

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

УДК 004.896:631.3.636

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного
факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
охорони праці та біотехнічних
систем в тваринництві

Братішко В.В.

Хмельовський В.С.

“ ” 2023 р.

“ ” 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему “АВТОМАТИЧНИЙ РОБОТ ДЛЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ
ТВАРИНИЦТВА”

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Братішко Вячеслав Вячеславович
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н. проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Хмельовський В.С.
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Сутковий О.В.
(ПІБ студента)

Київ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

д.т.н., проф.

Хмельовський В.С.

(підпис)

(ІПБ)

2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання магістерської роботи студенту

Сутковий Олег Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

(код і назва)

Тема магістерської роботи: «Автоматичний робот для виробничих процесів тваринництва»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “30” грудня 2022 р. № 1943 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру

2023.10.26.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Вихідні дані до магістерської роботи:

- Програма розвитку тваринництва України;
- Основні технологічні схеми приготування кормів;
- Довідкові дані про машини та обладнання;
- Структура поголів'я тварин та перспективи його розвитку;
- План ферми та оцінка тваринницьких приміщень;
- Норми та раціони годівлі тварин;
- Стан механізації виробничих процесів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Дослідити напрямки розвитку тваринницьких господарств України;
- Обґрунтувати комплекс машин для виробничих процесів;
- Дослідження технічного процесу приготування кормів;
- Техніко-економічна оцінка запропонованого рішення.

Дата видачі завдання “ 07 ” жовтня 2022 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Хмельовський В.С.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Сутковий О.В.

(прізвище та ініціали студента)

Перелік умовних позначень

МТФ – молочнотоварна ферма

ВРХ – велика рогата худоба.

ПТЛ – потоково-технологічна лінія.

МКА – мобільний кормоприготувальний агрегат.

МТБ – матеріально-технічної бази.

ПТО – пункт технічного обслуговування

ТО – технічне обслуговування.

ЩТО – щоденне технічне обслуговування.

m_j – кількість споживачів j -ї групи.

γ – питома вага корму, Н/м³.

$\sum_{l_1}^{l_2} G_i$ – маса фракції потрібного розміру, г.

q – питома витрата палива.

T_r – річні витрати праці на приготування кормосумішки.

Зміст

Завдання на дипломне проектування	2
Перелік умовних позначень	3
Зміст	4
Реферат	6
Вступ	7
1. Стан та основні проблеми галузі тваринництва	8
1.1. Коротка загальна характеристика галузі	8
1.2. Визначення основних проблем і негативних чинників розвитку галузі ..	8
1.3. Основні показники молочного скотарства	10
1.4. Аналіз ринку тваринницької продукції та перспективи розвитку її експорту	12
1.5. Обґрунтування теми проекту	15
2. Технологічна частина	16
2.1. Зоотехнічні вимоги до процесу та обладнання	16
2.2. Значення роботизованої годівлі тварин	17
2.3. Класифікація роботизованих систем годівлі	19
2.4. Автоматизовані системи годівлі	20
2.5. Визначення обсягу робіт	23
2.6. Роздавання кормів	26
3. Дослідження процесу та обладнання для приготування кормів	29
3.1. Автоматизовані системи роздачі кормів	29
3.2. Дослідження зайнятості засобів механізації, при забезпеченні процесу годівлі великої рогатої худоби	33
3.3. Дослідження кормоприготувального агрегату	40
4. Програма, методика експериментальних досліджень	46
4.1. Програма експериментів	46
4.2. Методика визначення фізико-механічних властивостей кормової сировини	47

4.3. Оцінка якості обробки кормів	49
4.4. Результати експериментальних досліджень	51
5. Економічне обґрунтування проекту	53
5.1. Техніко-економічні показники	53

6. Охорона праці	60
6.1. Загальні положення та вимоги	60
6.2. Розрахунок вентиляції	61
Висновки	66

Перелік використаної літератури	67
Додатки	72

Реферат

Магістерська робота складається з пояснювальної записки об'ємом 72 аркушів, 14 таблиць, 11 рис, 47 літературних посилань. В магістерській роботі наведено технологічне обґрунтування комплексу машин і обладнання для механізації виробничих процесів на фермі, приведено дослідження технологічних параметрів кормоприготувального обладнання.

Метою написання даної магістерської роботи є обґрунтування процесів, машин та обладнання, підвищення ефективності використання кормоприготувального обладнання шляхом удосконалення та автоматизації технологічних операцій, які виконуються в процесі приготування та згодовування корму.

Об'єктом дослідження є молочнотоварна ферма з існуючими технологічними процесами.

Предмет дослідження - розробка засобів механізації приготування та роздавання кормових сумішок тваринам.

В першому розділі розрахунково-пояснювальної записки викладена характеристика господарства, технологія виробництва тваринницької продукції, характеристика тваринницьких приміщень та стан механізації виробництва.

В другому розділі обґрунтовано комплексну механізацію виробничих процесів на фермі та підібрано необхідне обладнання.

В третьому розділі подано зоотехнічні вимоги і висвітлено параметри засобів механізації приготування та роздавання кормових сумішок тваринам.

В четвертому розділі наведено програму, методику і результати експериментальних досліджень, приведено аналіз ефективності роботи засобів механізації приготування та роздавання кормових сумішок тваринам.

В п'ятому розділі для оцінки ефективності запропонованих рішень в магістерській роботі виконане економічне обґрунтування. Також в пояснювальної записки наведено охорону праці та охорону довкілля.

Ключові слова: автоматизація, робот, однорідність суміші, технологія, виробництво концентрованих кормів.

ВСТУП

Галузь тваринництва, в якій формується близько 30% валового сільськогосподарського виробництва, займає важливе місце в аграрному комплексі економіки України. Її розвиток залишається важливою умовою продовольчої безпеки, сталого соціально-економічного стану держави та істотним резервом експорту сільськогосподарської продукції. Незважаючи на певні економічні важелі щодо стимулювання виробництва продукції тваринництва та досягнення зоотехнічної науки, стан справ постійно погіршується. У першу чергу це стосується таких сегментів, як молочне і м'ясне скотарство, вівчарство та свинарство, де ліквідовано значну частку сільськогосподарських підприємств, продовжується спад поголів'я тварин у господарствах усіх організаційних форм власності. Через подорожчання матеріально-технічних засобів виробництва відбувається зростання собівартості продукції, що за відсутності чіткої цінової політики, зменшення державної підтримки розвитку тваринництва, послаблення державного регулювання ринку продукції тваринницького походження призводить до зменшення мотивації ведення цієї галузі сільськогосподарського виробництва. Ринок продукції тваринництва характеризується ціновою нестабільністю, низьким рівнем внутрішнього споживання та недостатньо розвиненою інфраструктурою. Розвиток галузі тваринництва, порівняно з галуззю рослинництва дає більше можливостей для розширення асортименту продукції і відповідно створення доданої вартості на кожному з етапів виробництва. Особливого значення ця специфічність галузі набуває в умовах проголошеної державної стратегії на збільшення частки експортної продукції з доданою вартістю в її загальному обсязі. В умовах інтеграції держави у міжнародні структури, без рішучих кроків держави, спрямованих на стимулювання підвищення інвестиційної привабливості галузі, її технічну і технологічну модернізацію, гармонізацію вітчизняних стандартів щодо безпечності та якості продукції зі світовими вимогами, вона не здатна виконати свою основну функцію – забезпечення продовольчої безпеки країни та просування продукції тваринництва і продуктів її переробки на зовнішні ринки.

РОЗДІЛ 1

СТАН ТА ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВО

1.1. Коротка загальна характеристика галузі

Характерною рисою галузі тваринництва є те, що вона функціонує у великому діапазоні – від промислового до натурального виробництва. Ринок продукції всіх видів характеризується незбалансованістю попиту і пропозиції та нерівномірністю внутрішнього споживання. Особливістю є зменшення обсягів виробництва продукції і поголів'я сільськогосподарських тварин, яке відбувається у господарствах усіх форм власності. Так, порівняно із показниками 1991 р. у 2016 р. в усіх категоріях господарств України вироблено молока всіх видів 10,3 млн т, реалізовано на забій худоби та птиці всіх видів у живій масі 3,29 млн т, або відповідно в 2,4 і 1,8 раза менше проти 1991 р.; чисельність поголів'я корів зменшилась у 4 рази і становила 2107,1 тис. гол., свиней – у 2,9 раза (6688,9 тис. гол.), овець і кіз – у 6,4 раза (1311,9 тис. гол.).

1.2. Визначення основних проблем і негативних чинників розвитку галузі

Основною проблемою галузі є зменшення її комерційної привабливості, що зумовлює спад виробництва продукції і поголів'я сільськогосподарських тварин у господарствах усіх форм власності.

До негативних чинників слід віднести: • невідповідність закупівельних цін на продукцію тваринництва і ресурси для її виробництва, що ускладнює рентабельне ведення галузі та робить бізнес інвестиційно непривабливим;

• низьку платоспроможність населення;

- стійку тенденцію до збільшення експорту зернових, внаслідок окупності вкладених коштів та високий прибуток у рослинництві, призводить до скорочення земель кормового клину;

- морально застарілі технологічні і технічні умови ведення виСтан та основні проблеми галузі 10 Тваринниц т во України робництва, що зумовлює високу енергоємність виробництва та високий рівень собівартості виробленої продукції;

- відсутність ефективного механізму державної підтримки сільськогосподарських виробників і регулювання цін на продовольство;

- недосконалий механізм державного регулювання імпорту продукції тваринництва, яка реалізується за значно нижчими цінами, що ставить вітчизняного товаровиробника у нерівні умови і спричиняє загрозу подальшого згортання виробництва;

- недосконалість нормативно-правової бази з організації ефективно діючої інфраструктури аграрного ринку, наявність численних посередницьких структур між сільськогосподарськими виробниками і кінцевими споживачами;

- відсутність вигідної для товаровиробника кредитної політики, спрямованої на оновлення основних засобів виробництва;

- недостатність обсягів експорту м'ясомолочної продукції через невідповідність вітчизняної системи контролю за безпечністю та якістю продукції до світових стандартів і обмеженим рівнем диверсифікації;

- невідповідність потребам інноваційного розвитку системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів для галузі тваринництва;

- недостатнє інтегрування виробництва, переробки і реалізації продукції тваринництва, що посилює нерівномірність одержання прибутків;

- ведення більшості галузей тваринництва переважно у діапазоні натурального виробництва в особистих селянських господарствах, що унеможливує застосування сучасних технологій виробництва;

• слабкий рівень інтеграційних процесів із сусідніми країнами, що уповільнює використання ефективних систем організації та побудови ефективної агрологістики.

За останні роки в аграрному ринку практично не відбулося серйозних структурних змін через брак системних інвестиційних проєктів. Все це зумовлює нагальну потребу чітко визначити пріоритети розвитку галузі тваринництва та механізми їх державної підтримки з урахуванням специфіки ринкової економіки та вимог СОТ.

1.3. Основні показники молочного скотарства

Аналіз стану виробництва молока за категоріями свідчить, що основними виробниками цього продукту були господарства населення, на частку яких припадало 75% загального обсягу (рис. 1.1).

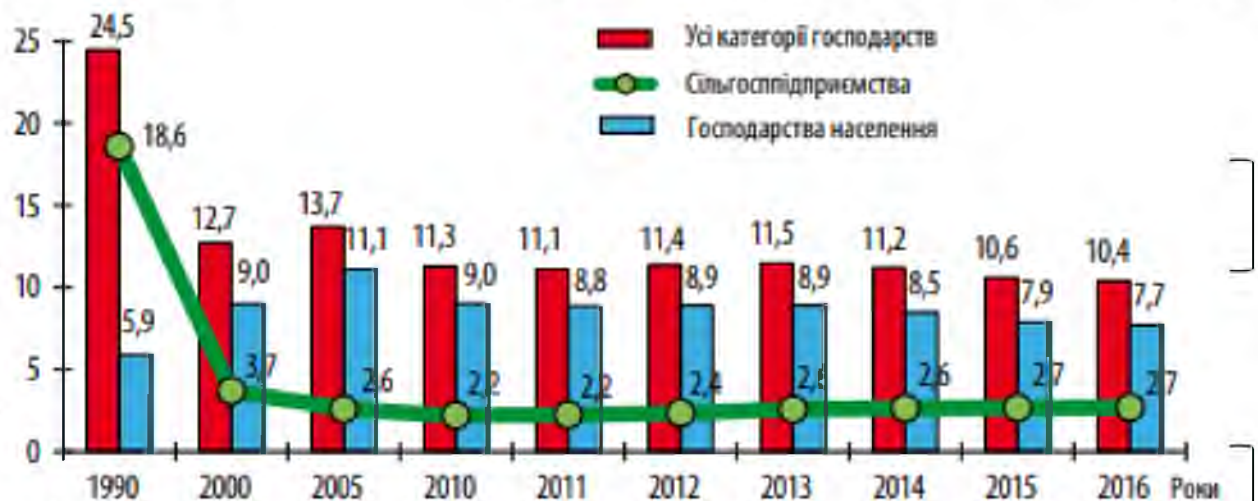


Рис. 1.1. Виробництво молока за категоріями господарств, млн т.

Така ситуація спричиняє проблему якості молока, адже у господарствах населення вона значно нижча. Варто зауважити, що на початку 90-х років ХХ ст ситуація була діаметрально протилежною, коли у сільськогосподарських підприємствах виробництво становило понад 70% молока. -

Основним напрямом розвитку галузі є створення конкурентоспроможного виробництва, що забезпечує державні потреби та можливість експорту продукції тваринництва.

Основні цільові параметри виробництва

Збільшення обсягів виробництва за видами:

- молока всіх видів – від 10,4 до 16,0 млн т;
- м'яса в забійній масі, всього – від 2,35 до 4,53 млн т, зокрема:
 - яловичини – від 0,41 до 0,53 млн т;
 - свинини – від 0,88 до 1,93 млн т;
 - баранини – від 8,5 до 30,2 тис. т, зокрема 6–7 тис. т від м'ясних порід;
 - птиці – від 0,96 до 1,84 млн т;
 - м'ясо інших видів – від 0,1 до 0,2 млн т;
- вовни – від 2,3 до 8,1 тис. т;
- риби – від 40 до 110 тис. т;
- меду – від 64 до 96 тис. т.

Для забезпечення збільшення валового виробництва продукції водночас із підвищенням продуктивності сільськогосподарських тварин потрібно збільшити поголів'я тварин:

- молочних корів – від 2,11 до 2,60 млн гол. (+490 тис. гол., у тому числі 295 тис. гол. у сільгосппідприємствах і 195 тис. гол. у господарствах населення). У сільгосппідприємствах збільшення досягти за рахунок власного відтворення 230 тис. корів (при збільшенні виходу телят на 100 корів від 75 до 85 гол.); закупівлі телиць у населення – 60–65 тис. гол. (за штучного осіменіння 70% корів населення племінними бугаями) та імпорту високопродуктивних нетелей – 1 тис. гол. Чисельність корів у господарствах населення стабілізувати на рівні 1,8 млн гол.;
- м'ясних корів – від 20,9 до 30–31 тис. гол. за рахунок збереження тварин у племпідприємствах;
- свиней – від 6,7 до 22 млн гол. (+15,3 млн гол.) переважно за рахунок сільгосппідприємств – від 3,8 гол. до 15 млн гол. (+11,2 млн гол.);

• овець – від 0,7 до 2,3 млн гол. (+1,6 млн гол.) переважно за рахунок сільгосппідприємств – від 183 до 877 тис. гол. (+0,694 млн гол.).

Підвищення рівня продуктивності сільськогосподарських тварин, зокрема, збільшити надій на корову за всіма категоріями господарств до 5780–5800 кг, а у сільськогосподарських підприємствах – до 7600 кг молока в рік, середньодобові прирости тварин при вирощуванні: молочної худоби – до 750 г, м'ясної худоби – до 1100; свиней – до 600; овець – до 270 г. Підвищити рівень вовнивої продуктивності овець до 3,5 кг за всіма категоріями господарств і до 3,8 кг у сільгосппідприємствах.

1.4. Аналіз ринку тваринницької продукції та перспективи розвитку її експорту

Поряд із дефіцитом продукції на внутрішньому ринку існує об'єктивна необхідність експорту високоякісної конкурентоспроможної тваринницької продукції, що спонукає виробників та інвесторів еволюціонувати в умовах ринкового середовища. Визначальними факторами, що зумовлюють експортний потенціал країни, є обсяги продукції внутрішнього виробництва та її якість; купівельна спроможність населення; співвідношення цін на внутрішньому і зовнішньому ринках продукції; квоти чи інші обмежувальні чинники (ветеринарно-санітарні обмеження, нормативна база, форс-мажорні обставини тощо), а також спрямованість експорту відповідно до того чи іншого ринку.

Оцінка експортного потенціалу молока і молочної продукції така – підвищення частки великотоварних сільськогосподарських підприємств у валовому виробництві сприяє збільшенню частки високоякісного молока у цій категорії виробників. ринок європейських країн, у зв'язку з євроінтеграцією України вимагає дотримання відповідних стандартів на сировину і готову продукцію. За даними Держкомстату України, якість молока, реалізованого переробним підприємствам 2015 р. за категоріями господарств, була такою (рис. 1.2). Без урахування фактора дефіциту молока на внутрішньому ринку можна

передбачити у перспективі збільшення експортного потенціалу за умови поступового нарощування загальної чисельності поголів'я корів рівня 2016 р. від 2,10 до 2,60 млн гол. та досягнення середньої молочної продуктивності корів на рівні 5800 кг. Такий варіант є найоптимістичнішим і дасть змогу довести виробництво молока у 2025 р. у сільськогосподарських підприємствах до 6,1 млн т. З урахуванням показника товарності молока (90%) і власної потреби на вживання молодняку загальна реалізація молока на переробні підприємства сягне 4,5–4,6 млн т, з якого 1,9–2,0 млн т буде придатним для експорту. Для зростання експорту молочної продукції слід перепрофілювати та орієнтувати молочників з виробництва сирів на масло вершкове і сухе молоко, які користуються великим попитом у країнах СНД, Азії та Африки.

На фоні обмеженої ємності внутрішнього ринку, який наразі далекий від насичення молочною продукцією, збільшення грошових надходжень від експорту сприятиме розвитку скотарства і поліпшенню добробуту населення. Сучасний рівень експорту яловичини становить 15–20 тис. т, тоді як прогнозований його рівень – до 30–35 тис. т. Для виходу на ринок ЄС продукції скотарства нині недостатньо квот і преференцій. Потрібно успішно пройти лабораторні дослідження – наприклад, комплекс тотальних досліджень великої рогатої худоби на губчасту енцефалопатію (BSE). Тобто, щоб продавати яловичину в ЄС, необхідна перевірка всіх виробників. На практиці це означає, що для проведення лабораторних досліджень щороку слід витрачати понад 20 млн грн на аналізи від 350 тис. гол. худоби. Вітчизняний ринок м'ясної продукції демонструє протилежні тренди. Виробництво яловичини зменшується із року в рік. Через скорочення сумарних обсягів виробництва м'яса великої рогатої худоби (морожена і свіжа яловичина) більш ніж на 30% (від 66,7 до 46,7 тис. т) експортний потенціал яловичини є мінімальним.

За досягнення прогнозованих до 2025 р. показників зростання виробництва молока та яловичини (за фактичними діючими цінами) виробництво валового продукту за рахунок галузі скотарства у грошовому виразі орієнтовно

становитиме близько 27,9 млрд грн, зокрема: по молоку 24,3 млрд грн, по яловичині – 3,6 млрд грн.

1.5. Обґрунтування теми роботи

На основі аналізу перспективи розвитку тваринництва, було прийняте до уваги те, що кормоприготування є основним процесом у виробництві продукції тваринництва, тому для приготування комбікормів пропонується використовувати кормоприготувальний агрегат, який себе добре зарекомендував та розробити засоби для приготування комбікормів.

Поряд з цим, процес приготування кормів вимагає суттєвого покращення в плані збереження енергетичних ресурсів та навколишнього середовища.

З метою вибору більш надійного і довговічного засобу, виникає необхідність в знаходженні раціональної схеми машини, яка має можливість ефективно змішувати та доподрібнювати усі складові кормового раціону для усіх вікових груп тварин.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Зоотехнічні вимоги до процесу та обладнання

Для годівлі тварин і птиці у господарствах України застосовують такі види кормів: фуражне зерно (кукурудзи, ячменю, гороху, сої, пшениці тощо); стеблові корми (сіно, сінаж, солома, кукурудзяний та інший силос, зелена трава).

Кормосумішками залежно від типу годівлі і наявності кормів у господарствах можуть бути сухі комбикорми (вологість до 20%), зволожені (20-40%), вологі (40-60%), напіврідкі (60-80%) і рідкі (більше 80%) [21, 25].

Основними компонентами комбикормів є зернові (кукурудза, ячмінь, овес, пшениця) і зернобобові (горох, вика, соя), а також відповідно до призначення білково – вітамінно- мінеральні добавки (БВМД), які вводяться в дозі від 5 до 15% за масою. Загальні вимоги до комбикормів: вологість не більше 14 %, фракції розміром 3мм не більше 10 %, перетравного протеїну не менше 25 %, сирової клітковини не більше 0,5 %, металевих включень не більше 25 мг/кг, нерівномірність змішування не більше 10% (при масі проби 5 г і частці контрольного компоненту 1 %) [21, 24, 26].

Вологі кормосумішки для тварин для великої рогатої худоби та свиней, повинні бути свіжо приготовленими, не мати неприємного запаху. У зимовий період розчини в кормо сумішки добавляють підігрітими [24, 28, 33].

Поживні розчини або воду вводять у складні суміші в кількості, необхідній для отримання заданої вологості сумішки. Регулюючи при цьому концентрацію введених в розчин поживних речовин і мікроелементів. Це може бути також клітковий сік, відвійки тощо. У порційні змішувачі порцію розчину подають, виходячи з часу роботи насоса і його продуктивності. У змішувачі безперервної дії встановлюють продуктивність подачі розчину так, щоб забезпечити в сумішці його частку, задану рецептом [16, 22, 23, 24].

2.2. Значення роботизованої годівлі тварин

Матеріально-технічна база сільського господарства являє собою сукупність матеріально-речових елементів, виробничих сил, технології та організації виробництва в їх зв'язку і розвитку. Традиційно, найважливішим компонентом матеріально-технічної бази вважають сукупність сільськогосподарських машин, необхідних для виконання повного обсягу механізованих робіт на сільськогосподарському підприємстві. Для вітчизняних організацій це в основному машино-тракторний парк, який включає в себе трактори, комбайни, сільськогосподарські машини, механізовані транспортні засоби, машини для виконання трудомістких процесів в тваринництві, обробці зерна та інші, що враховують специфічні особливості сільського господарства.

Проте останнім часом розвиток і вдосконалення матеріально-технічної бази сільськогосподарських підприємств неможливо розглядати в сучасних умовах без застосування працезберігаючих інновацій на основі робототехніки. Один із напрямків створення роботизованої техніки для тваринництва це системи годівлі тварин: автоматизовані пасовищні системи, дозатори-змішувачі, змішувачі-кормороздавачі, підрівнювачі-підгортачі кормів та інтегровані роботизовані системи годівлі.

Інтегровані роботизовані системи - це об'єднані в єдину технологічну лінію роботи, здатні взаємодіяти один з одним, виконуючи весь комплекс технологічних операцій, наприклад, приготування багатокомпонентних кормових сумішей, а також їх роздача відповідно до особливостей і потреб поголів'я тварин.

Робота з виконання всього переліку технологічних операцій на тваринницьких фермах вимагає значних витрат робочої сили, оскільки кожна технологічна операція повинна виконуватися своєчасно і регулярно, щодня, без вихідних.

Отже, існує необхідність постійної присутності обслуговуючого персоналу на тваринницькій фермі, що безпосередньо впливає на витрати при отриманні продукції тваринництва. Робота на тваринницькій фермі супроводжується

значними фізичними навантаженнями та важкими умовами праці, що призводить до дефіциту робочого персоналу в галузі.

Виробництво молока доцільно розглядати як сукупність окремих завдань, які піддаються ефективній роботизації. Одним з таких завдань є організація ефективної годівлі тварин. Використання роботизованих систем годівлі створить умови для значного підвищення ефективності процесу виробництва, а саме:

- збільшення поїдання кормів;
- зниження витрат на лікування тварин;
- збільшення коефіцієнта запліднюваності;
- підвищення продуктивності тварин.

Роботизація тваринництва дає можливість вирішувати не лише окремі завдання, а й дозволяє змінити стратегію організації виробництва в господарстві. Використання роботів не тільки сприяє підвищенню загальної економічної ефективності господарства, але й підвищує привабливість роботи в цій галузі для потенційних працівників. Роботизація дозволяє фермеру отримувати більш високі результати при одночасному скороченні ризиків, які асоціюються з "людським фактором". Скорочується частка рутинної щоденної важкої праці, яку працівники виконують неохоче і не досить ефективно.

Найбільшого успіху можна досягти за умови комплексної автоматизації з використанням роботів. Роботою ферми повинна управляти єдина ІТ-система, яка отримує дані від всіх елементів автоматизованого господарства і керує її активними елементами - роботами та іншими пристроями. Збір даних здійснює, наприклад, роботизована кормова станція, або доїльний робот.

2.3. Визначення обсягу робіт

Продукцію тваринництва одержують переважно за рахунок використання кормових ресурсів рослинного походження (власного виробництва чи на основі кооперування з кормовиробничими підприємствами). Для цього колективи, державні і фермерські господарства вирощують зернофуражні культури.

коренебульбоплоди, а також одно- і багаторічні трави на зелену масу, силос, сінаж та сіно [14, 18].

З метою забезпечення високоефективного використання поживної цінності більшість кормів необхідно заготовляти і готувати до згодовування відповідно до діючих стандартів або зоотехнічних вимог, які враховують фізіологічні особливості тварин. Сутність цих вимог полягає у наступному:

Останні можуть спричиняти травмування чи отруєння споживачів, знижувати ефективність роботи та надійність технологічного обладнання [14, 18].

Для попередження таких явищ корми в процесі підготовки до згодовування очищають. Допустимий ступінь залишкового забруднення залежить від виду кормів, а також характеру включень та їх можливих наслідків. Так, домішки землі не повинні перевищувати 1-2 %, піску - 0,3 - 1 %, металеві домішки розміром до 2 мм з незагостреними краями - 30 мг на 1 кг корму, насіння отруйних трав - 0,25 %.

Для високоефективного використання кормів важливим є забезпечення оптимальної крупності кормових часток, що залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також від виду кормової сировини й характеру використання кормів. З цією метою кормову сировину перед згодовуванням подрібнюють.

Доведено, що готувати комбікорми для великої рогатої худоби - середнього (1-1,8 мм) та крупного (1,8-2,6 мм). Грубі корми для великої рогатої худоби - на сітку завдовжки 30 - 50 мм при роздільному згодовуванні і 10-15 мм у складі кормових сумішей. Коренебульбоплоди перед згодовуванням (не раніше як за 1,5 - 2 год) рекомендується для великої рогатої худоби подрібнювати на стружку завдовжки 10 - 15 мм [14, 18].

Готові кормові суміші повинні задовольняти зоотехнічним вимогам.

Для розрахунку кормоприготувального об'єкту необхідно знати добові потреби кормів для ферми і разовий обсяг їх видачі.

Добову витрату кожного виду кормів визначають за формулою та заносять в таблицю 2.1, кг [1, 14, 18]:

$$G_{\text{доб.і}} = \sum_{j=1}^n g_i \cdot m_j \quad (2.1)$$

де g_i - норма видачі i -го виду корму на одну голову j -ї групи тварин приймають відповідно до кормового раціону, кг;

m_j - кількість споживачів j -ї групи, корів – $m_1 = 250$ гол., нетелі - $m_2 = 50$ гол.;

n – кількість груп тварин з однаковою нормою видачі корму, $n=1$

Таблиця 2.1. - Потреба корму на добу

Вид корму	Кількість кормів, кг на добу			
	Корови, кг		Нетелі, кг	
	на голову	на поголів'я	на голову	на поголів'я
1. Сіно	3	750	3	150
2. Солома	2	500	2	100
3. Силос кукурудзяний	21	5250	10	500
4. Коренебульбоплоди	10	2500	8	300
5. Концентровані корми	3	750	2,5	125
6. Рідкі поживні роз.	1	250	0,5	25
Всього	41,0	10250	26,0	1300

Залежно від максимальної частини β разової того або іншого корму розраховують разову потребу підготовки кормів, кг:

$$G_{\text{раз.і}} = \beta \cdot G_{\text{доб.і}} \quad (2.2)$$

При відгодівлі великої рогатої худоби добову норму видачі кормів розподіляють таким чином. Вранці і ввечері роздають по 30% кормів, а удень – 40% (відповідно $\beta=0.3$ і $\beta=0.4$). Солому роздають переважно уранці та увечері ($\beta=0.5$), сіно тільки удень ($\beta=1$). Тоді вранці і ввечері разова потреба підготовки кормів становитиме:

Результати розрахунку витрат кормів заносяться в таблицю 3.3

Таблиця 2.2 - Добова потреба та розподіл кормів по видачах для корів

Вид корму	Добова потреба, кг	1-ша годівля		2-га годівля		3-тя годівля	
		β	$G_{\text{раз}}$	β	$G_{\text{раз}}$	β	$G_{\text{раз}}$
1. Солома	500	0,5	250	-	-	0,5	250
2. Сіно	750	-	-	1	750	-	-

3. Силос	5250	0,3	1575	0,4	2100	0,3	1575
4. Корені плоди	2500	0,3	750	0,4	1000	0,3	750
5. Конц. корми	750	0,3	225	0,4	300	0,3	225
6. Рідкі пож. роз.	250	0,3	75	0,4	100	0,3	75
Всього	10250	-	2875	-	4250	-	2875

Приготування кормів може здійснюватись за допомогою кормоприготувального агрегату

2.4. Роздавання кормів

Ефективність годівлі тварин суттєво залежить від вирішення питань щодо роздавання кормів. Цей процес за трудомісткістю займає від 25 до 35 % всіх затрат праці на виробництво молока або м'яса. В процесі доставки і роздавання кормів виконується значний обсяг робіт. Так, на кожні 100 голів великої рогатої худоби потрібно щодня роздавати 3-4 т кормів, причому весь кормовий вантаж потрібно своєчасно, доставляти і нормовано розподіляти між тваринами.

Порушення цих умов різко знижує ефективність інших зоотехнічних заходів [1].

Зазначені положення підкреслюють особливе значення механізації процесу роздавання кормів. Засоби механізації цього процесу повинні задовольняти таким вимогам:

- забезпечувати задану точність дозування та рівномірність видачі всіх видів кормів;
- мати можливість дозувати корм кожній тварині окремо або групі тварин;
- робочі органи кормороздавача не повинні погіршувати якість (додаткове подрібнення, забруднення тощо) чи допускати втрати кормів;

- не створювати небезпеки для тварин і обслуговуючого персоналу, бути простими в експлуатації та обслуговуванні, надійними і довговічними в роботі.

Допустимі відхилення від заданої норми видачі для стеблових кормів повинні бути в межах $\pm 15\%$, а концентрованих - $\pm 5\%$. Незворотні втрати корму в процесі роздавання не повинні перевищувати 1 % [1, 14, 18, 20].

Тривалість циклу роздавання кормів в одному приміщенні мобільними засобами не повинна перевищувати 30 хв, а стаціонарними - 20 хв.

Кормороздавачі повинні відзначатися універсальністю щодо можливості роздавання різних видів кормів у межах однієї ферми та регулювання норми видачі від мінімального до максимального значення, а також високою продуктивністю; не створювати надмірного шуму в приміщенні; легко очищатися від залишків корму та бруду; мати строк окупності не більше двох років і коефіцієнт готовності не менше 0,98.

Рівномірність та норму роздавання кормів визначають візуально або методом зважування проб, зібраних із метрових ділянок годівниці [1, 14, 18, 20].

Комплекс робіт, пов'язаних із роздаванням кормів тваринам чи птиці, включає: завантажування їх у транспортні засоби - доставку кормів до місць згодовування, перевантаження у засоби роздавання, транспортування вздовж фронту годівлі, дозовану видачу в годівниці і очищення годівниць.

На тваринницьких і птахівницьких фермах використовують мобільні та стаціонарні технічні засоби роздавання кормів. При застосуванні мобільних кормороздавачів не потрібно перевантажувати корми із транспортних засобів у стаціонарний кормороздавач. Технологічна схема роздавання кормів спрощується до такого вигляду: завантажування кормів у мобільний кормороздавач, доставка їх до місць згодовування, транспортування вздовж фронту годівлі, дозована видача у годівниці і очищення годівниць [1, 7, 14, 18, 20].

При роздаванні кормів мобільними кормороздавачами необхідно визначити їх вантажопідйомність і кількість кормороздавачів для ферми.

Вантажопідйомність мобільного кормороздавача (кількість корму, яку можна доставити і роздати за один рейс), кг:

$$Q_p = \rho \cdot V \cdot K, \quad (2.3)$$

де V – місткість бункера, для нашого кормороздавача $V = 10 \text{ м}^3$;

ρ – щільність корму, $\rho = 452,63 \text{ кг/м}^3$ орієнтуючись на об'ємну щільність складових кормів;

K – коефіцієнт заповнення бункера, приймаємо $K = 0,95$.

Тоді:

$$Q_p = 503 \cdot 10 \cdot 0,95 = 4778,5 \text{ кг}.$$

Кількість мобільних кормороздавачів, шт:

НУБІП України (2.4)

де Q_k – максимальна кількість корму, яку необхідно роздати за одну

годівлю, $Q_k = 4250$ кг. Тоді:

НУБІП України

$$n = \frac{4250}{4300} = 0,988 \text{ шт.}$$

Приймаємо один кормоприготувальний агрегат, який слугить кормороздавачем.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ

3.1. Автоматизовані системи роздачі кормів

Технологія роздачі кормів ще більш спрощується, якщо кормосховище (сидосні, сенажні вежі) або бункери-накопичувачі готових кормів (наприклад, комбінованих) розташовані безпосередньо у тваринницьких приміщеннях чи зблоковані з ними.

В цьому випадку технологічна схема виглядає так: завантаження кормів зі сховища на стаціонарні транспортні засоби - транспортування вздовж лінії годування - дозована видача в годівниці - очищення годівниць.

Така схема є найбільш досконалою. Її застосовують на фермах великої рогатої худоби промислового типу, в свинарстві та птахівництві. При цьому виникає потреба в достатній кількості споруд для зберігання кормів, але в цьому випадку всі роботи, пов'язані з годуванням тварин, можна не тільки механізувати, але й автоматизувати.

З урахуванням конкретних умов (тип виробничих приміщень і способів утримання тварин, типів їх годування) вибирають той чи інший варіант технологічної схеми, а також засобів механізації роздачі кормів.

У традиційно «молочних» європейських країнах (Великобританії, Нідерландах, Німеччині, Бельгії, Данії, Швеції) розроблені і впроваджуються в невеликих господарствах з прив'язним утриманням худоби ефективні системи автоматизації годування високопродуктивних корів.

На відміну від стандартних автоматичних станцій індивідуальної подачі концентрованих кормів в приміщеннях для безприв'язного утримання, добре відомих в практиці сучасного молочного виробництва, технічною основою процесу годування корів в прив'язних корівниках на 60-80 голів є підвісний монорельсовий кормороздатчик бункерного типу з програмним управлінням.

Технологія годівлі базується на багаторазовому переміщенні такого кормороздатчика уздовж стійл, разом з цим відбувається видача концентрованих,

грубих і інших видів кормів відповідно до надою і фізіологічним станом кожної лактуючої корови.

Керуючим елементом кормороздатчика є вбудований мікропроцесор (контролер), який регулює операцію кормороздачі в залежності від програми годування і даних, які вводить фермер: номери корови або скотомісце, індивідуальних доз видачі кормів, часу і кратності годування (до 10 разів на добу замість 2-3 х традиційних) і ін. Поряд з функціями управління мікропроцесор підсумовує фактичні витрати і виводить статистичні дані щодо споживання коровами різноманітних кормів. У нових моделях подібних систем при використанні спеціальних молокомірів, пропонується також ведення «календаря корови» (контроль годування, продуктивності і фізіологічного стану кожної тварини) і розрахунку кормового раціону. На дисплеї виводяться задані і відповідають дійсності значення контрольованих параметрів, дані «календаря корови» і інша інформація. Потрібні показники можна отримувати по окремим тваринам, по групі корів, по стаду взагалі.

Дані кормороздавача в залежності від пристрою, можуть диференційовано розподіляти до шести видів складових кормів (кормосумішка), включаючи білково-вітамінні добавки. Використовуються відомі, переважно об'ємні, принципи дозування, де в якості робочих органів застосовуються шнеки або котушки. Реалізація в кормороздавачах вагового принципу дозування (практичний досвід в цьому існує) підвищує дозувальну точність.

Корми видаються через вивантажний патрубок або транспортер як безпосередньо в загальну стаціонарну годівницю або стіл, так і в пересувну чашкову годівницю, змонтовану на кормороздавачі. Використання останньої дає можливість індивідуалізувати споживання кормових порцій коровою, за рахунок чого раціональніше витрачаються корми, які дорого коштують.

Місце зупинки розподільного автомата для видачі корму фіксується шляхом позиційних позначок на монорейці або спеціальних датчиків, встановлених над годівницями. В нашій розробці локалізація кормового місця

відбувається введенням в мікропроцесор даних дистанційного визначення тварини за сигналом брелка.

Автоматичне розпізнавання (ідентифікація) особин для індивідуального годування застосовується тоді, коли технологія утримання молочної худоби передбачає часті відв'язування і зміни місця розташування корів в стійлах (використання вигульових майданчиків, прифермських пасовищ і т.п.). У таких випадках у кожної корови є свій респондер – носій номера (коду) тварини. Запрограмована порція корму видається тільки тоді, коли корова знаходиться в зоні прийому антеною кормороздавача свого номера-коду, який його передає індивідуальний (нашийний) датчик. Невелика порція концентрованого корму, яку відпускають на кожному скотомісці для збільшення продуктивності тварин, забезпечують потрібну чіткість ідентифікацію худоби.

Практичне застосування подібних засобів автоматизації годування висуває певні вимоги до планування і монтажу монорейкових шляхів переміщення кормороздавальних візків. Це обумовлено тим, що стійловий молокопровід (який в даній технології виробництва молока є найбільш ефективною системою доїння) проходить поблизу на тій самій висоті (1,7-1,9м). Ігнорування цих особливостей під час монтажу може привести до перетину траси кормороздатчика з програмним управлінням для молочної худоби. Аналогічно до конструкції і принципу дії кормороздавальні автомати випускають і для свинарства.

Для прикладу, на рис. 3.1 приведена автоматизована система годівлі корів. Така система для оптимізації норми видачі та управління автоматизованою дозуванням кормів на фермі дозволяє врахувати вік і масу тварини, період лактації, видає на пульт оператора всю необхідну інформацію для управління зооветеринарною роботою.

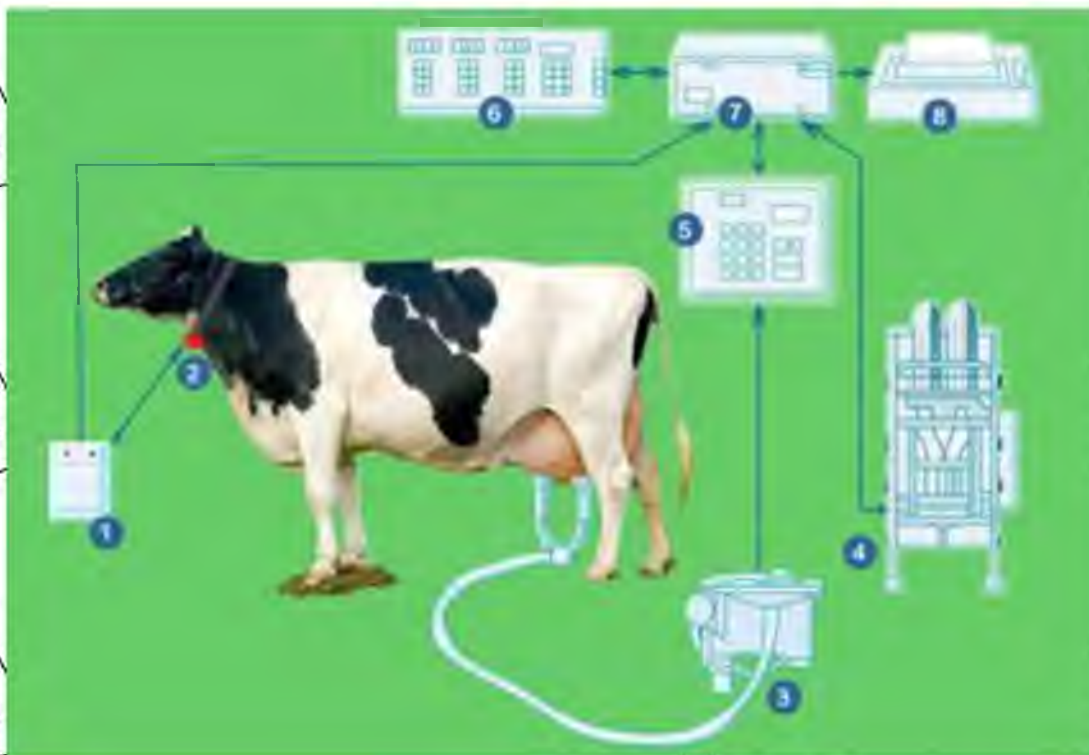


Рис. 3.1. Принципова схема автоматизованої системи годівлі корів:

1 - приймач командного сигналу, 2 - нашийник з електронної биркою; 3 - лічильник молока, 4 - автоматизована кормова станція, 5 - термінал для введення даних і контролю доїння (EOM), 6 - пульт роботи оператора, 7 - процесор, 8 - принтер.

Очевидно, індивідуальна роздача кормів вимагає виконання ряду умов: ідентифікація тварини, вимірювання його продуктивності і наявність керованого дозуючого пристрою.

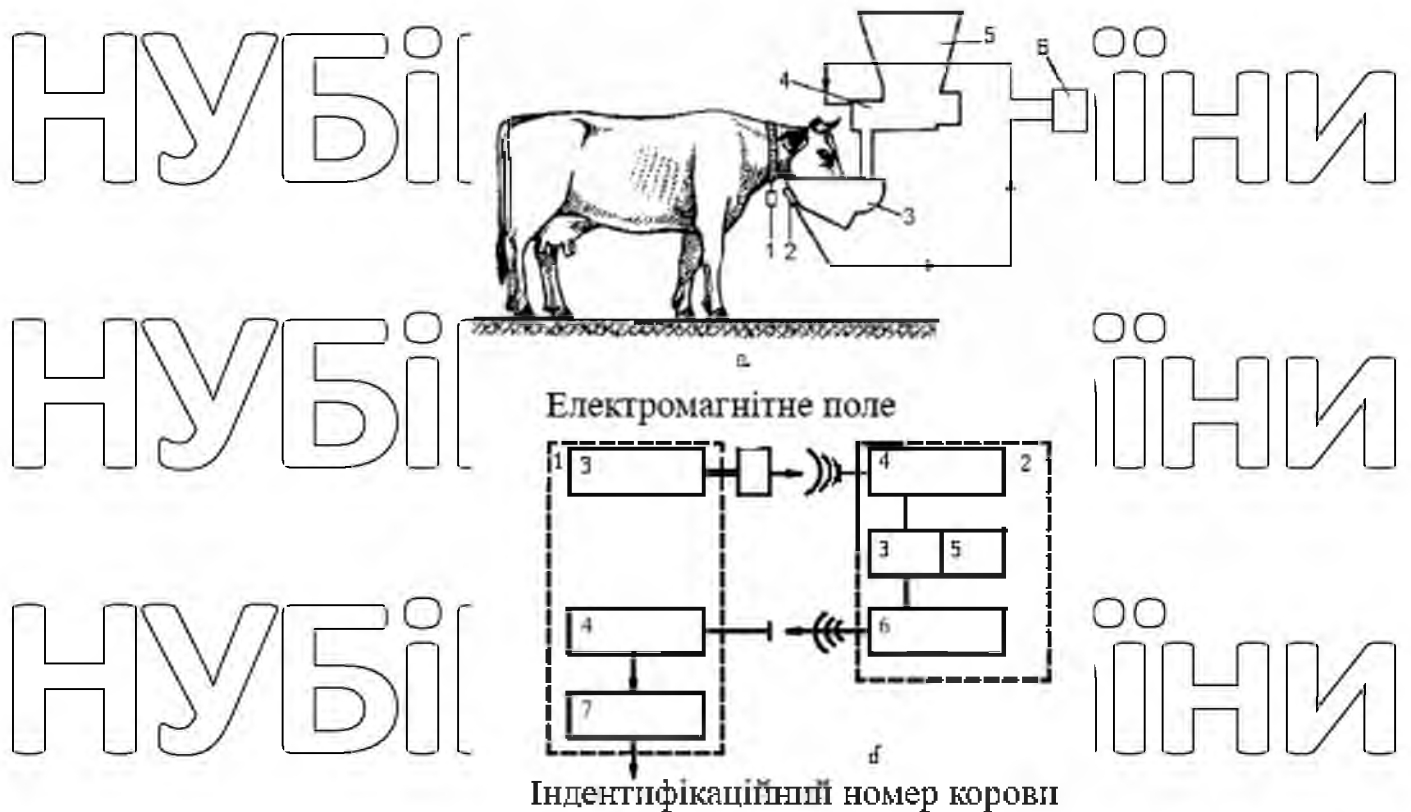


Рис. 3.2. Автоматизована система індивідуальної годівлі ВРХ:

а – технологічна схема системи: 1 – передавач; 2 – приймально-передавальний пристрій; 3 – годівниця; 4 – дозатор; 5 – бункер; 6 – мікроЕОМ; б – функціональна схема: 1 – ідентифікуючий пристрій; 2 – транспортер; 3 – генератор електромагнітних хвиль; 4 – приймальний пристрій; 5 – блок пам'яті; б – передавальний пристрій; 7 – декодуючий пристрій

Автоматичну ідентифікацію тварин здійснюють за допомогою радіотехнічного пристрою – датчика, закріплюваного у вусі або на спеціальному ошийнику

3.2. Дослідження зайнятості засобів механізації, при забезпеченні процесу годівлі великої рогатої худоби

Ефективність використання КПА при виконанні технологічних процесів, пов'язаних з годівлею тварин, залежить від зайнятості агрегату. Теоретично варіантів з використанням КПА для процесів приготування і роздавання

кормової суміші тваринам може бути багато, але на практиці достатньо розглянути тільки два стани, а не всі (рис. 3.3), (рис. 3.4) [26].

Основною умовою є те, що усі процеси, пов'язані із годівлею тварин, відбуваються згідно розпорядку дня і машини та обладнання працюють в справному стані. Одним із варіантів годівлі тварин є використання МККПА, в процесі приготування кормів та їх роздавання в одному приміщенні (рис. 3.3). Візуальне сприйняття проходження процесу приготування та роздавання кормів відображає (рис. 3.4)

Ймовірність виконання процесу приготування та роздавання кормів тваринам

B_{min} можна визначити як

$$B_{min} \equiv 1 - P_{від}, \quad (3.1)$$

де $P_{від}$ – ймовірність того, що процес не буде виконано вчасно, $P_{від} = \frac{\lambda_i}{\lambda_i + \mu_i}$,

λ_i – інтенсивність потоку разової потреби у кормовій суміші, ($i = 1, 2, \dots, n$),

μ_i – інтенсивність роздавання кормової суміші тваринам, ($i = 1, 2, \dots, n$).

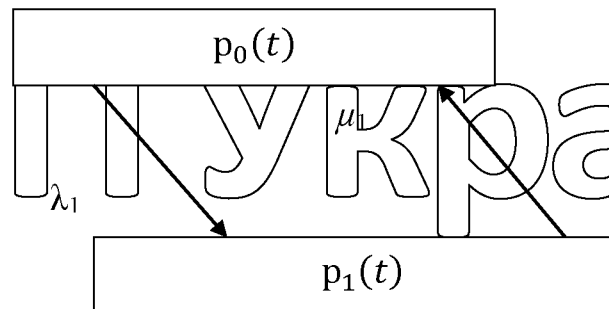


Рис. 3.3. Схема процесу приготування та роздавання кормової суміші, при роботі за зміщеним графіком: p_0 – ймовірність завантаження кормових компонентів, приготування кормової суміші у КПА та її транспортування; p_1 – ймовірність роздавання суміші тваринам

Виражене у відсотках виконання процесу приготування та роздавання кормів може характеризувати Y_{mn} точність (якість) технологічного процесу [26].

$$Y_{mn} = (1 - P_{sid}) \cdot 100\%. \quad (3.2)$$

Позначимо ймовірність станів для будь-якого моменту часу t :

$$p_0(t) + p_1(t) = 1.$$

Процес приготування та роздавання кормів протікає, як в часі, згідно розпорядку роботи ферми (t), так і в заданому діапазоні зоотехнічних вимог до ($t_{розд}$) обслуговування тварин у приміщенні. Диференційні рівняння

Колмогорова, що характеризують ймовірність переходу із стану в стан КПА, можна подати таким чином [26]:

- при завантаженні та приготуванні кормових компонентів

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = -\lambda_1 p_0 + \mu_1 p_1, \quad (3.3)$$

Інтенси́вність λ_1 потоку разової потреби у кормовій суміші, стосовно однієї тваринницької групи (приміщення) характеризується відношенням

$$\lambda_1 = 1/t_n, \quad (3.4)$$

де t_n - затрати часу на забезпечення годівлі тварин в одному приміщенні, год.:

$$t_n = f(t_{зав}, t_{пер}, t_{приз}, t_{пр}, t_{розд}, t_{мх});$$

$t_{зав}$ – час завантаження бункера кормовими компонентами, год.;

$t_{пер}$ – час руху агрегату між місцями зберігання кормових компонентів на кормовому майданчику, год.;

$t_{приз}$ – час, що припадає на приготування кормової суміші, год.;

$t_{пр}$ – час руху агрегату від кормового майданчика до місця роздавання, год.;

$t_{розд}$ – час, затрачений на роздавання кормової суміші, год.;

$t_{рух}$ – час руху агрегату від місця роздавання (або місця відстоювання) до кормового майданчика, год.

Враховуючи, що $p_1 = 1 - p_0$, отримаємо:

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = -\lambda_1 p_0 + \mu_1 (1 - p_0), \quad (3.5)$$

За умови своєчасного обслуговування тварин, інтенсивність μ_1 роздавання кормової суміші становить:

$$\mu_1 = 1/t_{розд}.$$

Підставимо в (3.5) μ_1 та λ_1 , отримаємо

$$p_0 = \frac{1/t_{розд}}{1/t_{п} + 1/t_{розд}} + \frac{1}{e^{(1/t_{п} + 1/t_{розд})t}}, \quad (3.6)$$

Згідно (3.6), вірогідність обслуговування тварин, стосовно виконання операцій з урахуванням інтенсивності потоку разової потреби кормової суміші при роздаванні

$$\frac{dp_1(t)}{dt} = \lambda_1 p_0 - \mu_1 p_1, \quad (3.7)$$

Оскільки, $p_0 = 1 - p_1$, то:

$$\frac{dp_1(t)}{dt} = \lambda_1 (1 - p_1) - \mu_1 p_1, \quad (3.8)$$

$$\frac{dp_1}{dt} = -p_1(\lambda_1 + \mu_1) + \lambda_1, \quad (3.9)$$

- при роздаванні кормової суміші,

$$p_1 = \frac{1/t_{\pi}}{1/t_{\pi} + 1/t_{\text{розд}}} + \frac{1}{e^{(1/t_{\pi} + 1/t_{\text{розд}})t'}} \quad (3.10)$$

Інший варіант використання КПА, стосується приготування кількості корму, якої буде достатньо для годівлі тварин у різних приміщеннях за зміщеним графіком (рис. 3.4). При цьому, при завантаженні та приготуванні кормової суміші в очікуванні на отримання корму, знаходяться тварини в першому та другому приміщеннях.

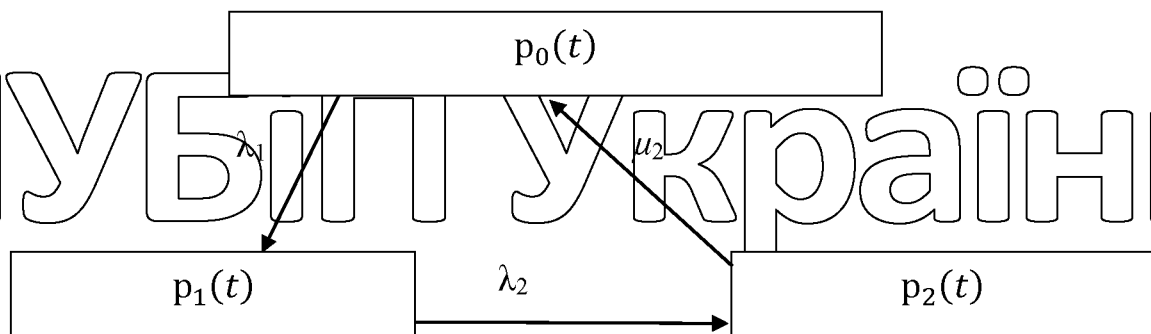


Рис. 3.4. Структурна схема процесу приготування та роздавання кормової суміші: p_0 – ймовірність завантаження кормових компонентів, приготування кормової суміші у КПА та її транспортування; p_1 – ймовірність роздавання суміші тваринам першого приміщення, p_2 – ймовірність роздавання суміші тваринам другого приміщення

Позначимо ймовірність станів для будь-якого моменту часу t :

$$p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) = 1.$$

Відповідно до графу (рис. 3.4), забезпечення годівлі у двох приміщеннях описує система диференціальних рівнянь Колмогорова, які дають уяву про перехід КПА із стану в стан згідно технологічного процесу [26]:

– при завантаженні та приготуванні кормових компонентів:

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = -\lambda_1 p_0 + \mu_2 p_2; \quad (3.11)$$

– при роздаванні кормової суміші у першому приміщенні:

$$\frac{dp_1(t)}{dt} = \lambda_1 p_0 - \lambda_2 p_1; \quad (3.12)$$

– при роздаванні кормової суміші у другому приміщенні:

$$\frac{dp_2(t)}{dt} = \lambda_2 p_1 - \mu_2 p_2. \quad (3.13)$$

При обслуговуванні одним кормоприготувальним агрегатом двох та більше тваринних приміщень, інтенсивність потоку вимог на обслуговування становить:

$$\lambda_1 = 1/t_{n1}, \text{ та } \lambda_2 = 1/t_{n2},$$

де t_{n1} , t_{n2} – затрати часу на забезпечення годівлі тварин відповідно у 1 та 2 приміщеннях, год.

Час на забезпечення годівлі тварин в приміщенні визначають залежно від технології приготування та роздавання кормів:

- для першого приміщення $t_{n1} = t_{зав} + t_{мпер} + t_{приг} + t_{мр} + t_{розд1}$;
- для другого приміщення $t_{n2} = t_{mn1} + t_{розд2} + t_{mx}$,

де t_{mn1} – час руху агрегату від першого до наступного приміщення, год.

Інтенсивність μ_2 роздавання кормової суміші становить:

$$\mu_2 = 1/t_{розд}. \quad (3.14)$$

Враховавши інтенсивність потреб в кормовій суміші та обслуговування при годівлі тварин отримаємо:

$$p_0 = \frac{\frac{1}{t_{\text{розд}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{п2}}}}{\frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{розд}}} + \frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{п2}}} + \frac{1}{t_{\text{п2}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{розд}}}};$$

$$p_1 = \frac{\frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{розд}}}}{\frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{розд}}} + \frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{п2}}} + \frac{1}{t_{\text{п2}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{розд}}}};$$

$$p_2 = \frac{\frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{п2}}}}{\frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{розд}}} + \frac{1}{t_{\text{п1}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{п2}}} + \frac{1}{t_{\text{п2}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{розд}}}}.$$
(3.15)

Розв'язком системи рівнянь (3.15) є:

- при завантаженні та приготуванні кормових компонентів,

$$p_0 = \frac{t_{\text{п1}}}{t_{\text{п2}} + t_{\text{п1}} + t_{\text{розд}}};$$
(3.16)

- роздавання кормової суміші у першому приміщенні,

$$p_1 = \frac{t_{\text{п2}}}{t_{\text{п2}} + t_{\text{п1}} + t_{\text{розд}}};$$
(3.17)

- роздавання кормової суміші у другому приміщенні,

$$p_2 = \frac{t_{\text{розд}}}{t_{\text{п2}} + t_{\text{п1}} + t_{\text{розд}}}.$$
(3.18)

Спільна робота КПА та навантажувальних засобів в системі масового обслуговування, характеризується різними кількісними показниками, серед яких є:

- число зайнятих навантажувальних агрегатів, $n_{\text{наз}}$:

$$n_{\text{наз}} = \frac{t_{\text{зав}}}{t_{\text{тр}} + t_{\text{зав}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{приг}} + t_{\text{гх}} + t_{\text{розд}}};$$
(3.19)

– коефіцієнт простою навантажувального агрегату $K_{\text{пр нав}}$

$$K_{\text{пр нав}} = \frac{t_{\text{тр}} + t_{\text{твер}} + t_{\text{приг}} + t_{\text{тх}} + t_{\text{розд}}}{t_{\text{тр}} + t_{\text{зав}} + t_{\text{твер}} + t_{\text{приг}} + t_{\text{тх}} + t_{\text{розд}}} \quad (3.20)$$

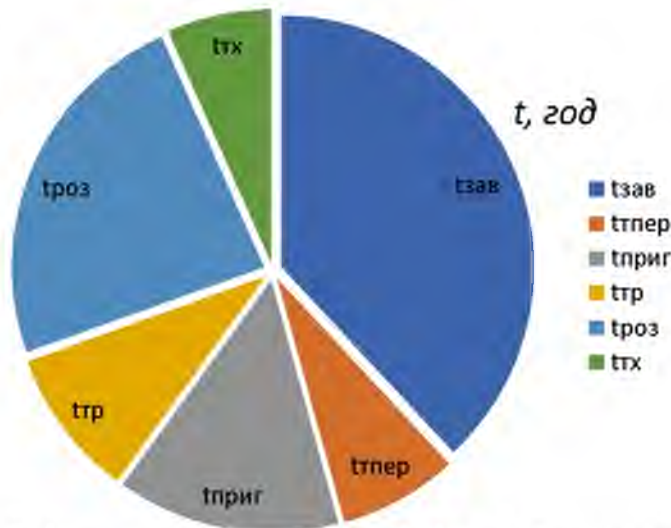


Рис. 3.5. Розподіл часу, затраченого на приготування кормової суміші

Стримані результати дають можливість визначати перелік обладнання, залежно від технології годівлі тварин та їх кількості, яке максимально відповідало б вимогам приготування та роздавання кормів.

3.3. Дослідження кормоприготувального агрегату

Процеси, які відбуваються у кормоприготувальному агрегаті надзвичайно складні. Оскільки КПА здійснює перетворення кормових компонентів різних за своїми фізико-механічними властивостями у кормову суміш, відповідно повинні бути враховані усі можливі варіанти властивостей, які будуть впливати на якісні показники останньої [1, 3, 4, 7, 32].

В середині бункера КПА є чотири основних зони: дві подрібнення та дві змішування (рис. 3.6).

Розглянемо принцип роботи КПА. Почергове завантаження кормових компонентів дає можливість (при переїзді від одного сховища кормів до іншого) частково подрібнювати та змішувати кормові компоненти між собою [1, 4, 7, 32].

Для ефективного змішування та подрібнення в КПА повинно відбуватись зсування шарів корму та забезпечуватись турбулентний рух матеріалу. Для цієї мети служать багато пристосувань. Найбільш ефективним виходячи з того, що в КПА відбувається приготування порції корму є вертикально розміщений гвинтовий (шнековий) транспортер із змінним діаметром витка. Беручи до уваги, що кут природного схилу для кожного компонента кормового раціону різний, для вихідних умов потрібно вибрати той компонент, масова частка раціону якого становить максимум та має достатньо великий кут природного схилу. Таким кормовим компонентом є силос [1, 3, 4, 7, 32].

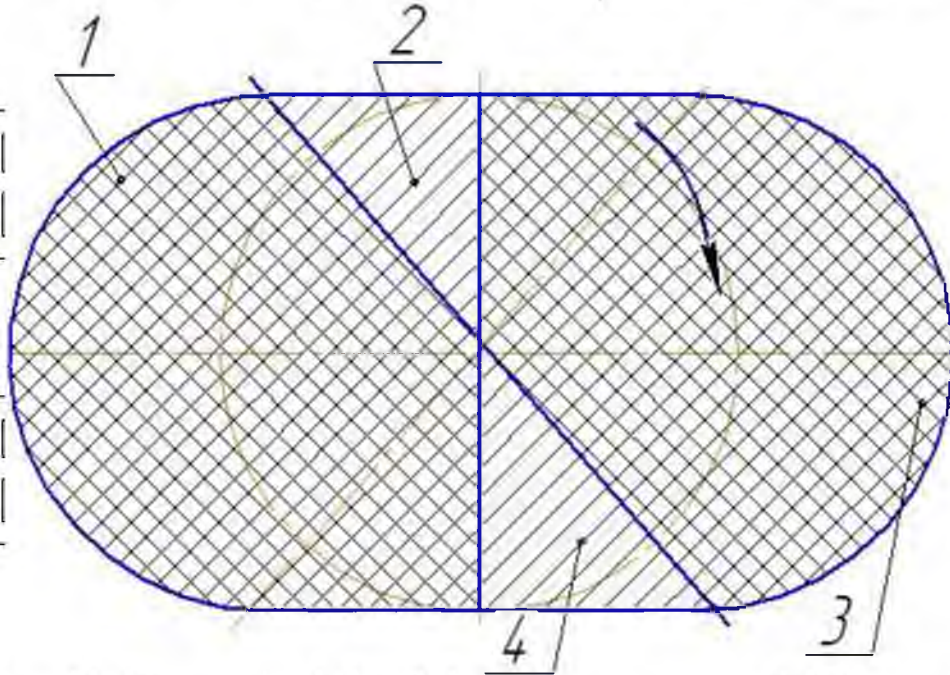


Рис. 3.6 – Зони бункера КПА

2, 4 – зони подрібнення, 1, 3 – зони змішування.

Об'єм бункера визначається з врахуванням кількості тварин, норми видачі на одну голову та кратності годівлі).

Бункер КПА складається із двох основ нижньої та верхньої. Нижня основа бункера має форму круга, а верхня складається із двох радіусів нижньої основи з центрами віддаленими від основи нижньої основи на величину $L/2$ (рис. 3.7).

Об'єм та форма бункера буде залежати від висоти H між нижньою та верхньою основами. Об'єм бункера складається із двох радіусів нижньої основи бункера та трикутника, глибина якого рівна діаметру нижньої основи бункера, а висота рівна бункеру.

$$V_b = (\pi R^2 H + LHR) \cdot 1,15 \dots 1,20 \quad (3.21)$$

При створенні типорозмірного ряду КПА потрібно визначити які із параметрів формули 1 є технологічними (такими що визначаються), а які будуть залежати від умов експлуатації. Визначаємо радіус нижньої основи бункера.

$$R = \frac{LH \pm \sqrt{L^2 H^2 + \frac{4V_b \pi H}{1,15 \dots 1,20}}}{2\pi H} \quad (3.22)$$

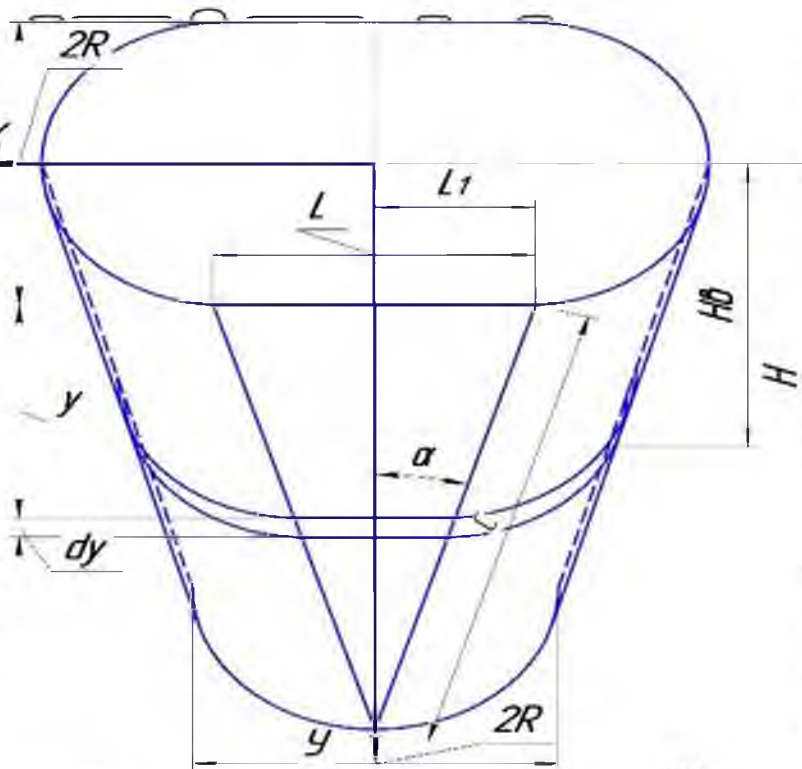


Рис. 3.7. Бункер КПА

У формулі 2 одним із невідомих є величина L . Висота H буде залежати від параметрів обслуговуючих машин, приміщень та міркувань безпечної експлуатації КПА. Для подальшого проектування потрібно визначити кут α (кут

встановлення стінки по відношенню до вертикальної осі КПА) та розглянути процеси, які протікають у КПА під час роботи. Кормові компоненти, які подаються в КПА, мають різні фізико-механічні властивості, а згідно зоотехнічних вимог кормова суміш повинна мати високу рівномірність змішування, а величина часток наближатись до розмірів 15-20 мм. Враховуючи зони зображені на рис. 3.6 та форму бункера рис. 3.7 розглянемо рух кормових компонентів в середині бункера. При сталому русі кормових компонентів в середині бункера КПА відбуваються процеси подрібнення та змішування кормових компонентів.

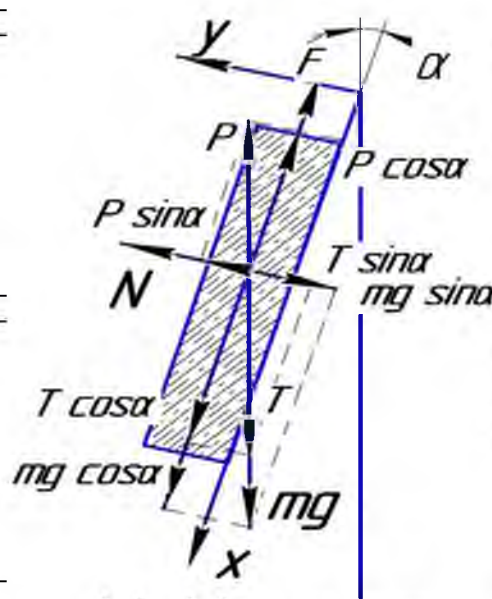


Рис. 3.8. Схема дії сил на шар корму, який рухається по стінці бункера

При цьому процес подрібнення відбувається при переході з розширеної зони 1, 3 до звуженої 2, 4, а змішування вимагає збільшення простору, а також згідно зоотехнічних вимог до роботи КПА в середині бункера не повинно бути застійних зон. Кормові компоненти з однаковою швидкістю повинні рухатись до низу по похилих стінках бункера КПА.

На рис. 3.8 приведено похилу під кутом α до вертикалі площину стінки бункера на якій розміщено шар кормової суміші. На останній діють наступні сили: тяжіння – mg , тертя – T , опору середовища P , тиску корму – T , нормальна реакція площини – N .

З умови рівноваги сил маємо:

$$\sum P_x = mg \cos \alpha + T \cos \alpha - P \cos \alpha - F = 0 \quad (3.23)$$

$$\sum P_y = N + P \sin \alpha - T \sin \alpha - mg \sin \alpha = 0 \quad (3.24)$$

Сила тиску T на поверхню борта бункера у будь-якому місці висотою dy

дорівнює:

$$dT = \gamma \frac{\pi R \beta}{180} \cdot y dy \quad (3.25)$$

де γ - питома вага корму, Н/м^3 ;

β - сектор бункера становить 180° .

Звідси

$$T = \gamma \frac{\pi R \beta}{180} \cdot \int_0^H y dy = \gamma \frac{\pi R \beta}{180} \cdot \frac{H^2}{2} = \frac{\gamma \pi R \beta}{180} \cdot \frac{H^2}{2} = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \quad (3.26)$$

Прирівнюючи

$$mg \sin \alpha = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \sin \alpha,$$

$$mg \cos \alpha = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cos \alpha,$$

$$N = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360},$$

$$F = N \cdot f_\sigma = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\sigma,$$

$$P = N \cdot f_\kappa = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\kappa$$

f_σ, f_κ - коефіцієнти тертя кормових компонентів по стішці бункера та внутрішнього тертя корму.

Запишемо рівняння 3.24 у вигляді

$$\sum P_y = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\kappa \cdot \sin \alpha - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot \sin \alpha - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot \sin \alpha = 0 \quad (3.27)$$

$$\frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\kappa \cdot \sin \alpha + 2 \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \sin \alpha \quad (3.28)$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2 - f_\kappa}, \quad \alpha = \arcsin \frac{1}{2 - f_\kappa} \quad (3.29)$$

При такому куті встановлення стінки бункера кормова суміш буде в стані максимально наближеної до початку руху. Це означає, що при проектуванні кут

α потрібно вибирати в сторону зменшення.

Знаходимо величину $L_1 = L/2$. Для цього використаємо теорему Піфагора

$$H^2 + (L_1)^2 = c^2 \quad (3.30)$$

$$L_1 = \sqrt{c^2 - H^2}$$

$$c^2 = 1,6^2 + 0,74^2 = 2,56 + 0,555 = 3,11,$$

$$c = 1,76 \text{ м.}$$

$$c = \frac{H}{\cos \alpha} \quad (3.31)$$

$$\cos \alpha = \frac{H}{c} \quad (3.32)$$

$$\cos \alpha = \frac{1,6}{1,76} = 0,909$$

$$\alpha = 24,62^\circ$$

Запропонований метод обґрунтування параметрів бункера кормоприготувального агрегату дає можливість більш повно оцінити процес приготування кормової суміші у бункері КПА та отримати математичні моделі визначення об'єму бункера, які будуть залежати від технологічних та експлуатаційних параметрів.

РОЗДІЛ 4

ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Програма експериментів

Відповідно з поставлених завдань, а також для перевірки достовірності теоретичних передумов програма експериментальних досліджень включає такі питання [11, 15, 17]:

- дослідити залежності продуктивності, якості і енергоємності процесу переробки кормової сировини від основних параметрів кормоприготувального агрегату;

B_6 – ширини бункера, шт;

n_m – частота обертання турбошнека, с-1;

D_p – діаметр турбошнека, м;

Z_p – кількість ножів турбошнека, шт;

- на основі регресивного аналізу розробити математичні моделі технологічного процесу переробки кормів за визначеними параметрами оптимізації (продуктивність, енергетичні та якісні показники процесу кормоприготування);

- визначити за мінімальною енергоємністю процесу (із врахуванням обмежень, нормативних зоотехнічних вимог щодо показників якості) раціональні конструктивні і кінематичні параметри кормоприготувального агрегату;

- за результатами досліджень розробити і перевірити у виробничих умовах модельний зразок мобільного кормоприготувального агрегату, оцінити його ефективність [26].

Таблиця 4.1. – Фактори та рівні їх варіювання

Назва факторів		Рівні факторів			
		-1	0	+1	Інтервал
B_6 – ширини бункера, м	X_1	1,8	2,0	2,2	0,2
Z_p – кількість ножів турбошнека, шт	X_2	5	7	9	2
n_m – частота обертання турбошнека, с ⁻¹	X_3	20	40	60	20
D_m – діаметр турбошнека, м	X_4	1,5	1,7	1,9	0,2

4.2. Методика визначення фізико-механічних властивостей кормової сировини

При дослідженні технологічних процесів кормоприготувальних машин неможливо обійтись без даних про деякі фізико-механічні властивості вихідних матеріалів, які підлягають обробці (подрібненню, змішуванню тощо). У нашому випадку досліджували вплив на якісні та енергетичні показники основних параметрів процесу та технічного засобу одночасного подрібнювання і змішування кормів. За базову вихідну сировину для досліджень були прийняті грубі корми та коренебульбоплоди, як основні складові раціонів рогатої худоби в господарствах зони Лісостепу України [11, 15, 17, 30].

Цілий ряд механіко-технологічних властивостей вихідних кормових компонентів в тій чи іншій мірі впливають на ефективність процесу подрібнення та змішування кормів. В своїх дослідженнях ми обмежились лише тими з них, які безпосередньо впливають на згадані процеси і входять до складу одержаних теоретичних залежностей. В процесі досліджень визначали такі механіко-технологічні властивості кормових компонентів: розмірні характеристики, об'ємну масу, вологість.

У процесі подрібнення відбувається зменшення розміру часток перероблюваного матеріалу [11, 30]. Показник кратності зменшення їх крупності – це ступінь подрібнення матеріалу λ визначається як відношення середніх

розмірів часток вихідної сировини α_{cp} і кінцевого продукту $l_{cp.36}$:

$$\lambda = \frac{\alpha_{cp}}{l_{cp.36}} \quad (4.1)$$

Довжину часток вихідних кормових компонентів та кормової суміші визначали середньоарифметичною величиною варіаційного ряду:

Розбірку проб стеблових кормів при визначенні фракційного складу проводили вручну. При цьому визначали також долю розщеплених стебел

вздовж волокон і процентне співвідношення часток заданого розміру. Масу проби G_0 для визначення цих показників брали рівною 500 г.

Щільність кормових компонентів і кормосумішей визначали зважуванням порції корму, вкритої у мірну ємність об'ємом 1 м^3 .

Середня щільність не подрібнених коренеплодів становила 324 кг/м^3 , при діаметрі 135 мм та довжині 287 мм, грубих кормів (солома озимої пшениці) після комбайнування $4,5 \text{ кг/м}^3$, а попередньо подрібненої до 118 мм 27 кг/м^3 .

Визначення вологості корму здійснювали методом висушування зразків у сушильній шафі за формулою:

$$W = \frac{G_n - G_k}{G_n} \times 100\% \quad (4.3)$$

де G_n , G_k – маса наважки відповідно до і після сушіння.

Проби зважували на аналітичних терезах ВЧТК – 500 з похибкою $\pm 0,01 \text{ г}$.

Середнє значення вологості становило для коренеплодів 84,7 %, для грубих

кормів 14,6 %. Кут природного схилу кормових компонентів визначали методом

обвалювання. При цьому ящик місткістю 50-100 кг заповнювали продуктом

наполовину. Після вирівнювання шару ящик плавно повертали на 90° і

вимірювали кутоміром кут природного схилу заповненого в ящик матеріалу.

Відбір проб для аналізу проводили на вивантажувальнім транспортері методом

квадратів. При цьому всю кормову суміш вирівнювали і виділяли 20-30

квадратів, з яких і брали проби.

Всі досліді проводили в трикратній повторності.

4.3. Результати експериментальних досліджень

При дослідженні процесу приготування кормів виконують оцінку вибору джерела води, схеми траси водопроводів, розташування об'єктів системи.

В результаті проведених досліджень було виявлено наступні характеристики процесу приготування кормів на фермі ВРХ.

Шляхом визначення кількості спожитої води кожної години було отримано характер водоспоживання на фермі протягом доби та визначено середній рівень споживання води. (рис. 4.1)

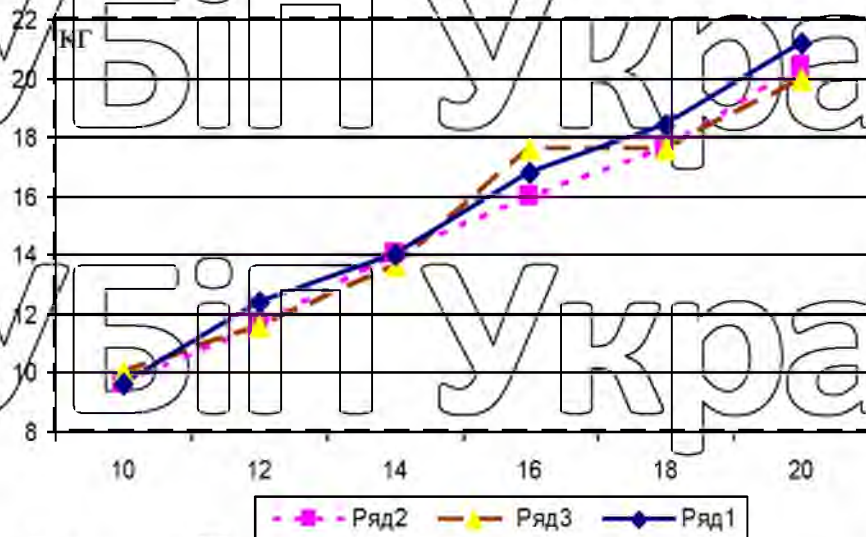


Рис. 4.1 Відповідність порції корму (кг) нормі видачі (кг)

Як видно з діаграми, існує кілька пікових рівнів споживання води, які мають певну періодичність. Тому, враховуючи такий характер, необхідно створювати достатньо суттєвий запас води для зрівноваження.

Потягом року, проводились дослідження споживання води худобою і виявлена залежність рівня споживання води від температури (рис. 4.2).

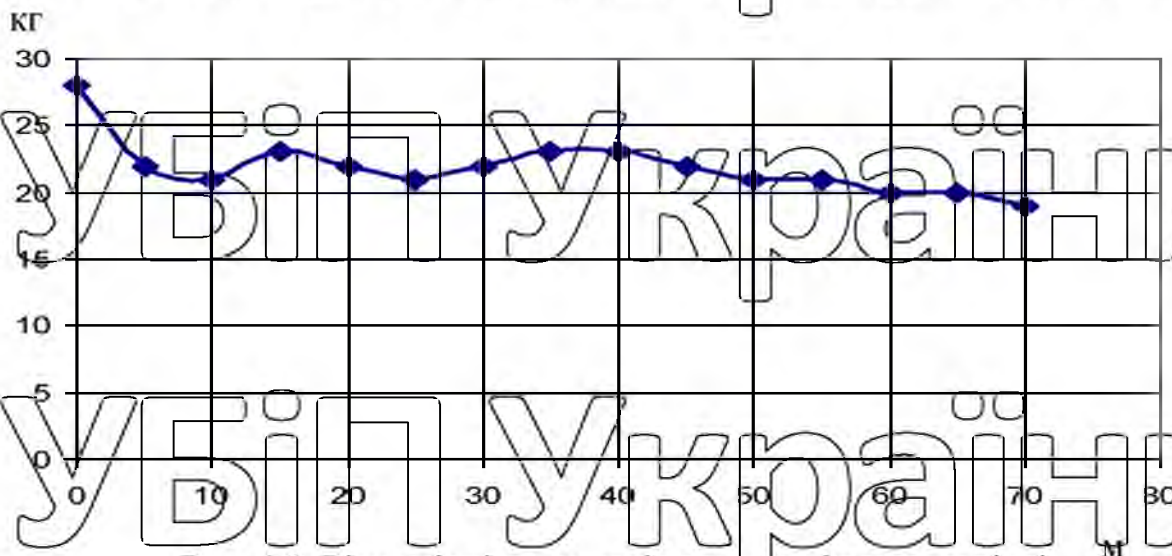


Рис. 4.2. Рівномірність видачі корму по фронту годівлі

В результаті проведених досліджень визначено раціональні режими роботи системи водопостачання на фермі.

Для оцінки якісних характеристик роботи системи водопостачання необхідно провести додаткові дослідження.

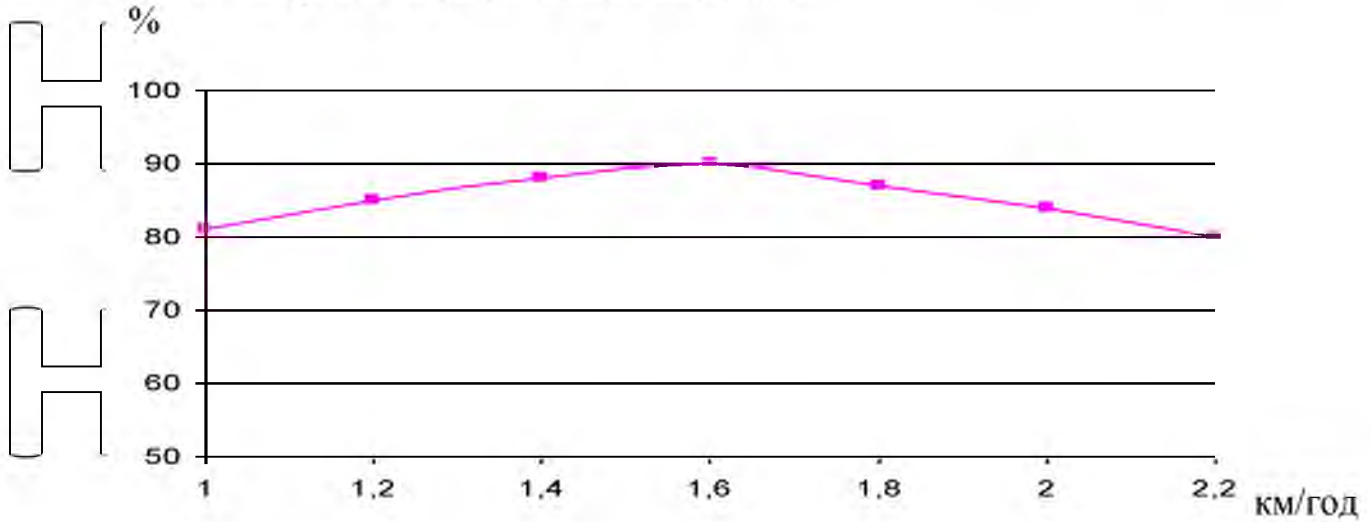


Рис .4. 3 Вплив швидкості руху агрегату на рівномірність видачі корму

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Техніко-економічні показники

Основні капіталовкладення в проектуванні технології приготування кормів складаються із капіталовкладень на обладнання

$$K = C_{об}, \quad (5.1)$$

де $C_{об}$ – вартість машин і обладнання.

Балансова вартість машин і обладнання:

$$B = K \cdot Ц, \quad (5.3)$$

де K – коефіцієнт, що враховує затрати на транспортування машин і обладнання та їх встановлення, $K = 1,3$;

$Ц$ – преysкурантна вартість машин і обладнання, грн.

Балансова вартість кормоприготувального агрегату рівна:

$$B_{пр} = 283500,0 \text{ грн}$$

Капіталовкладення для кормоприготувального агрегату, що проектується складає:

$$K_{пр} = 130000 + 361366,75 = 491366,75 \text{ грн.}$$

Балансова вартість машин і обладнання існуючої технології приготування корму складає:

$$C_{об.існ.} = 208836,75 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення для існуючої технології складають:

$$K_{існ.} = 270000 + 208836,75 = 478836,75 \text{ грн.}$$

Додаткові капіталовкладення становлять

$$K_{дод} = K_{пр} - K_{існ.} = 491366,75 - 478836,75 = 12530,0$$

Річну програму кормоприготувального агрегату, що проектується знаходимо за формулою:

$$P_K = T \cdot G_d, \quad (5.4)$$

де T – число днів роботи агрегату, $T = 250$ днів;

G_d – добова потреба кормів, $G_d = 10,25$ т/доб.

$$P_{к-пр} = 250 \cdot 10,25 = 2562,5 \text{ т}$$

По даним господарства річна програма для існуючої технології приготування кормів складає:

$$P_{ж.ін.} = 2135,7 \text{ т}$$

Таблиця 5.2. - Економічна ефективність проекту

Назва показників	Існуюча технологія	Кормоприготувальний агрегат
Об'єм кормосуміші, т.	2135,7	2562,5
Капіталовкладення:		
- основні, грн.	478836,75	491366,75
- питомі, грн.	381433,13	406280,96
- додаткові, грн.	-	12530,0
Затрати на 1 т суміші:		
- праці, люд.год./т.	1,64	1,36
- експлуатаційні, грн./т.	144,97	129,78
- приведені, грн./т.	178,6	138,55
Металоємність, кг/т.	351,3	273,2
Енергоємність, кВт.год/т.	22,75	1,41
Річний економічний ефект, грн.	-	7767,76
Термін окупності додаткових капіталовкладень, років.		1,93
Економія:		
- праці, люд.год.	-	106,7
- експлуатаційних затрат, грн.	-	6483,0

Аналізуючи дану таблицю можна відмітити, що технологію, яку ми проектуємо в порівнянні із існуючою технологією приготування кормів, затрати на приготування 1 т кормів знижуються:

- праці на 17,07 %; - експлуатаційні на 10,48 % - приведені на 11,22 %. Крім цього знизилась енергоємність і металоємність процесу.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Загальні положення та вимоги

Головне завдання українського законодавства із безпеки праці стосовно всіх виробничих галузей – це охорона здоров'я працівників, створення безпечних умов праці, які б усували причини професійних захворювань та виробничого травматизму. Особливого значення набуває знання і дотримання законів та правил з техніки безпеки для працівників монтажно-налагоджувальних служб, оскільки їх робота пов'язана з використанням різноманітних транспортних та підйомних машин і механізмів, інструментів, електро- та газозварювального обладнання тощо, неправильне застосування яких може спричинити тяжкі наслідки [20, 21, 27].

До виконання спеціальних робіт – електромонтажні, установлення парових котлів, електро- і газозварювальні, забивання кріплень за допомогою будівельно-монтажних пістолетів та деякі інші – можуть бути допущені лише спеціально навчені робітники, які мають відповідне посвідчення [20, 21, 27].

При проведенні монтажних робіт забороняється:

- пробивати отвори в перекриттях, кріпити на них такелажні пристрої.
- Складати на перекриттях деталі обладнання і матеріали можна лише з дозволу майстра;
- зберігати на місці робіт паливо і легко займисті матеріали (гас, бензин, масло та ін.);
 - скидати вниз кінці троса, донки тощо без попередження про це [18, 19].

Під час монтажних робіт на фермах повинні виконуватись як правила техніки безпеки, так і правила протипожежної охорони. На території ферми, де здійснюються монтажні роботи, повинні бути забезпечені пожежні проїзди до джерел води, а у встановлених місцях – пожежний інвентар.

Перед початком робіт монтажної бригади кожний робітник повинен пройти інструктаж з протипожежної охорони і виконувати всі вимоги пожежної безпеки.

Перевірка та обкатка змонтованого на фермі обладнання повинна здійснюватись у присутності і під керівництвом виконроба (чи майстра).

6.2. Розрахунок вентиляції

Приміщення кормоцеху найчастіше забруднюється пилом, тому проведемо розрахунок вентиляції.

Потрібний повітрообмін $L_{\text{потр}}$, м³/год., залежить від кількості шкідливих речовин, що виділяються в повітря приміщення, гранично допустимої концентрації (ГДК) шкідливої речовини, і обчислюється за формулою (5.1).

$$L_{\text{потр}} = \frac{G}{q_{\text{ГДК}} - q_0} ; \quad (6.1)$$

де: $q_{\text{ГДК}}$ – гранично допустима концентрація пилу, м³/год., приймаємо

$$q_{\text{ГДК}} = 5 \text{ м}^3/\text{год.};$$

q_0 – концентрація пилу в чистому повітрі, м³/год., приймаємо

$$q_0 = 1 \text{ м}^3/\text{год.};$$

G – кількість шкідливої речовини, що виділяє кормоцех за годину, кг/год., приймаємо $G = 0.7 \text{ кг/год.}$

$$L_{\text{под}} = \frac{0,7 \cdot 10^6}{5 - 1} = 175000 \text{ кг/год.};$$

До (20-30)% повітрообміну здійснюється за рахунок неорганізованої вентиляції, (70-80)% повітря чистого потрібно подати у приміщення за допомогою організованої природної вентиляції.

Розрахунок організованої природної вентиляції.

Він зводиться до визначення площі поперечного перерізу трубопроводу S , м^2 ,

$$S = \frac{L_{\text{нотр}}}{V_{\text{в}} \cdot 36000} ; \quad (6.2)$$

де: $V_{\text{в}}$ - швидкість руху повітря у повітрозбірнику, м/с .

Швидкість руху повітря в повітрозбірнику визначаємо за формулою:

$$V_{\text{в}} = \mu \sqrt{\frac{2\Delta H}{\rho_{\text{з}}}} ; \quad (6.3)$$

де: μ - коефіцієнт опору повітря в повітропроводі, приймаємо $\mu=0,5-0,6$;

$\rho_{\text{з}}$, $\rho_{\text{вн}}$ – щільність повітря в середині і зовні приміщення, кг/м^3 ;

ΔH - перепад тиску в повітропроводі, Па ;

Він розраховується по формулі :

$$\Delta H = 9.8 \cdot h \cdot (\rho_{\text{з}} - \rho_{\text{вн}}) ; \quad (6.4)$$

де: h - висота відкритої з обох кінців вентиляційної труби, приймаємо

$h = 4 \text{ м}$.

Щільність повітря ρ , кг/м^3 , розраховується за формулою:

$$\rho = \frac{353}{(273+t)} \quad (6.5)$$

де: t – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Якщо температура в середині приміщення - 17°C , а зовні -25°C , то

$$\rho_3 = 353 / (273 + 25) = 1,184 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{вн}} = 353 / (273 + 17) = 1,217 \text{ кг/м}^3;$$

$$\Delta H = 9,8 \cdot 6 \cdot (1,217 - 1,184) = 1,94 \text{ Па};$$

$$V_{\text{в}} = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,94}{1,184}} = 1,08 \text{ м/с.}$$

Потрібний повітрообмін з врахуванням неорганізованої вентиляції (30%),
 $L_{\text{нотр}}$ м³/год.

$$L_{\text{нотр}} = \frac{100 - 30}{100} \cdot 160000 = 112000 \text{ м}^3/\text{год.};$$

Розраховуємо потрібний переріз повітропроводів S , м²:

$$S = \frac{112000}{1,08 \cdot 3600} = 2,8 \text{ м}^2,$$

тобто діаметр трубопроводів повинен бути $D=2,8\text{м}$. Можна взяти 10
 трубопроводів ($n=10$), діаметром 0,5 м. Тоді

$$L_{\phi} = 10 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 1,08 \cdot 3600 = 7630,2 \text{ м}^3/\text{год.};$$

Таким чином за рахунок природної вентиляції можна подати в приміщення
 повітря, м³/год.:

$$L_{\text{нр}} = L_{\text{неорг}} + L_{\text{орг}}; \quad (6.6)$$

$$L_{\text{нр}} = 0,3 \cdot 160000 + 7630,2 = 55630,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунок штучної вентиляції.

Потрібний повітрообмін штучної вентиляції $L_{\text{нр}}$, м³/год., розраховуємо за
 формулою:

□

$$L_{um} = L_{nomp} - L_{np} \quad (6.7)$$

$$L_{np} = 160000 - 55630,2 = 104369,8 \text{ м}^3/\text{год.};$$

При площі поперечного перерізу повітропроводів $S=4,5 \text{ м}^2$ (5 труб по 0,8м), швидкість руху повітря V_v , м/с розраховуємо по формулі:

$$V_v = \frac{L_{um}}{5 \cdot 3600}; \quad (6.8)$$

$$V_v = \frac{104369,8}{5 \cdot 3600} = 5,8 \text{ м/с.};$$

Потрібний тиск напору H , Па, розраховуємо по формулі:

$$H = \left(\frac{V_v}{m}\right)^2 \cdot \frac{\rho_{\text{вн}}}{2} \quad (6.9)$$

$$H = (5,8/0,6)^2 \cdot (1,184/2) = 54,3 \text{ Па};$$

Втрати напору від опору трубопроводу:

$$H_{\text{вт}} = \tau \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{V \cdot \rho_{\text{вн}}}{2} \quad (6.10)$$

де: τ - коефіцієнт, що враховує опір повітропроводів, приймаємо $\tau=0,02$;

V - середня швидкість руху повітря, м/с.;

D - довжина повітропроводів, м;

l - довжина повітропроводів, м.

$$H_{\text{вт}} = 0,02 \cdot \frac{40}{0,8} \cdot \frac{5,8^2 \cdot 1,184}{2} = 19,5 \text{ Па};$$

Для вентилятора Ц-4-70N10 при частоті обертання $\omega = 300 \text{ об/хв.}$, ККД=0,8:

$$N = \frac{20873,96 \cdot 78,7}{3600 \cdot 0,8 \cdot 0,95} = 912 \text{ Вт}$$

Таким чином необхідно мати двигун потужністю не менше 0,9 кВт.

ВИСНОВКИ

1. Результати дослідження показали, що розвиток тваринництва в Україні характеризується щорічним скороченням розмірів виробництва і поголів'я сільськогосподарських тварин, зниженням інвестиційної привабливості тваринницьких підприємств, постійним загостренням конкурентної боротьби, порушенням виробничих відносин між виробниками, переробниками тваринницької продукції та торгівельними структурами.

2. Розроблена універсальна схема приготування кормової суміші, яка зменшить транспортні витрати у 1,3 рази. Обґрунтована конструктивна схема, визначені параметри кормоприготувального агрегату.

3. В результаті проведеного теоретичного аналізу обґрунтовано раціональний склад кормоприготувального агрегату. до складу входить пристрій для завантажування кормів їх дозування змішування та видача готового комбікорму.

4. Одержані теоретичні залежності, які відображають вплив параметрів об'єму бункера, на продуктивність та показники якості процесу приготування кормової суміші в агрегаті тривалість змішування становить 8-10 хв.

5. Застосування кормоприготувального агрегату дозволить задовольнити потребу тварин у кормах та підвищити їх виробництво на 426,8 тон в рік. Надається можливість раціонально використовувати кормові компоненти та покращити їх якість.

6. Приведені пропозиції по безпечному виконанню робіт процесу приготування кормової суміші унеможливить травми при їх дотриманні.

Приведені заходи з охорони праці при монтажі та експлуатації обладнання, а також прораховано систему захисту від блискавки.

7. Економічна оцінка розробленої лінії кормоприготування показує, що затрати на приготування 1 т кормів знижуються:

- праці на 17,07 %; - експлуатаційні на 10,48 % - приведені на 11,22 %. Крім цього знизилась енергоємність і металоємність процесу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаревська К.В. Тенденції розвитку аграрного сектору економіки України. Економіка АПК. 2014. № 11. С. 36—42.
2. Лопатинський Ю.М. Трансформація сільського господарства та села: ювілейний збірник наукових статей. За ред. Ю.Е. Губені. Л.: ЛНАУ. 2010. 420 с.
3. Онищенко О.М., Юрчишин В.В. Сільське господарство, село і селянство України у дзеркалі пострадянської аграрної політики. Економіка України. 2006. № 1. С. 4—14.
4. Palei T. Assessing the Impact of Infrastructure on Economic Growth and Global Competitiveness. In: Procedia Economics and Finance. 2015. 23. P. 168—175.
5. Степанюк О. Тваринництво в Україні — відродження чи занепад? Агробізнес сьогодні. 2012. № 11. С. 40—43.
6. Сільське господарство України 2010: статистичний збірник. К.: Державна служба статистики України, 2011. 384 с.
7. Сільське господарство України 2018: статистичний збірник. К.: Державна служба статистики України, 2019. 235 с.
8. Сільське господарство України 2019: статистичний збірник. К.: Державна служба статистики України, 2020. 221 с. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/05/zb_tvarynyu_2019.pdf
9. Стан тваринництва в Україні у 2010 році: статистичний бюлетень. К.: Державна служба статистики України, 2011. 33 с.
10. Тваринництво України 2019: статистичний збірник. К.: Державна служба статистики України, 2020. 157 с.
11. Tilman D, Fargione J, et al. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. Science. 292: 281—284.
12. Тульчинська С.О., Кириченко С.О. Дослідження методичних підходів оцінки розвитку соціальної інфраструктури в регіонах. Економічний вісник НТУУ "КПІ". Вип. 14. К.: Видавництво "Політехніка", 2017. С. 67—74.

13. Машина та обладнання для тваринництва. І.І. Ревенко, М.В. Брагінєць, В.С. Хмельовський. – К.: ТОВ «ЦП Компринт», 2018. 567.

14. Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві : навч. посіб. з викон. диплом. проектів з механізації тваринництва на освіт.-кваліфікац. рівні Бакалавр / Бендера І. М. [та ін.] ; [за ред. І. М. Бендери, В. П. Лаврука], Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т. – Кам'янець-Подільський : Сисин О.В. : Абетка, 2011. 564 с.

15. Тнучкі гвинтові конвеєри: проектування, технологія виготовлення, експериментальні дослідження / Гевко І. Б., Лещук Р. Я., Гудь В. З., Дмитрів О. Р., Дубиняк Т. С., Навроцька Т. Д., Круглик О. А. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. – 208 с.

16. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Мамасайдов М.Т. Теория вертикальных шнековых механизмов.- Фрунзе.: Издательство Илим, 1978. 162 с.

17. Проектування технологічних процесів у тваринництві. І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. – Київ: ТОВ «ЦП Компринт», 2018. 239 с.

18. Vasyl Khmelovskyi, Svitlana Rogach, Oksana Tonkha, Yuriy Rosamaha
QUALITY EVALUATION OF MIXING FODDER BY MOBILE COMBINED
UNITS. Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering
13th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL
DEVELOPMENT Proceedings, Volume 18 May 22-24, 2019 Jelgava 2019. P. 299 –
305.

19. Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько та ін. ; За ред. І.І. Ревенка. -К.: Урожай, 1994. - 264 с.

20. Машина і обладнання для тваринництва Ревенко І.І., Хмельовський В.С., Заболотько О.О. та ін. – Ніжин, ПП Лисенко М.М. 2017. 304 с.

21. Войтюк В.Д., Мельник І.І., Гречкосій В.Д. Експлуатація машин у рослинництві. Ніжин: «Міланік-Дизайн» – 2009. – 320 с.

22. Яснецкий В.А., Єрмоленко В.О., Гарькавий А.Д. Зниження енергозатрат у тваринництві. – К.: Урожай, 1989. – 136с.

23. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І., Манько В.М., Чос М.М., „Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. - К.: Урожай, 1999. - 200 с.

24. Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І., Машиновикористання у тваринництві. - К.: Урожай, 1999. - 208 с.

25. Ревенко І.І., Мозоленко Є.М., Чос М.М., Посібник майстра-налагоджувача обладнання тваринницьких ферм і комплексів. - К.: Урожай, 1992. - 264 с.

26. Хмельовський В. С. Дослідження зайнятості мобільних засобів механізації при забезпеченні процесу годівлі тварин. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація і автоматизація виробничих процесів. 2018. Вип. 5 (33). С. 56–60.

27. Основи експлуатації машинно-тракторного парку. Демидко М.О., Мельник І.І., Бондар С.М. - Ніжин.: АСПЕКТ – Поліграф, 2006. – 180 с.

28. Експлуатація машин у рослинництві. Войтюк В.Д., Мельник І.І., Гречкосій В.Д. - Ніжин.: «Milanik-Дизайн», 2009. 320 с.

29. www.milagro.kiev.ua

30. www.ukrstat.gov.ua

31. Ревенко І.І., Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва. - К.: Урожай, 1994. - 288 с.

32. Войналович О.В. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. // Войналович О.В., Марчишина Є.І., Кофто Д. Г. / - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. 418.

33. Войналович О.В. Охорона праці у сільському господарстві. / Войналович О.В., Марчишина Є.І. / – К.: Видавництво «Основа», 2014. 176 с.

34. Монтаж і пусконаладження фермської техніки / І.І. Ревенко, М.В. Брагінєць, В.Д. Роговий та ін. ; За ред. І.І. Ревенка. - К.: Кондор, 2004. 400 с.

35. Звіт економічного відділу СТОВ «Фобос» с. Дубівка, 2021. 23 с.

36. Погорілець О.М., Волянський М.С., Войтюк В.Д. Гідропривід сільськогосподарської техніки. – К.: Вища освіта, 2004. – 368 с.

37. Машина та обладнання для тваринництва. І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009. – 730 с.

38. Машина та обладнання для тваринництва. Посібник-практикум. І.І.Ревенко, О.О.Заболотько та ін. - К.: Кондор, 2012. – 564 с.

39. Войналович О.В. Охорона праці у сільському господарстві. / Войналович О.В., Марчишина Є.І. / – К.: Видавництво «Основа», 2014. 176 с.

40. Кравчук В.І. Ергатичні вирішувальні системи та штучний інтелект в управлінні агропромисловим виробництвом / В.І. Кравчук, Г.Л. Баранов // Стратегія розвитку України: економіка, соціологія, право. № 12, 2007, С. 565-568.

41. Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1990. 624 с.

42. Погорілий Л.В. Шляхи стабілізації та відтворення потенціалу агроєкосистем /Л.В. Погорілий, В.С. Таргоня // Вісті Академії інженерних наук України. 2003. №2. С. 15–20.

43. Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,31 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86 с.

44. Машина та обладнання для тваринництва. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. – К.: Кондор, 2009. 730 с.

45. Хорунженко В.Е. и др. Состояние и перспективы развития комбинированных агрегатов/ В.Е. Хорунженко, А.И. Мордухович, В.А. Юзбашев // Механизация и электрификация сельского хоз-ва. – 1985. – № 5. – С. 33-35.

НУБІП І УКРАЇНИ

46. Булгаков В. М. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого
 гичкозбирального агрегату / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, Є. І. Ігнат'єв // Вісник аграрної науки. – 2017. – №3. – С. 47-53.

47. Bulgakov V. Theoretical investigation of aggregation of top removal
 machine frontally mounted on wheeled tractor / V. Bulgakov, V. Adamchuk, S.
 Ivanovs, Y. Ihnatiev // Engineering for rural development. – Jelgava, 2017. – Vol. 16.
 – p.p. 273–280.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП **ДОДАТКИ** України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України