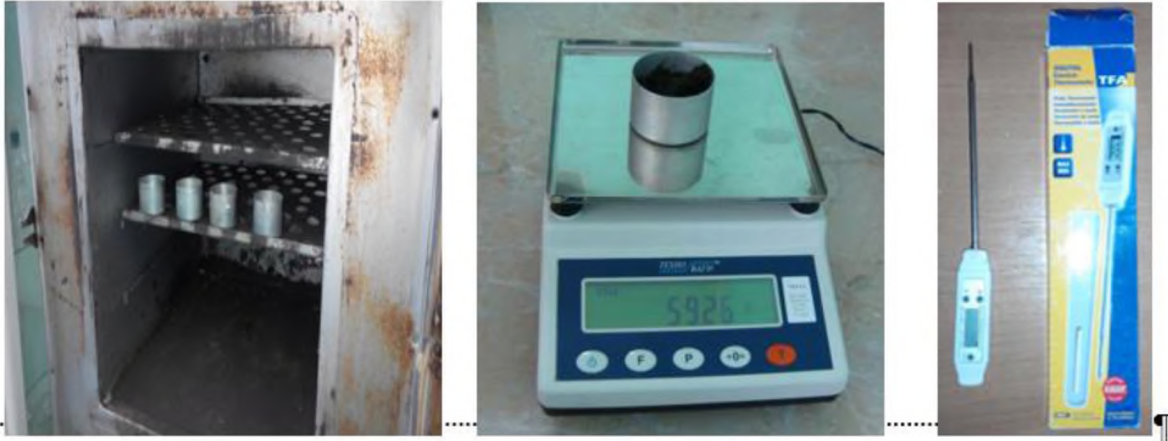


Рисунок 3.1 Прилади та обладнання визначення вологості ваги та температури досліджуваного процесу



Рисунок 3.2 Вологомір для визначення вмісту вологи в сільськогосподарських матеріалах МГ-44

Для дослідження подрібнених частинок та зразків при вимірюванні їх вологості використовували сушильну шафу, призначену для визначення заданого параметру в лабораторних умовах із можливістю контролю температури у камері для сушіння.

Для проведення досліджень встановлювали температуру в межах $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ для сушіння зразків і які рекомендовані для сушіння рослинних матеріалів. Для визначення вологості частинок утримували температуру в діапазоні $100 \dots 120\text{C}^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Дослідження виконували із повторами три рази для кожного дослідження та до визначення обґрунтованого оптимального показника величини яка досліджується в зразках.

При визначенні вологості матеріалу в зразках досліджуваної сировини використовувались нумеровані бюкси із вагою, яка зафіксувалась при виконанні кожного дослідження. Вага зразків подрібнених частинок та вага тари бюксів вчому проводили сінні визначена на електронній вазі ТВЛ-0.5.

При дослідженнях використовувався мультиметр. Його застосовували для вимірювання різних величин

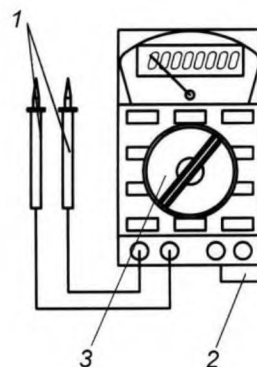


Рисунок 3.3 - Мультиметр UT70V: 1 –щупи ; 2 –індикаторна рамка; 3 – ручка для зміни параметрів вимірювальної величини.

Також окремо нами були проведені дослідження з визначення твердості отриманих зразків коренеплодів за допомогою екстензометра (рис. 3.4), при різних стадіях висихання коренів.

При виконанні даного роду досліджень досліджень в зажимах встановлювались спеціально виготовлені рамки 2, вона складається із двох половинок, та має можливість рухатись одна відносно одної.



Рисунок 3.4 – Прилад для визначення твердості зразків коренеплодів: 1 – встановлений індикатор контролю прикладених зусиль; 2 – рамка для встановлення зразків коренеплодів; 3 – стойки екстензометра; 4 – ручка для прикладання зусиль; 5 – станина.

3.3. Методика визначення сили різання частинок коренеплодів

Дослідження сил різання зразків коренеплодів проводимо на виготовленому лабораторному устаткуванні, вона знаходиться в науково-дослідній лабораторії кафедри аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса ЛНТУ та зображена на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7. Лабораторна установка для визначення сил різання частинок коренеплодів

При проведенні дослідів визначалась вологість частинок коренеплодів з них вирізали смужки різних розмірів для досліджуваних зразків. Проведені дослідження обумовлювались тим, що при різній вологості сила різання коренеплодів різна, а це впливає на використання додаткової попушності для подрібнення, дією сил різання на зуби подрібнюючого апарату із врахуванням різних видів коренеплодів буде впливати на гранулометричний склад отриманої сировини та швидкість руху подрібнюючого апарату. Режим роботи подрібнювача при різних умовах подрібнення. Це необхідно враховувати коли вибирають параметри приводів, вибору потужності електродвигуна, геометричних розмірів машини.

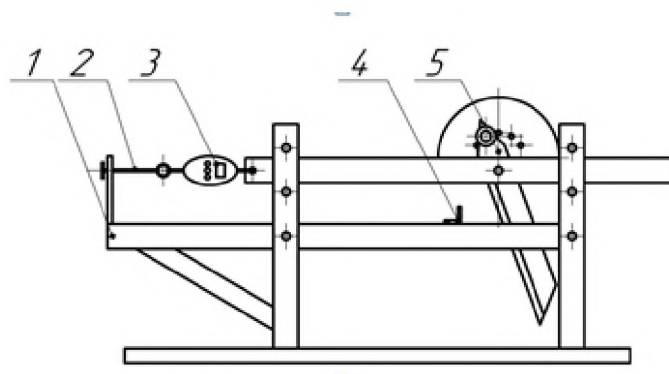


Рисунок 3.8 - Схема обладнання для визначення сил різання зразків коренеплодів: рама 1, натяжний гвинт 2, вимірювальний прилад (динамометр) 3, зажимами 4, ніж з механізмом регулювання кута різання стебел 5.

Вологість частинок коренеплодів значно не вплинула на зростання сил різання різних за розміром частинок, отже вона значно не вплине на якість проведення подрібнення коренеплодів різних культур, але варто звернути увагу на зберігання даного виду корму.

При встановленні впливу геометричних параметрів та кутів різання коренів досліджуваних культур застосовували стандартне лабораторне обладнання, зображене на рис. 3.8 та 3.9 та обладнання зображене в п.3.1.

За отриманими показниками проведених досліджень ми будували графічні залежності зусилля різання стебел січення частинки (рис. 3.10) та проводили узагальнення отриманих величин параметрів та розмірів частинок.



Рисунок 3.9 – Зразки сировини для досліджень

З даних зразків було вирізано смужко розміром січенні 10-10мм, 20-20 мм, та 30-30 мм які піддавалися різанню ножем встановленим під кутом 90 градусів до площини закріплення так як при такому куті відбувається рубання матеріалу а воно вимагає прикладення максимальних зусиль на нажі подрібнюючого апарату. За результатами оригінальних досліджень було побудовано графіки зусиль різання в залежності від товщини частинки яка відрізалась від зразка. І як показали результати що при мінімальній товщині відрізання прикладені зусилья найменші а тому необхідно вибрати максимально допустимі оберти барабану при мінімальній подачі матеріалу.



Рисунок 3.10 – Отримані зразки картоплі для визначення зусиль різання



Рисунок 3.11 – Зразки кормового буряка для визначення зусиль різання



Рисунок 3.12 – Зразки редьки для визначення зусиль різання



Рисунок 3.13 – Зразки гарбузів для отримання зусиль різання

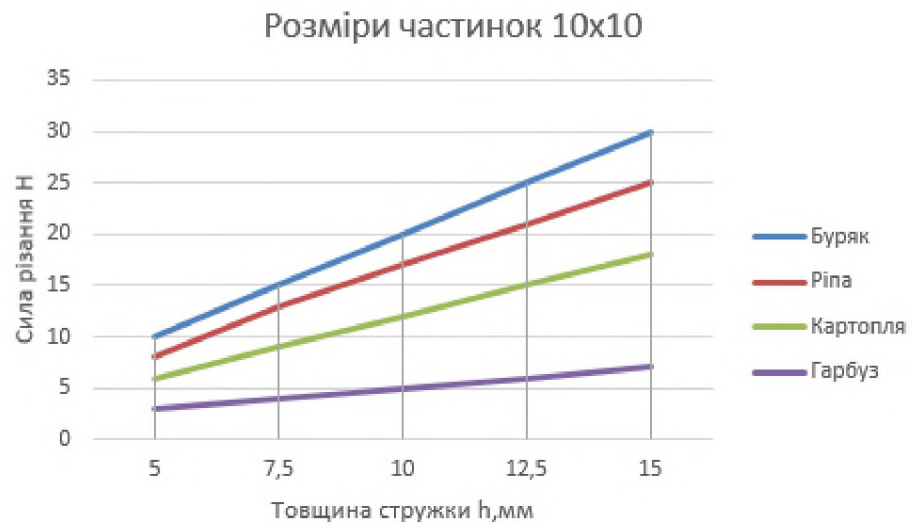


Рисунок 3.14 – Графік залежності зусилля різання отриманих частинок з гарбуза, картоплі, редьки та кормового буряка розміром 10-10 мм.



Рисунок 3.15 – Графік залежності зусилля різання отриманих частинок з гарбуза, картоплі, редьки та кормового буряка розміром 20-20 мм.

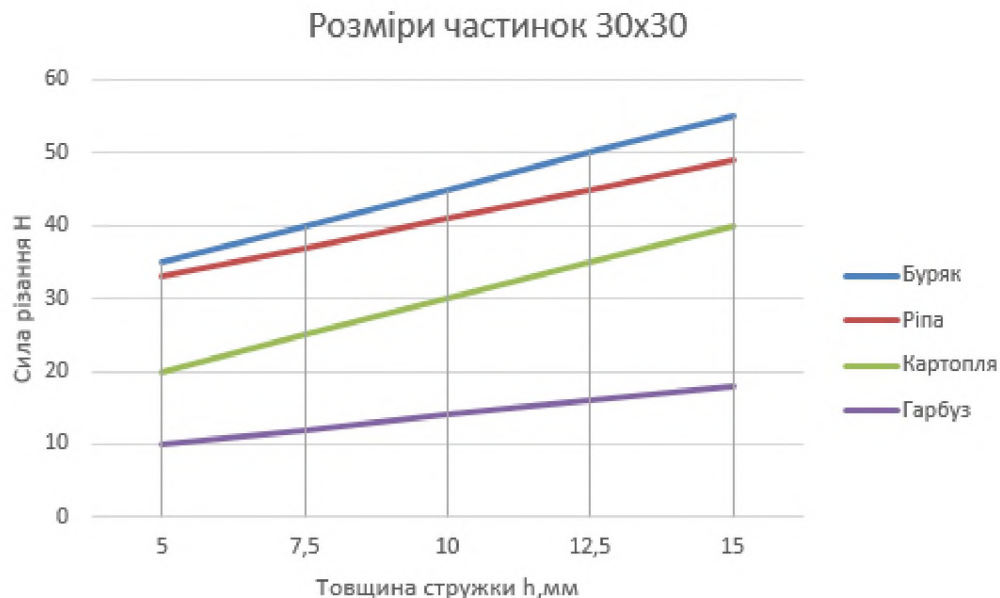


Рисунок 3.15 – Графік залежності зусилля різання отриманих частинок з гарбуза, картоплі, редьки та кормового буряка розміром 30-30 мм.

Та кож нами були проведені дослідження зусилля різання гарбузів, картоплі, редьки та кормового буряка при природньому зневодненні на відкритому повітрі без доступу вологи. Дані дослідження представлені на рис. 3.16

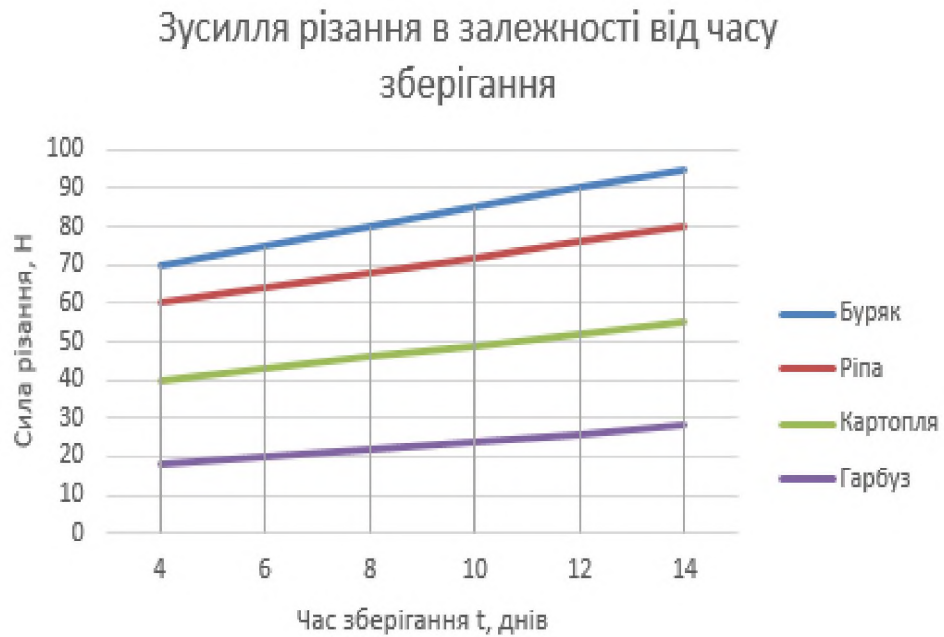


Рисунок 3.9 Графіки залежності зусилля різання досліджуваних матеріалів при втраті природньої вологи.

Висновки до розділу 3

1. При плануванні експериментальних досліджень нами було досліджено вплив вологості на зусилля різання визначених найбільш поширених матеріалів призначених для годування тварин.
2. Проведено визначення кутів тертя для визначення режимів роботи подрібнюючих бітерів.
3. Розроблено методику для визначення сил різання коренеплодів та вплив висоти ння подрібнюючого апарату відносно вихідної горловини.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ

4.1 Методика та результати експериментальних досліджень з використанням методу математичного планування

Експериментальне дослідження проводилось на лабораторному устаткуванні, яке розміщене в науково-дослідній лабораторії аграрної інженерії ім. проф. Г.Г. Хайліса ЛНТУ і зображене на рисунку 3.5.

Серед найбільш значущих показників, що впливають на якість подрібнення коренеплодів є наступні параметри:

1. Кути різання ножів подрібнюючого апарату.
2. Швидкість подачі маси до подрібнюючого механізму.
3. Частота обертання подрібнюючого апарату.

Основною метою визначення якості роботи запропонованого подрібнюючого і степені подрібнення маси для виконання досліджень методом математичного планування використано план Бокса-Бенкіна третього роду .

За результатами проведення лабораторних досліджень по степені подрібнення кореневої маси, що надходить до подрібнюючого апарату відбувається при куті нахилу ножів подрібнювача в межах від 60 до 90°.

Проведення та планування експериментальних досліджень методом математичного планування включає такі етапи:

- 1) побудова таблиці факторів та визначення меж варіювання;
- 2) кодування найбільш значущих факторів;
- 3) складання матриці планування даного трифакторного експерименту;
- 4) реалізація даного плану експерименту згідно матриці планування;
- 5) складання диференційних рівнянь регресії;
- 6) визначення коефіцієнтів рівнянь регресії;
- 7) розкодування одержаних факторів.

При складанні таблиці факторів та рівнів їх варіювання (табл. 4.1) враховували результати отриманих лабораторних досліджень в розділі 3 та

інформацію з основних джерел посилань. План Бокса-Бенкіна розраховується з використанням трьох рівнів найбільш значущих вибраних факторів: верхнього (+1), нижнього (-1) та основного (0) рівня.

Експериментальні дослідження проводимо використовуючи матрицю планування експериментів. В розкодованому вигляді матриця планування експериментів представлено в табл. 4.2. Порядок виконання експериментальних досліджень використовуючи таблицю випадкових величин.

Таблиця 4.1 – Фактори варіювання експерименту

Рівні варіювання величин	Фактори		
	Частота обертання ножів n , об/хв	Швидкість подачі маси до подрібнюючого апарату v , м/с	Кут нахилу ножів подрібнюючого α , град
	x_1	x_2	x_3
Нижній (-1)	600	2	30.0
Основний (0)	800	2.5	60.0
Верхній (+1)	1000	3.0	90.0
Інтервал варіювання, ε	200	0,5	30.0

Кодування факторів проводили після переведення запропонованих величин в безрозмірні кодовані величини. Зв'язок між натуральними величинами та кодованими описується наступними залежностями:

$$x_1 = \frac{n - n_0}{\varepsilon_1}, \quad x_2 = \frac{v - v_0}{\varepsilon_3}, \quad x_3 = \frac{\alpha - \alpha_0}{\varepsilon_2} \quad (4.1)$$

де n , v , α – значення основних вибраних факторів відповідно: частота обертання подрібнюючого апарату, швидкість подачі маси до подрібнюючого апарату, кут нахилу ножів до вісі подачі

ε_1 , ε_2 , ε_3 – відповідно інтервали варіювання цих факторів.

Отже, повне квадратне рівняння для трифакторних експериментів:

$$\bar{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3. \quad (4.2)$$

Коефіцієнти даної регресії визначають за залежностями:

$$b_0 = \frac{1}{n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.3)$$

$$b_j = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n x_{ji} y_i, \quad (4.4)$$

$$b_{jr} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji} x_{ri} y_i, \quad (4.5)$$

$$b_{jj} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i - \frac{1}{16} \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i + \frac{1}{2n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.6)$$

де: y_i – величина функції відгуку при i -му дослідженні;

r, j – номери факторів дослідження, причому у формулі (4.1) $r \neq j$,

n – загальна кількість досліджень;

x_{ji}, x_{ri} – кодовані показники j -го або r -го фактора в i -му дослідженні;

i – номер дослідження;

p – кількість факторів варіювання;

y_{0u} – значення функції відгуку у u -му дослідженні та центрі плану експерименту;

n_0 – кількість досліджень у центрі плану експерименту;

u – номер досліду у центрі плану експерименту.

Експеримент проводимо з однаковим числом повторень, тоді однорідність рядів отриманої дисперсії перевіряли за критерієм Кохрена. Тому визначимо теоретично-розрахукову величину критерію Кохрена:

$$G^{розр.} = \frac{S_{y_i \max}^2}{\sum_{i=1}^n S_{y_i}^2}, \quad (4.7)$$

де $S_{y_i}^2$ – дисперсія, яка описує розсіювання результатів в i -му дослідженні;

$S_{y_i \max}^2$ – найбільша з дисперсій.

$$S_{y_i}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{g=1}^m (y_{ig} - \bar{y}_i)^2, \quad (4.8)$$

де g – номер повторності дослідження;

\bar{y}_i – середнє арифметичне значення всіх повторювань i -го дослідження;

y_{ig} – результати g -ї повторності i -го дослідження;

m – число повторностей в дослідженні .

Ряд дисперсії вважаємо однорідним, якщо виконується нерівність:

$$G^{розр.} < G^{табл.}(0,05; n; f), \quad (4.9)$$

де: n – і кількості експериментів;

$f = m - 1$ – число ступеню вільності експерименті;

$G^{табл.}(0,05; n; f)$ - табличні значення критерію Корхена з 5% рівня значущості.

При обрахунку коефіцієнта регресії отримали деякі малі, за цифровим значенням, показники тому дані довірчі інтервали отриманих коефіцієнтів вважаємо статистично незначущими..

Гіпотезу адекватності даної одержаної моделі перевіряли за допомогою критерію Фішера (F -критерію). Розрахункове значення якого рівне:

$$F^{розр.} = \frac{S_{неад.}^2}{S_y^2}. \quad (4.10)$$

Дисперсія неадекватності $S_{неад.}^2$ згідно формули складає:

$$S_{неад.}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - y_i)^2}{f_2}, \quad (4.11)$$

де $f_2 = n - k'$ -число ступені вільності дисперсії неадекватності з врахуванням числа k' коефіцієнтів, які залишились в регресії, у тому числі і b_0 ; y_i, \bar{y}_i - значення функції відгуку i -го дослідження, яке визначається за рівнянням регресії та експериментально.

Гіпотезу адекватності рівнянь приймемо у тому випадку, коли розрахована величина F -критерія не перевищувала табличне значення:

$$F^{розр.} \leq F^{табл.}(0,05; f_2 f_1), \quad (4.12)$$

де: $F^{табл.}(0,05; f_2 f_1)$ – таблицні показники критерію Фішера за 5%-го рівня значущості, дисперсії відтворюваності f_1 та ступеню вільності дисперсії неадекватності f_2

Методика експерименту із визначення якості роботи подрібнюючого апарату заснована на реалізації плану експерименту Бокса-Бенкіна третього порядку. Вона дозволить одержати математичну модель експерименту в вигляді рівняння регресії. Функцією відгуку даного рівняння буде залежність ступеню подрібнення коренеплодів від швидкості подачі маси до подрібнюючого апарату v та частоти обертання барабуну n .

При відтворенні експериментального досліду кількість повторювання досліджень становить 3...6 раз. Розрахунки результату проводимо за схемою наведеною в джерелах посиланнях.

Для того щоб отримати математичну залежність отримання бажаного ступеню подрібнення від факторів, в вигляді рівнянь регресії було розроблено програму реалізації трьох-факторного дослідження.

Розрахунки трьох-факторного експерименту проводимо за симетричним некомпозиційним планом Бокса-Бенкіна третього порядку, за допомогою програмного додатку Mathcad. Перевірку однорідностей рядів проводимо за критерієм Корхена

Отже для нашого випадку $G^{розр.} = 0,313 < G^{табл.}(0,05; 15; 2) = 0,335$ тому процес відтворюваний.

Для отримання довірчих інтервалів коефіцієнту регресії брали критерій Ст'юдента, таблицне значення за 5%-го рівня значущості і чисел ступенів вільності дисперсії та відтворюваності дослідження $f_1 = 2$, становить $t = 4,3$.

Перевірку значущості отриманих коефіцієнтів регресії проводимо згідно встановлених довірчих інтервалів та варіацій.

Згідно обробки даних отримали рівняння регресії для ступеню подрібнення:

$$Y_{cp} = 111,45 + 0,13 x_1 + 5,91 x_2 + 20,57 x_3 - 1,1 x_1 x_2 + 2,475 x_1 x_3 + 1,125 x_2 x_3 - 0,7 x_1^2 + 3,3 x_2^2 + 9,5 x_3^2, \quad (4.13)$$

де: Y_{cp} – величина, мм.

Рівняння регресії в кінцевому варіанті з факторами в натуральному вигляді має вигляд вигляду:

$$Y_{cp}(n, v, \alpha) = 37 + 0.34n + 1.71h + 0.55v - 0,167n^2 - 0,167h^2 - 0,167v^2 \quad (4.14)$$

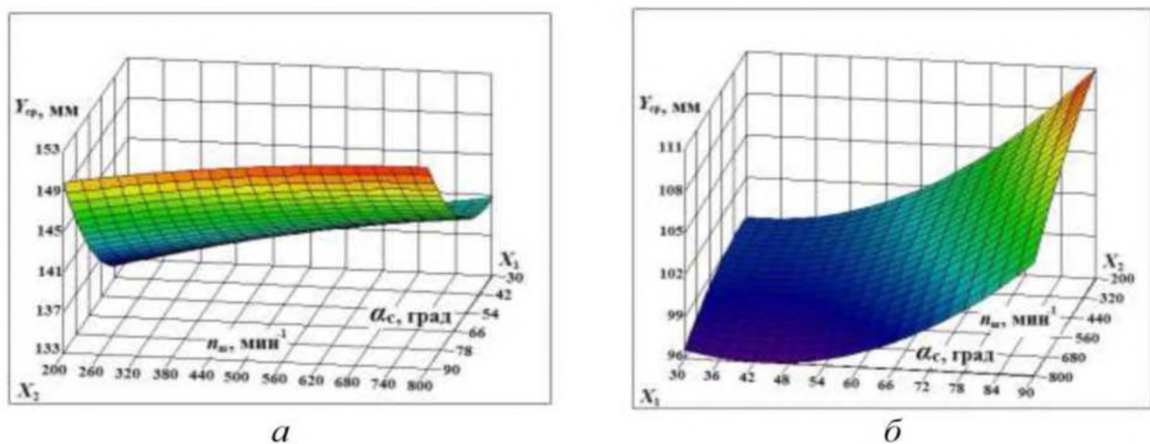
Поверхню відгуку у системі X-Y-Z, допускаємо постійність одного обраного фактору. Проведемо аналіз залежності степеня подрібнення (Y_{cp}) від частоти обертання ножів ($n_{ш}$) та кута нахилу ножа (α_c) при постійному значенні подачу матеріалу (l_c).

При збільшенні швидкості $v_c = 2.5$ м/с відбувається зменшення частинок від 10 - 15 мм рахунок збільшення обертів ножів з 600 до 800 хв⁻¹ (рис 4.1 а).

При матеріалу подачі $v_c = 2$ м/с степінь подрібнення збільшується від 9 до 13 мм з зростанням кута нахилу ножів до 90⁰ (рис. 4.1 б).

Аналізуючи залежність степеню подрібнення (Y_{ep}) від частоти обертання подрібнюючого апарату ($n_{ш}$) та швидкості подачі маси до ножів (v_c) при постійному значенні кута нахилу ножів - 60⁰, можна відмітити збільшення частинок вихідної фракції від 8 мм до 12 мм

Підставляємо в рівняня (4.1) значення x_1 , x_2 , x_3 значення параметра оптимізації ув центрі поверхні відгуку становить $Y_{cp} = 99,328$ мм, де Y_{cp} - значення відгуку в нових координатах (вільний член канонічного рівняння).



Рисисунок. 4.1. Залежність Y_{cp} від $n_{ш}$ і α_c при: а) - $l_c = 180$ мм; б) - $l_c = 60$ мм

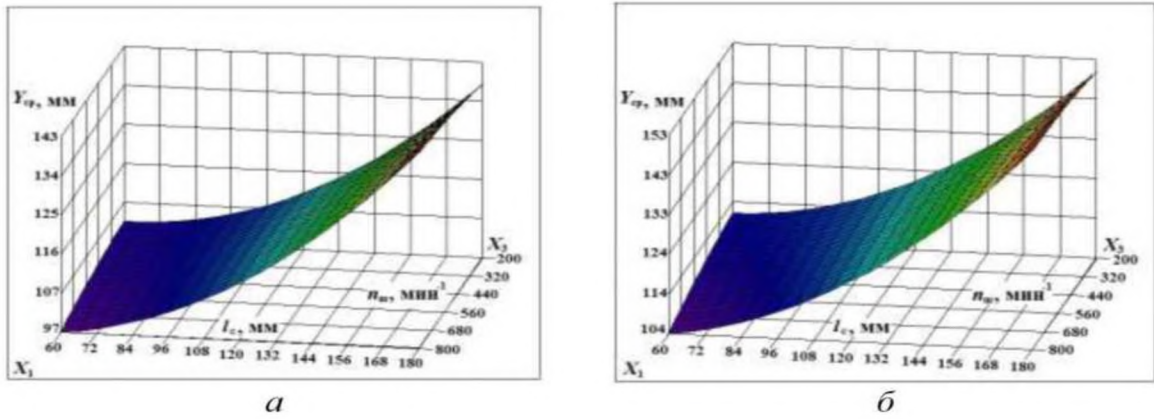


Рисунок 4.2. Залежність Y_{cp} від n_u і l_c при: а) - $\alpha_c = 60^\circ$; б) - $\alpha_c = 90^\circ$

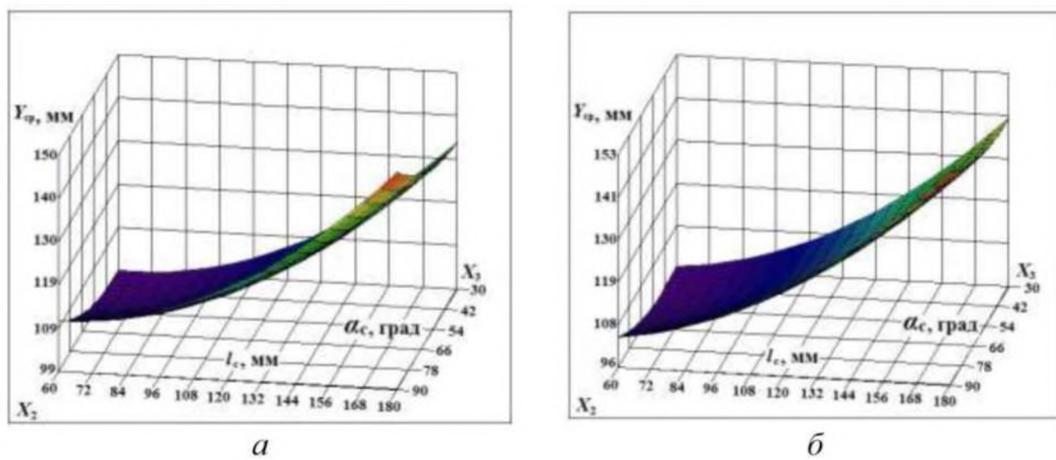


Рисунок 4.3. Залежність Y_{cp} от α_c і v_c при: а) - $n_u = 600 \text{ хв}^{-1}$; б) - $n_u = 800 \text{ хв}^{-1}$

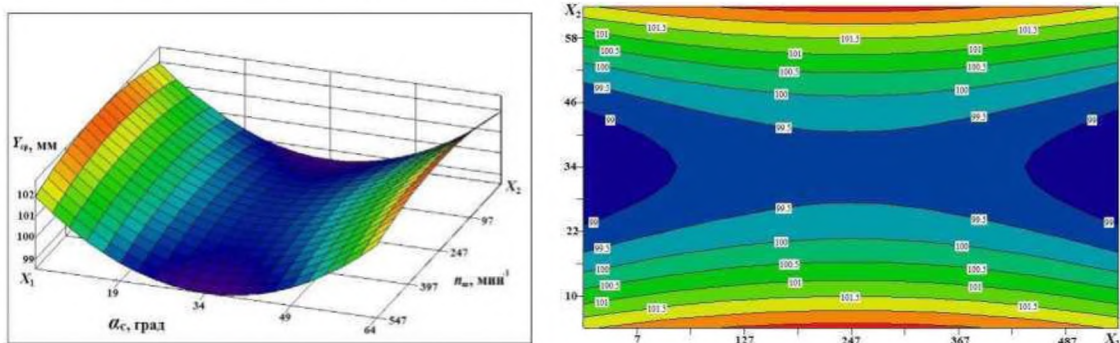


Рисунок 4.4 Графіки залежностей Y_{cp} від n_u і v_c і її двомірний перетин

В результаті аналізу даних, можна рекомендувати оптимальне склад факторів для подрібнення коренеплодів: $n_u = 687 \text{ хв}^{-1}$; $\alpha_c = 64 \text{ град}$; $v_c = 2.65 \text{ м/с}$. При цьому $Y_{cp} = 20 \text{ мм}$ (при заданій на початку експерименту 40 мм).

Висновки до розділу 4

Методика запропонованого експерименту методом математичного планування дозволить встановити взаємозв'язок між частотою обертання ножів

подрібнюючого апарату, швидкістю подачі маси до ножів та кутом нахилу ножів до осі подачі матеріалу. Частота обертання валу подрібнюючого апарату та швидкість подачі маси найбільше впливають на якість подрібнення коренеплодів при послідовному обробітку матеріалу та засвоєнням поживних речовин тваринами. Що в свою чергу дозволить отримати хороші результати при згодовування приготованого корму тваринам.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОСКИ

В роботі магістра досліджено процес приготування кормів до згодовування та визначенообгрунтовано основні показники подрібнювача, запропоновано схему подрібнювача коренеплодів механічним способом.

Виробництво органічної продукції набуває великого значення в світовій практиці не винятком є і Україна. В нас стрімко почало розвиватись вирощування різного роду культур без застосування інтенсивних технологій вирощування тому постає економічне питання в отриманні такої ж продукції і в галузі тваринництва за вже частково наявної кормової бази отриманої при отриманні продукції від галузі рослинництва. Тому розробка машин для приготування кормів традиційним способом є досить актуальним питанням. Це дасть змогу забезпечити населення якісними продуктами, тому розробка та удосконалення процесу підготовки кормів до згодовування є актуальним питанням. Запропонована машина дасть змогу використовувати її як в технологічній лінії так і окремо забезпечуючи достатню швидкість подрібнення матеріалів та ступеню їх подрібнення згідно зоотехнічних вимог. Виробництвом продукції тваринництва займаються не тільки великі компанії України але й малі фермерські господарства, але вони не мають достатньо потужних машин механізації процесу підготовки кормів та тих які скоротять кількість операцій з приготування корму та знизять собівартість продукції.

В роботі проведено огляд джерел з найбільш поширеними новітніми технологіями приготування кормів до згодовування, зроблено огляд кормоприготувальних цехів. Дана розробка задовільнятиме зоотехнічні показники при подрібненні матеріалів .

У роботі магістра теоретично проведено обгрунтування параметрів подрібнюючого апарату, зроблено розрахунок потужності, продуктивності подрібнювача. Проведено лабораторні дослідження різання частинок зразків матеріалів , проведено експериментальні досліди методом математичного планування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Грицаєнко В.І. Енергозберігаючі технології у молочному скотарстві / В. І. Грицаєнко, М. І. Машкін – К.:Урожай, 1992. – 216с.
2. Посібник – практикум з механізації виробництва продукції тваринництва/ І.І.Ревенко, В.М.Манько, С.С.За райська та ін.; За ред. І.І.Евенка. – К: Урожай, 1994. – 228с.
3. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І. та інші. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. - К: Урожай, 1999. – 190с.
4. Технологія конструкційних матеріалів : Підручник / М.А. Сологуб. І.О.Рожницький. О.І.Некоз та ін.; За ред. М.А.Сологуба – К.; Вища школа .2002-374с.
5. Б.О. Рудницький, А.В. Спирін, І.В. Бондарук. Сучасні технології заготівлі, зберігання і використання кормів// Зб. Корми і кормо виробництво. – Вінниця. -2003., №51. –С. 287-291.
6. Ковбаса В.П. Механіка сільськогосподарських матеріалів і середовищ: навч. посібник / В.П. Ковбаса, В.М. Швайко, О.П. Гуцол. – Київ-Ніжин, 2015. – 536 с.
7. Паламарчук І.П. Розробка конструктивно-технологічної схеми віброторної дробарки / І.П. Паламарчук, В.П. Янович, І.М. Купчук, І.В. Соломко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2013. – No 1 (69). – С.125-129
8. Паламарчук І.П. Експериментальна оцінка енергетичних параметрів віброторної дробарки крохмаловмістної сировини спиртової промисловості / І.П. Паламарчук, В.П. Янович, І.М. Купчук // Вібрації в техніці та технологіях. – 2015. – No 3 (79). – С. 133–136.
9. Гунько І.В. Обґрунтування параметрів пристрою для подрібнення зерна при заготівлі кукурудзяного силосу / І.В. Гунько, О.В. Холодюк, В.Ф. Кузьменко // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – Вінниця : ВНАУ, 2018. – Випуск 3 (102). – С. 28-36.

10. Єгоров Б. В. Технологія виробництва комбікормів. Одеса: Друкарський дім, 2011. 448 с.
11. Сироватко К. М., Зотько М. О. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 263 с.
12. Дяченко Л. С., Бомко В. С., Сивик Т. Л. Основи технології комбікормового виробництва : навч. посібник. Біла Церква, 2015. 306 с.
13. Петриченко В. Ф., Кулик М. Ф., Ібатуллін І. І. та ін. Виробництво, зберігання і використання кормів. Навчальний посібник; за ред. В. Ф. Петриченка. Вінниця: Діло, 2005. 472 с.
14. ДСТУ 8011:2015. Кормовиробництво. [Чинний від 2017.01.01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 18 с. (Інформація та документація).
15. Кондратюк Д. Г., Дмитренко В. П. Комплексні експериментальні дослідження виготовлення кормової суміші для тваринництва. *Збірник наукових праць ЛНТУ*. Перспективні технології та прилади. 2016. № 9 (2) С. 237–244.
16. Цуркан О. В. Розробка та дослідження енергоощадного вібраційного змішувача для внесення преміксів в комбікорми : дис. кандидата техн. наук : 05.05.11. Вінниця, 2004. 145 с.
17. Mikhailova A. G., Khairullin R. F., Demidyuk I. V., Kostrov S. V., Grinberg N. V., Burova T. V., Grinberg V. Y., Rumsh L. D. Cloning, sequencing, expression, and characterization of thermostability of oligopeptidase B from *Serratia proteamaculans*, a novel psychrophilic protease. *Protein Expression and Purification*. 2014. Vol. 93. P. 63–76.
18. Фролов М.Ю., Тарасюк В.В. Підготовка кормів до згодовування, режим і техніка годівлі тварин. / М.Ю. Фролов, В.В. Тарасюк, // Студентський науковий вісник. Серія – природничі та технічні науки. Науковий збірник. Випуск 50 – Луцьк: ЛНТУ, 2024 – 52-58 с.
19. Kononenko S. I. Effect of Roxazim G2 introduction into the compound feed for growing and fattening pigs. *Archiva Zootechnica*. Romania. 2011. Vol. 14:1. P. 13–18.

ДОДАТКИ

