

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Удосконалення технологічного процесу
роздавання кормів на молочно-товарній фермі з удосконаленням
фермського комбайна**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-1-21
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Богун Максим Іванович

Керівник: _____ Івлєв Віталій Володимирович

Рецензент: _____ Лепереда Володимир Юрійович

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем
Рівень вищої освіти: «Бакалавр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
інжинірингу технічних систем
(назва кафедри)
ДОЦЕНТ
(вчене звання)
Дудін В.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Богун Максим Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічного процесу роздавання кормів на молочно-товарній фермі з удосконаленням фермського комбайна

керівник проєкту Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для роздавання кормів на фермах ВРХ. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика тваринництва. 2. Удосконалення технологічного процесу роздавання кормів. 3. Удосконалення фермського комбайна. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Загальний вигляд. 3. Складальне креслення. 4. Складальне креслення. 5. Ніж. 6. Виток. 7. Втулка. 8. Гайка. 9. Економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Івлєв В.В., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р._____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2025 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2025 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2025 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2025 р.	
5	Економічний	до 22.05.2025р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2025 р.	

Здобувач

(підпис)

Богун М.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Івлєв В.В.

(прізвище та ініціали)

Затверд.	Дудін			проекту	ЛДАЕУ ДІ-1-
----------	-------	--	--	---------	-------------

АНОТАЦІЯ

Богун М.І. Удосконалення технологічного процесу роздавання кормів на молочно-товарній фермі з удосконаленням фермського комбайна / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У дипломному проєкті викладено вступні положення, здійснено аналіз виробничої діяльності базового господарства та сформульовано обґрунтування необхідності створення механізованої технологічної лінії приготування і роздавання кормів. На основі вивчення зоотехнічних вимог виконано техніко-технологічний розрахунок лінії. Проведено модернізацію мобільного кормороздавача-змішувача. Запропоновано комплекс заходів для поліпшення умов праці та забезпечення техніки безпеки під час процесу годівлі тварин. Представлено економічне обґрунтування запропонованих рішень. У завершальній частині проєкту сформульовано висновки та наведено список використаних джерел.

Ключові слова: ВРХ, структура стада, корми, ферма, молоко, механізована технологічна лінія, мобільний кормороздавач

ЗМІСТ

Вступ	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТВАРИННИЦТВА	9
1.1 Загальні відомості про господарство	9
1.2 Стан тваринництва	10
1.2.1 Поголів'я тварин	10
1.2.2 Рівень механізації виробничих процесів	12
1.3 Перспективи розвитку підприємства	13
1.4 Обґрунтування теми проекту	13
1.5 Висновки	14
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ	15
2.1 Вибір технології забезпечення процесу	15
2.1.1 Традиційні технології	15
2.1.2 Нові технології	16
2.2 Вибір типу роздавача змішувача	17
2.3 Зоотехнічні вимоги до фермських комбайнів	19
2.4 Визначення необхідної кількості сховищ кормів	20
2.5 Обґрунтування механізації процесу	21
2.6 Висновки	28
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ФЕРМСЬКОГО КОМБАЙНА	30
3.1 Актуальність питання	30
3.2 Огляд існуючих конструкцій	31
3.3 Розробка варіанту удосконалення	32
3.3.1 Визначення технологічних параметрів комбайна	33
3.3.2 Визначення силових параметрів комбайна	34
3.3.3 Визначення конструкційних параметрів	37

3.4	Робочий процес комбайна	39
3.5	Висновки	39
4	Охорона праці	41
4.1	Загальні вимоги	41
4.2	Інструкція з охорони праці для оператора фермського комбайна	42
4.3	Висновки	45
5	Економічна оцінка	47
5.1	Вихідні дані	47
5.2	Розрахунок показників економічної ефективності	48
5.3	Висновки	49
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	50
	Бібліографія	51
	Додатки	55

ВСТУП

Однією з ключових галузей сільського господарства, що забезпечує продовольчу безпеку держави, є тваринництво, зокрема молочне скотарство. Підвищення продуктивності та ефективності виробництва молока неможливе без належної організації годівлі тварин, яка безпосередньо впливає на їх продуктивність, здоров'я та економічні показники ферми загалом.

У сучасних умовах господарювання важливого значення набуває впровадження раціональних, енергоощадних та ефективних технологій, що передбачають комплексну механізацію процесів. Особливе місце в цьому займає технологічна лінія приготування та роздавання кормів. Її вдосконалення дозволяє зменшити трудові витрати, забезпечити рівномірність і своєчасність годівлі, покращити зооветеринарні умови утримання тварин.

Особливої уваги потребують питання модернізації машин і обладнання, які використовуються у технологічному процесі. У даному дипломному проєкті розглядається вдосконалення мобільного кормороздавача - фермського комбайна, що є основним елементом роздавальної лінії на молочно-товарній фермі.

Метою роботи є розробка й обґрунтування технічних рішень щодо покращення функціонування кормороздавального процесу, що сприятиме підвищенню продуктивності тварин, зниженню собівартості продукції та підвищенню рентабельності господарства.

У дипломному проєкті виконано аналіз виробничої діяльності ферми, наведено характеристику технологічного процесу роздавання кормів, розроблено заходи з удосконалення конструкції кормороздавача, а також надано економічну оцінку запропонованим рішенням. Окрему увагу приділено питанням охорони праці та безпеки експлуатації техніки на фермі.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТВАРИННИЦТВА

1.1 Загальні відомості про господарство

Приватне сільськогосподарське підприємство «Агрофірма «Перше Травня» знаходиться в с/т Томаківка, що розташоване за 100 км від міста Дніпро - обласного центру. Господарство має зручне асфальтоване транспортне сполучення з Дніпром, а також із містами Запоріжжя (42 км) та Марганець (22 км), що створює сприятливі умови для реалізації сільськогосподарської продукції на локальних ринках.

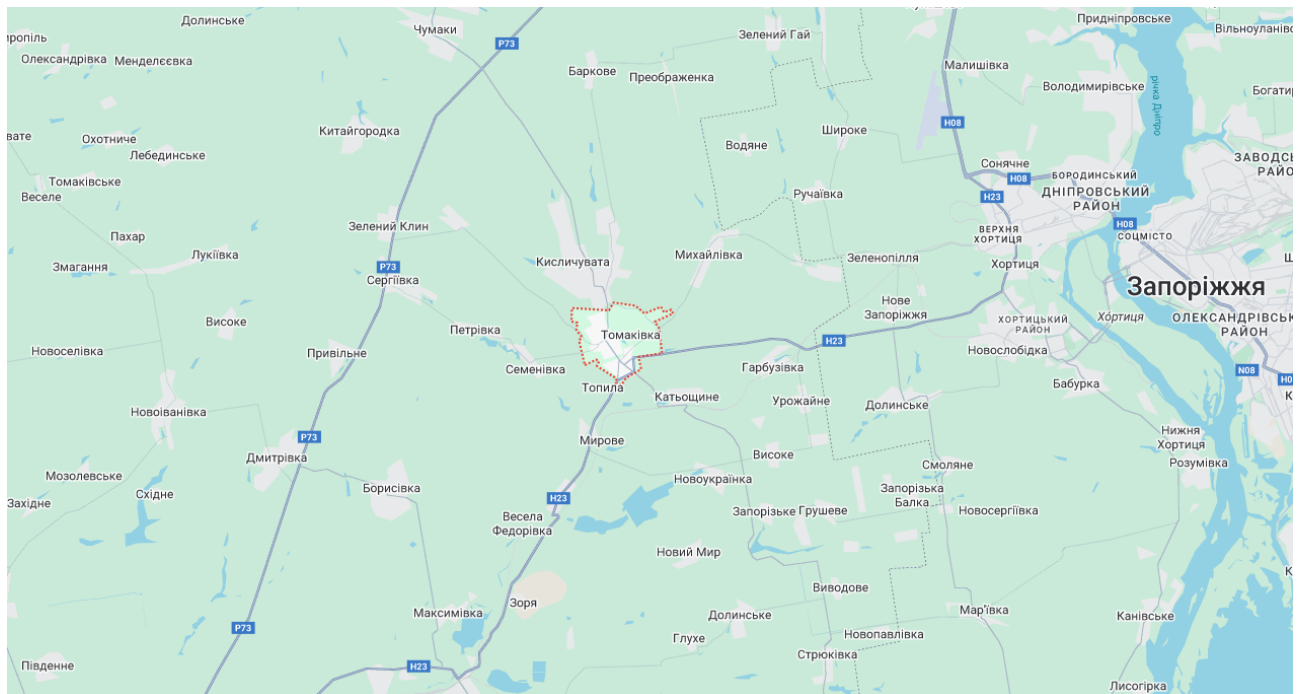


Рисунок 1.2 – Географічне розташування підприємства

Станом на 1 січня 2014 року згідно з офіційними даними земельного обліку, за ПСП «АФ «Перше Травня» закріплено 9125,352 га сільськогосподарських угідь, з яких рілля становить 9056,113 га.

Кліматичні умови місцевості відзначаються високими температурами в літній період та значними добовими коливаннями температури, особливо в зимову

пору. Середньорічна кількість опадів становить близько 460 мм, але вона варіюється від 250 до 760 мм залежно від року. Зими зазвичай малосніжні та нестійкі, а середньодобова температура в січні сягає -15°C .

Упродовж зими часто фіксуються відлиги, що спричиняють танення снігу. За цей період випадає 80–120 мм опадів, які можуть бути як у вигляді снігу, так і дощу. Стійкий сніговий покрив зазвичай утворюється наприкінці грудня й зникає у першій половині березня. Його висота змінюється від 2–3 см до 10–13 см. Промерзання ґрунту в середньому сягає 50–55 см, а в окремі роки - до 120–140 см.

Тривалість періоду без заморозків становить від 165 до 220 днів. Літнє зволоження залишається нестабільним, що призводить до періодичних дефіцитів вологи, внаслідок чого можливе зниження врожайності.

ПСП «АФ «Перше Травня» належить до числа великих аграрних підприємств України. Його земельні угіддя мають різноманітні природні характеристики, що впливають на ведення сільськогосподарського виробництва.

1.2 Стан тваринництва

1.2.1 Поголів'я тварин

На території ПСП «Агрофірма «Перше Травня» на сьогодні функціонують два основні тваринницькі підрозділи: молочнотоварна ферма, розрахована на 400 голів дійного стада (фактично майже не експлуатується), та свиноферма з річною продуктивністю до 6000 голів (див. рис. 1.2).

У той час як свинарство в господарстві поступово оновлюється - проводиться модернізація та удосконалення технологічних процесів, - молочна галузь перебуває у занепаді через низьку економічну доцільність.

Годівля тварин на молочнотоварній фермі здійснюється з використанням кормів, вироблених безпосередньо в господарстві.

Для їх зберігання на фермі облаштовані відповідні сховища: для силосу, сіна, буряків та концентрованих кормів. Також функціонує кормоцех, у якому готуються кормові суміші.

Усі основні процеси на фермі частково механізовані. Впродовж останніх десятиліть технології та технічні засоби постійно вдосконалювалися. За оцінками на початок 1990-х років рівень механізації на підприємстві сягав приблизно 55%, що відповідало середнім показникам механізації у тваринництві в Україні.

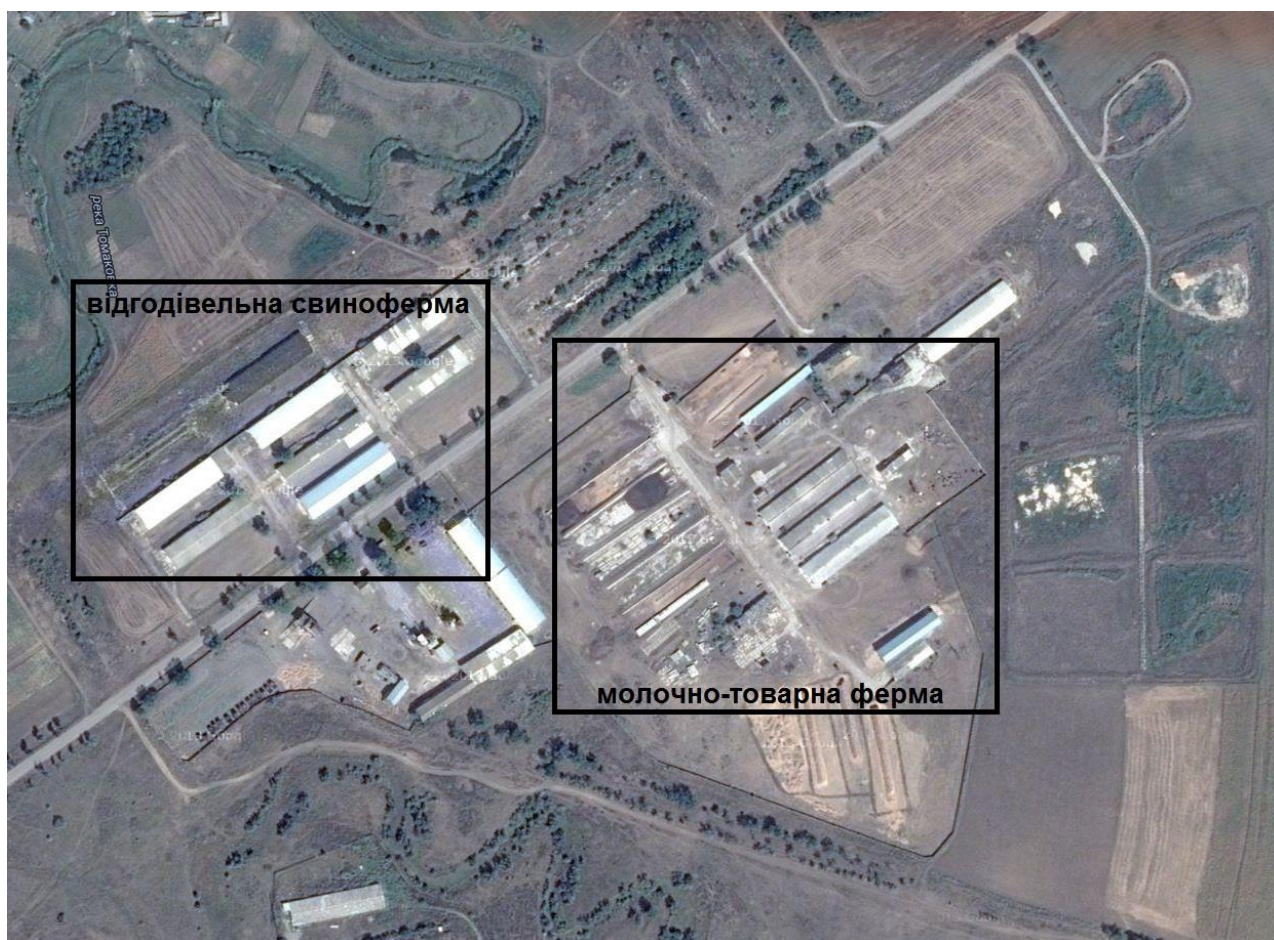


Рисунок 1.2 – Ситуаційний план розміщення тваринницьких об'єктів

На свинофермі, натомість, і досі застосовується змішана система годівлі - тварини отримують раціони на основі буряків у поєднанні з концентратами. Такий підхід не дозволяє досягти оптимальних добових приростів, які при використанні концентратного типу годівлі можуть становити 760–820 г.

1.2.2 Рівень механізації виробничих процесів

На молочнотоварній фермі здійснюється виконання основних технологічних операцій, зокрема: приготування та роздавання кормів, забезпечення тварин питною водою, прибирання стійл, видалення гною з приміщень, доїння корів, первинна обробка молока, а також розкидання підстилки.

Усі приміщення ферми обладнані засобами механізованого прибирання гною. Вивезення гною виконується відповідно до технологічного плану - гноєзбиральні транспортери виводять його на причіп, після чого трактор транспортує гній до спеціального гноєсховища, розташованого поблизу сільськогосподарських угідь.

Система водопостачання ферми також механізована. Вода надходить із центральної мережі до водонапірної башти, звідки розподіляється до приміщень відповідно до потреб. Напування великої рогатої худоби здійснюється автоматичними напувалками - як індивідуального, так і групового типу.

Процес доїння реалізовано за допомогою доїльної установки, яка передає молоко в молокопровід. Частина отриманого молока використовується безпосередньо на фермі для напування молодняку (телята, поросята), інша частина проходить первинну обробку і направляється на реалізацію.

На МТФ спостерігається стабільно високий рівень механізації доїння корів - 85% упродовж 2022–2024 років, що свідчить про відсутність змін у цьому напрямі. Напування тварин як на молочно-товарній фермі (98%), так і на свинофермі (97%) повністю автоматизоване і не зазнавало змін протягом трьох років. Приготування та роздавання кормів на молочно-товарній фермі дещо знизилося з 58% у 2022 році до 55% у 2023–2024 роках, що може свідчити про зношення обладнання або зміну організації процесу. На свинофермі цей показник залишився стабільним на рівні 80%, що говорить про надійність наявної техніки. Видалення гною демонструє позитивну динаміку: на молочно-товарній фермі рівень механізації зріс з 75% до 80%, а на свинофермі - з 72% до 75%, що свідчить про поступове вдосконалення технологічного процесу. Загалом, рівень механізації в

господарстві залишається високим, з тенденцією до покращення в окремих видах робіт.

Аналіз структури собівартості 1 тони молока показує, що найбільшу частку витрат займають корми - 60%, що є типовим для галузі тваринництва. Заробітна платня становить 15%, а витрати на електроенергію та паливно-мастильні матеріали - 11%. Поточний ремонт і технічне обслуговування займають 9%, а планові накопичення - 5%. Така структура свідчить про високу залежність економіки виробництва молока від вартості кормів і енергоносіїв, що вимагає оптимізації цих витрат для зниження загальної собівартості.

1.3 Перспективи розвитку підприємства

У рамках перспективного розвитку тваринницької галузі господарство планує реалізувати низку заходів, спрямованих на підвищення ефективності молочного виробництва. Зокрема, передбачається:

- здійснити реконструкцію будівель молочнотоварної ферми із впровадженням енергоощадних та адаптованих до вітчизняних умов імпорتنих технологій утримання худоби;
- досягти підвищення річного надої молока на одну корову до рівня 6400 кг;
- впровадити сучасні засоби комплексної механізації, заплановані в межах реконструкції МТФ.

Реалізація цих заходів має забезпечити зростання рентабельності виробництва молока, а за прогнозами - збільшити прибутковість тваринницької галузі на 40–50%.

1.4 Обґрунтування теми проекту

У структурі собівартості виробництва молока найбільшу частку становлять витрати на корми. Тому одним із ключових напрямів підвищення ефектив-

ності скотарства є технічне переоснащення ферми сучасними засобами механізації процесів транспортування, приготування та роздавання кормів, а також створення сприятливих умов мікроклімату в тваринницьких приміщеннях.

Серед проблем, що гальмують підвищення продуктивності, можна виділити несвоєчасне проведення технічного обслуговування машинно-тракторного парку (тракторів, кормороздавачів, причіпного обладнання тощо). Крім того, лінія доставки і роздачі кормів потребує як оновлення техніки, так і вдосконалення самої технології.

З огляду на це, темою дипломного проекту обрано удосконалення технологічної лінії роздавання кормів на молочнотоварній фермі.

1.5 Висновки

Проведений аналіз тваринницької діяльності господарства дозволив виявити наявні резерви та перспективи для підвищення ефективності роботи молочнотоварної ферми. Найбільший потенціал покращення пов'язаний із впровадженням сучасних технологій та засобів механізації, зокрема в процесах приготування і роздавання кормів.

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ

2.1 Вибір технології забезпечення процесу

2.1.1 Традиційні технології

Годівля великої рогатої худоби є одним із ключових процесів у технології виробництва тваринницької продукції, оскільки вона безпосередньо впливає на життєдіяльність тварин та рівень їх продуктивності. Важливо не лише мати в наявності якісні корми та правильно збалансовані раціони, а й забезпечити їх ефективне технологічне впровадження.

Розглядаючи способи реалізації цих завдань, варто звернути увагу на доцільність використання кормоцехів на фермах молочного напрямку. В останні роки серед фахівців сформувалась стійка думка про неефективність застосування кормоцехів у скотарстві. Практичний досвід свідчить, що використання кормоцехів значно ускладнює технологічний процес, потребує значних витрат на перевантаження, змішування, транспортування кормів, будівництво спеціалізованих приміщень, придбання масивного обладнання, споживає багато електроенергії та потребує великої кількості обслуговуючого персоналу. Наприклад, для функціонування кормоцеху, розрахованого на 400 корів, необхідно щонайменше чотири працівники.

Дослідження показали, що перетравність органічної речовини у кормосумішах, приготованих у кормоцеху, не перевищує показників при згодовуванні окремих кормових компонентів у натуральному вигляді. Це доводить, що застосування кормоцехів у сучасному скотарстві є малоефективним, а тому потребує пошуку альтернативних рішень для приготування повнораціонних кормових сумішей безпосередньо у зоні годівлі.

Доставка кормів до тваринницьких приміщень і їх подальше роздавання -

це енерго- та трудомісткі процеси, що займають від 20 до 30% загальних трудових витрат у догляді за молочною худобою. У більшості господарств для навантаження, транспортування та роздачі кормів застосовуються такі технічні засоби, як універсальні навантажувачі типу СНУ-0,5, НФ-0,5, ПЕ-1 «Карпатець», ПЕ-0,8, а також кормороздавачі РММ-5 і КТУ-10. Ці машини залишаються основними у господарствах скотарського напрямку і серійно виготовляються промисловістю вже понад 25–30 років.

Водночас конструкція такої техніки практично не зазнала істотних змін, і вона залишається вузькоспеціалізованою - здатною виконувати лише окрему операцію, зокрема, роздавання кормів. Такі технології притаманні традиційній моделі годівлі ВРХ, яка вимагає високих енерговитрат, не гарантує оперативності та точності процесу, відзначається низькою надійністю і суттєвою металомісткістю обладнання. У сучасних системах скотарства, які функціонують у розвинутих країнах, подібна технологія вже давно не використовується.

2.1.2 Нові технології

У процесі підготовки кормових сумішей для молочних корів необхідно виконати низку технологічних операцій, серед яких: транспортування кожного інгредієнта, подрібнення грубих кормів і коренеплодів, додаткове подрібнення силосу та сінажу, точне дозування компонентів відповідно до раціону, а також якісне змішування.

В останні роки у країнах з розвиненим тваринництвом дедалі ширше впроваджуються багатофункціональні машини нового покоління - універсальні фермські комбайни. Вони дозволяють не лише виконати всі згадані операції з підготовки кормосумішей, але й транспортувати їх безпосередньо до приміщень з утримання худоби та здійснювати роздавання.

Сьогодні фермські комбайни становлять основу технічного забезпечення кормоприготування і роздачі на підприємствах Західної Європи. Їхня популярність пояснюється перевагами згодовування тваринам повнораціонних сумішей,

а також ефективною конструкцією самих машин, яка забезпечує весь технологічний цикл - від завантаження до роздачі - з мінімальними трудовими затратами за участю одного оператора.

Питання ефективності таких технологій активно вивчається вітчизняними науковими установами. Зокрема, в УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого було проведено тестування шести моделей причіпних кормозмішувачів-роздавачів зарубіжного виробництва: Samuraj 3 Plus 500/135, Sam 5 450/90 та Sam 5 450/95 від фірми Seko (Італія), Roto-mix 354-12 (США), DeLaval-12 (Швеція) і Solomix 2 12 VL 3 від Trioliet (Нідерланди). Результати випробувань підтвердили, що нові технології сприяють зменшенню енергоспоживання й матеріальних витрат, підвищують якість виконання процесу та дозволяють скоротити кількість задіяного персоналу і техніки. Наприклад, рівень змішування у таких машинах становить 91,3–98,4%, а рівномірність роздачі - 94,8–97,0%.

Щодо типів робочих органів, то вертикальні змішувальні механізми вважаються найефективнішими для формування однорідної суміші. Вони демонструють високу надійність, добре справляються з подрібненням тюків і є зручними в експлуатації. Водночас горизонтальні механізми краще подрібнюють грубі волокнисті компоненти, тому доцільніше використовувати їх у випадках, коли корми подаються в менш подрібненому вигляді.

Практичні дослідження підтверджують: використання змішаних раціонів підвищує надой молока не менш ніж на 15%, а прирости живої маси ВРХ - на 20–25%. Окрім цього, економиться час і знижуються затрати на оплату праці. Витрати на придбання сучасної техніки зазвичай окуповуються протягом півроку.

2.2 Вибір типу роздавача змішувача

У Науково-дослідному інституті «Украгропромпродуктивність» в лабораторії систем економічних нормативів було проведено випробування для встановлення нормативів часу на процеси приготування та роздавання кормосумішей із використанням кормозмішувача-роздавача DeLaval-12.

Цей напівпричіпний агрегат складається з одноосної ходової бази, бункера об'ємом 12 м³, горизонтальних шнекових робочих органів для подачі, подрібнення та змішування кормів, автономної гідростанції, вагових датчиків і дисплея, що відображає масу завантаженого корму. Агрегат приводиться в дію від ВВП трактора (в дослідженні - МТЗ-82), а завантаження кормових компонентів здійснювалось самохідним навантажувачем «Борекс-3106». Усі інгредієнти, за винятком силосу, підвозились до траншеї, біля якої й проводилось завантаження бункера. Далі в бункері відбувалось подрібнення та змішування кормів до утворення однорідної маси.

Конструкція системи дозволяє ефективно перемішувати компоненти навіть у процесі транспортування кормозмішувача до тваринницьких приміщень, що скорочує загальний час приготування та видачі кормів. Подавальні шнеки забезпечують рух корму до задньої частини бункера, звідки змішувальний шнек подає його назад уперед, водночас подрібнюючи масу. Такий принцип роботи дає можливість використовувати в раціоні довгостеблові пресовані грубі корми (зокрема сіно).

Габарити DeLaval-12 дозволяють застосовувати його як у фермах сучасного типу, так і в господарствах зі старою планувальною структурою. У деяких господарствах ці машини застосовуються у стаціонарному режимі - з приводом від електродвигуна для приготування кормосумішей і наступного їх завантаження у мобільні роздавачі. Приклад - стаціонарне використання моделі Solomix-1200 виробництва Trioliet (Нідерланди).

Система змішування в Solomix-1200 передбачає наявність двох вертикальних шнеків з подрібнювальними елементами, які здійснюють вертикальний обертальний рух кормової маси. Такий принцип дає ефект аерування, що позитивно впливає на поїдання корму. Контрножі в конструкції покращують подрібнення пресованих тюків (наприклад, сінажних), виконуючи функцію протирижучих пластин із можливістю регулювання.

Кормосуміш подається до передньої частини бункера, звідки вивантажується через спеціальний отвір у лоток за допомогою вивантажувальних лопаток,

змонтованих на шнеку.

У конкретному господарстві Solomix-1200 встановлюють в ангарі поблизу тваринницьких приміщень. Сінажні тюки зберігаються поруч, інші компоненти - всередині. Завантаження відбувається за допомогою навантажувача ПФ-0,8 «Євроборекс», а після змішування кормосуміш передається в роздавач КТУ-10А.

При виборі відповідної моделі кормозмішувача необхідно враховувати такі чинники: поголів'я, вид тварин, склад раціону та параметри приміщення. Застосування агрегату виключно як змішувача без функції роздавання (через обмеження по габаритах приміщень) суттєво знижує ефективність - витрати часу на приготування і роздачу корму можуть збільшитися у 2,7 рази.

З огляду на зазначені аспекти та враховуючи переваги машин із горизонтальними шнеками, які краще подрібнюють волокнисті компоненти, для нашої ферми доцільним є вибір причіпного роздавача-змішувача ІСРК-12Ф, що може ефективно працювати навіть у старих типових приміщеннях.

2.3 Зоотехнічні вимоги до фермських комбайнів

Фермські комбайни, що використовуються для приготування та роздачі кормів, повинні відповідати низці важливих експлуатаційних і зоотехнічних вимог. Зокрема, після роботи з кормовими масами в місцях зберігання, вони мають забезпечувати цілісність моноліту корму, не допускаючи його надмірного розпушування. Це дозволяє уникнути вторинного псування, втрат сухої речовини та небажаного доступу повітря, що може спричинити розвиток цвілі або гниття, особливо в силосі та сінажі. Таким чином, комбайни повинні гарантувати мінімальні втрати поживних речовин та збереження первісної якості кормів.

Окрім цього, техніка не повинна створювати додаткових загроз або ускладнень для мікроклімату в приміщеннях утримання тварин, зокрема не сприяти утворенню надмірної запиленості, шуму чи вібрацій, які можуть викликати стрес у худоби. Надзвичайно важливо, щоб її використання не погіршувало санітарно-

гігієнічні умови та не призводило до порушень умов утримання. Також конструкція і робота машин мають бути безпечними, зручними для щоденного обслуговування, не вимагати надмірних фізичних зусиль з боку персоналу, забезпечувати високий рівень автоматизації основних процесів - від завантаження до роздачі.

Таким чином, до фермських комбайнів ставляться не лише технічні, а й технологічні, санітарні, енергетичні та ергономічні вимоги, які в сукупності повинні забезпечити ефективну й безпечну організацію процесів годівлі тварин.

2.4 Визначення необхідної кількості сховищ кормів

Необхідну кількість сховищ визначимо виходячи з річної потреби в кормах (Додаток А).

У зоні розташування корівників на фермі наявні дві силосні траншеї розмірами 21×62 м кожна, загальною місткістю по 1250 тонн, а також одна сінажна траншея розміром 15×65 м, яка вміщує до 950 тонн корму. Для зберігання повного обсягу силосу в 3064 тонни доцільно використовувати дві траншеї по 1250 тонн, а залишок обсягом 564 тонни розмістити в траншеї на 950 тонн. Усі траншеї перебувають у задовільному технічному стані, що дозволяє використовувати їх без потреби у значних фінансових витратах на ремонт або реконструкцію.

Сіно планується заготовляти у вигляді пресованих тюків. Для зберігання усього обсягу запасів, що становить 1106 тонн, передбачається використання двох навісів, виконаних за типовим проектом 801-306. Кожен із навісів має місткість 750 тонн та габаритні розміри 29×17 метрів, що повністю покриває потреби господарства в зберіганні сіна.

Для зберігання буряків передбачається використання наявного механізованого сховища, збудованого за типовим проектом 802-9-36.83. Це сховище має розміри 12,5×28 метрів та розраховане на місткість до 800 тонн, що відповідає потребам господарства.

Для зберігання концентрованих кормів передбачається використання проміжного типу сховища з терміном зберігання до 30 діб. Кормові запаси зберігатимуться насипом без тари, безпосередньо на підлозі з твердим покриттям, що забезпечує зручність експлуатації та відповідає вимогам до короткострокового зберігання.

$$Q_{cx} = \frac{G_p^{kk} \cdot 30}{365} = \frac{(173,93 + 137,17) \cdot 30}{365} = 26,1m \quad (2.2)$$

Для зберігання розсипних кормів передбачається використання складу, збудованого за типовим проектом 817-159, місткістю 30 тонн та габаритами 9×32 метри. Основним призначенням цього приміщення є короткочасне зберігання сухих розсипних кормів. У цьому ж складі передбачається розміщення 30-денного запасу мікродомішок у відповідному обсязі.

$$Q_{mo} = \frac{G_{mo} \cdot 30}{365} = \frac{(14,7 + 1,5) \cdot 30}{365} = 1,25m \quad (2.3)$$

2.5 Обґрунтування механізації процесу

Сучасні скотарські ферми дедалі частіше відмовляються від застосування окремих технічних засобів, таких як універсальні навантажувачі, тракторні причепа, кормоцехи та прості кормороздавачі. Натомість активно впроваджуються мобільні універсальні машини, здатні виконувати весь комплекс операцій з приготування корму: навантаження, подрібнення, дозування, змішування та роздавання. Використання таких агрегатів дозволяє суттєво знизити трудові та енергетичні витрати - у 2–3 рази порівняно з традиційною технологією.

У нашому випадку для реалізації технологічного процесу обрано мобільний змішувач-роздавач ІСРК-12Ф білоруського виробництва. Вибір цієї моделі обумовлений її конструктивною адаптованістю до експлуатації у вітчизняних

умовах, зокрема в корівниках із прив'язним утриманням. Машина має оптимальні габарити й висоту вивантаження, що дає змогу ефективно працювати у приміщеннях застарілої типової забудови.

Ті операції, які не виконує обраний агрегат - зокрема підготовку концентрованих кормів та коренеплодів - планується здійснювати у невеликих допоміжних зонах, обладнаних безпосередньо на території кормосховищ. Такий підхід дозволяє організувати гнучку та ефективну систему годівлі без необхідності капітальних витрат на будівництво окремого кормоцеху.

Отже, до складу технологічної лінії приготування та роздавання кормів входять такі основні елементи: мобільний кормороздавач-змішувач ІСРК-12Ф, дробарка для подрібнення концентрованих кормів, мийка для очищення коренеплодів, а також відповідне завантажувальне обладнання. Подрібнення коренеплодів здійснюється безпосередньо за допомогою самого кормороздавача.

Для точного підбору марок обладнання необхідно враховувати добовий обсяг робіт, який визначається на основі затвердженого раціону. Згідно з попередніми розрахунками, при тривалості приготування кормів $T = 2$ год. та кратності годівлі $K = 2$, розрахункова продуктивність основних операцій становить:

для мийки коренеплодів - 830 кг/год;

для подрібнення концентрованих кормів - 197,2 кг/год.

Цим вимогам відповідають наступні технічні засоби:

мийка МК-1,0 (виробництво - ТОВ «Новітні технології», м. Харків) із продуктивністю 1000 кг/год, споживаною потужністю 0,75 кВт та витратою води 0,5 м³/год;

дробарка ДКР-4ДМ (виробник - фірма «Дозамех», м. Одеса) з робочою продуктивністю 300–700 кг/год і сумарною потужністю 7,2 кВт.

Для подальшого завантаження очищених коренеплодів у бункер кормороздавача передбачено використання завантажувача ТЗК-30-А, який має бункер місткістю 4 т, продуктивність 30 т/год і потужність 2,5 кВт.

Завантаження концентрованих кормів здійснюватиметься за допомогою гвинтового конвеєра КВЗ-50, обладнаного бункером на 500 кг, з продуктивністю 5 т/год та потужністю приводу 1,3 кВт. Така конфігурація технічних засобів забезпечує ефективну і безперебійну роботу всієї лінії приготування та роздавання кормів.

Таблиця 2.7 - Технічна характеристика ІСРК-12Ф

Місткість бункера, м ³	12
1	2
Маса, кг	5400
Габаритні розміри, Д х Ш х В, м:	
- при розмірі шин (265/70 R19.5)	7x2,2x2,54
- при розмірі шин (215/75 R17.5)	7x2,2x2,45
Ширина колії, мм	1680±50
Дорожній просвіт, мм	420
Висота годівниці, мм	700
Транспортна швидкість з вантажем / без, км/год	8,0 / 12,0
Робоча швидкість при роздаванні кормів, км/ч	5
Строк служби, років	10
Привод шнеків	від ВВП трактора
Персонал	1 тракторист
Кількість/тип шнеків	2 / горизонтальні
Ширина фрези /діаметр фрезерного барабана, мм	1500/500
Підйом фрези / глибина фрезер. шару за прохід, мм	4500/250
Частота обертання фрези, об/хв	0-800
Продуктивність при завантаженні, т/год:	
силосу	до 50
сінажу	до 30

продовження табл. 2.7

1	2
сіна	до 10
Повнота вивантаження корма з бункера, %	98
Подача, мін/макс, т/год	15 / 150

Кількість кормороздавачів змішувачів визначимо наступним чином.

Вантажопідйомність мобільного кормороздавача визначаємо за формулою:

$$G_p = V_p \beta_3 \rho, \quad (2.3)$$

де $V_6 = 12 \text{ м}^3$ – місткість бункера кормороздавача;

β_3 – коефіцієнт заповнення бункера за $\beta_3 = 0,8-1,0$;

Приймаємо $\beta_3 = 0,9$

ρ – щільність готуємої суміші, кг/м^3 .

За даними [3] для суміші на основі силосу $\rho = 350-450 \text{ кг/м}^3$.

Тоді по (2.3) маємо:

$$G_p = 12 \cdot 0,9 \cdot 450 = 4860 \text{ кг}$$

Кількість циклів, що може виконати кормороздавач за час роздавання

$$i_u = \frac{T_p}{t_u}, \quad (2.4)$$

де $T_p = 4$ год – прийнятий час роздавання кормів на фермі (за зміщеним графіком);

t_u – час необхідний для виконання одного рейсу, год.

Тривалість циклу роздавання кормів визначається, як сума затрат часу на виконання окремих операцій цього циклу:

$$t_u = (t_x + t_3 + t_m + t_p)k_o, \quad (2.5)$$

Час транспортування пустого роздавача до місця завантаження визначаємо по формулі

$$t_x = \frac{L}{v_x}, \quad (2.6)$$

де L – середня відстань від тваринницького приміщення до кормосховищ, км; Згідно розміщення об'єктів (рис. 1.2) $L = 0,45$ км.

v_x – швидкість руху пустого роздавача, км/год. Згідно табл. 2.7 $v_x = 12$ км/год.

Тоді маємо

$$t_x = \frac{0,450}{12} = 0,0375 \text{ год}$$

Час на завантаження кормосуміші розраховуємо по формулі

$$t_3 = t_3^{\text{силосу}} + t_3^{\text{сіна}} + t_3^{\text{буряків}} + t_3^{\text{кк}}, \quad (2.7)$$

Час завантаження компоненту

$$t_3 = \frac{G_{\text{кк}}}{Q_3}, \quad (2.8)$$

де Q_3 – продуктивність завантажувача або завантажувального пристрою, т/год.

G_{kk} – вагова доля кожного компоненту, що завантажується в бункер, виходячи із разової потреби в них (табл. 2.8), т.

Тоді відповідно час завантаження складе:

Силос

$$t_3 = \frac{2,876}{50} = 0,057 \text{ год}$$

Сіно

$$t_3 = \frac{0,997}{10} = 0,099 \text{ год}$$

Тоді відповідно час завантаження складе:

Буряки

$$t_3 = \frac{0,785}{30} = 0,026 \text{ год}$$

Концкорми

$$t_3 = \frac{0,187}{5} = 0,034 \text{ год}$$

Тоді

$$t_3 = 0,057 + 0,099 + 0,026 + 0,034 = 0,223$$

Час транспортування завантаженого роздавача від пункту завантаження до тваринницьких приміщень визначаємо за формулою

$$t_m = \frac{L}{v_m}, \quad (2.9)$$

де v_m – швидкість транспортування завантаженого роздавача до місця роздачі, км/год. За табл. 2.7 $v_m = 8$ км/год.

Тоді маємо

$$t_m = \frac{0,450}{8} = 0,056200$$

Тривалість роздавання кормів дорівнює

$$t_p = \frac{G_p}{Q_p}, \quad (2.10)$$

де Q_p – продуктивність роздавача при роздаванні кормів у годівниці, кг/год (згідно табл. 2.7 – до 150 т/год, приймаємо 75 т/год).

Тоді маємо

$$t_p = \frac{4860}{75000} = 0,064800$$

Тривалість циклу роздачі корму складе

$$t_u = (0,037 + 0,223 + 0,056 + 0,068) \cdot 1,1 = 0,42200$$

Кількість циклів роздавання кормів, що може виконати один роздавач за час відведений на роздавання по складі

$$i_y = \frac{4}{0,42} = 9,5$$

Тобто 9 повних циклів.

Загальна кількість рейсів для годівлі всіх тварин розраховується по формулі

$$i_3 = \frac{G_{доб}}{KG_p} = \frac{20,55 \cdot 1000}{4860} = 4,2 \quad (2.11)$$

Тобто 5 повних циклів.

Тоді потрібна кількість роздавачів складе:

$$n_p = \frac{i_3}{i_y} = \frac{5}{9} = 0,55 .$$

Приймаємо 1 кормороздавач-змішувач марки ІСРК-12Ф.

2.6 Висновки

У цьому розділі було виконано проектування технологічної лінії приготування та роздавання кормів з урахуванням конкретних умов господарства. Запропонована лінія функціонує за наступною схемою: мобільний кормороздавач-змішувач-подрібнювач ІСРК-12Ф за допомогою фрези послідовно завантажує об'ємні компоненти раціону - спочатку сіно, а потім силос.

Далі у бункер за допомогою живильника ТЗК-30-А подаються вимиті буряки, які попередньо обробляються у мийці МК-1,0. Наступним етапом є завантаження попередньо подрібнених концентрованих кормів, яке здійснюється через живильник КВЗ-50. Подрібнення концентратів виконується на дробарці ДКР-4ДМ. Мікродомішки додаються вручну.

Після повного завантаження усіх компонентів здійснюється їх змішування безпосередньо у бункері роздавача. Потім отриману кормосуміш транспортують до тваринницьких приміщень, де вона роздається у годівниці відповідно до встановленого режиму годівлі. Такий технологічний підхід забезпечує ефективну організацію процесу та дозволяє досягти високої продуктивності з мінімальними затратами ручної праці.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ФЕРМСЬКОГО КОМБАЙНА

3.1 Актуальність питання

Систему «корм - машина - корова - продукція» доцільно розглядати як замкнуту інформаційну систему із наявністю зворотного зв'язку. Основними її складовими є корм і тварина, між якими існує прямий взаємозв'язок: чим більше поживних речовин надходить до організму тварини з кормів, тим вищою є її продуктивність. Зоотехнічна наука досліджує ці залежності та визначає найекономічніші шляхи підвищення продуктивності тварин, зокрема шляхом оптимізації раціонів. Для реалізації таких раціонів необхідно застосовувати відповідні технічні засоби подачі корму, здатні забезпечити їх точне й рівномірне роздавання.

Тип годівлі визначається не лише потребами тварин в поживних речовинах, а й фізико-хімічними характеристиками кормів, які формують раціон. Важливу роль при цьому відіграють фізіологічні особливості травної системи тварин. Наприклад, жуйним (зокрема коровам) не можна згодовувати виключно концентрати, оскільки недостатнє наповнення шлунка об'ємними кормами призводить до порушень травлення і зниження продуктивності.

Технічне обладнання, яке використовується для доставки корму, повинно забезпечувати безперервність і точність процесу, утворюючи єдину потокову технологічну лінію. В умовах, коли роздавання кормів виконується мобільними роздавачами, часто виникають проблеми з нерівномірністю розподілу корму, що суперечить зоотехнічним нормам. Тому необхідною є розробка вдосконаленої технологічної лінії роздавання, яка б гарантувала рівномірність подачі всіх компонентів кормосуміші, мінімізацію втрат і повну відповідність вимогам годівлі високопродуктивної худоби.

3.2 Огляд існуючих конструкцій

На фермах, де утримується велика рогата худоба, активно використовуються причіпні бункерні кормороздавачі, що працюють від вала відбору потужності (ВВП) трактора. Досвід впровадження та дослідження підтверджують: найбільш раціональне використання таких машин можливе за умови наявності майданчиків із твердим покриттям, які полегшують доступ агрегатів до місць зберігання кормів, приміщень для тварин і безпосередньо до годівниць. Це також дозволяє зменшити забруднення підлог у тваринницьких корпусах.

Для ефективної експлуатації кормороздавачів кормові проходи повинні бути не вузькими за 3 метри, а висота задньої стінки годівниці – не більше 0,75 м.

Серед широко вживаних кормороздавачів – універсальний КТУ-10А, призначений для транспортування та двобічної роздачі подрібнених стеблових кормів. Його конструкція включає шасі, механізми роздавання, систему гальмування та електрооснащення. Серед важливих вузлів – ланцюгово-планчастий позовжній транспортер, бітерний дозуючий блок і поперечний роздавальний механізм. Кількість встановлених транспортерів визначається способом роздавання: на одну або дві сторони.

Режим подачі кормів регулюється шляхом зміни швидкості подачі стрічки в залежності від швидкості руху агрегату. Машина розрахована на використання з тракторами тягового класу 1,4 т, її вантажопідйомність – до 3,5 т, а місткість з надставними бортами – до 15 м³.

Також застосовуються такі машини, як РСП-10, РММ-5 та АРС-10. Наприклад, роздавач РММ-5 має компактні габарити, придатні для використання в приміщеннях з вузькими проходами. Машина складається з напівпричепа, бункера, транспортера, бітерів і механізму приводу, забезпечує точну дозовану видачу корму.

У країнах Західної Європи значного поширення набули так звані фермські комбайни – універсальні багатофункціональні машини, які виконують повний цикл приготування та доставки кормів тваринам. Такі агрегати поєднують функції навантаження, подрібнення, змішування, дозування та роздавання корму з мінімальними затратами людської праці.

Однією з таких сучасних машин є кормозмішувач ІСРК-12Ф. Цей агрегат здатен готувати збалансовану кормосуміш з багатьох компонентів, включаючи грубі та сипкі корми, коренеплоди, рідкі добавки. Його обладнано ваговою системою, що дозволяє створити до 50 рецептів з 30 інгредієнтів.

Конструкція передбачає наявність двох шнеків із ножами для подрібнення та змішування. Змішування забезпечується завдяки протилежній навивці витків. Готова маса вивантажується через регульований гідроприводом транспортер. Всі процеси – подрібнення, змішування, транспортування – можуть здійснюватися під час руху агрегату, що зменшує тривалість циклу.

ІСРК-12Ф може оснащуватися навантажувальною фрезою, яка зрізає корм із силосної траншеї, подаючи його в бункер. Привід усіх механізмів забезпечується від ВВП трактора, керування – через автономну гідросистему. Машина також укомплектована системами безпеки, освітленням, гальмами та контролем роздавання через дисплей.

Таким чином, ІСРК-12Ф є високотехнологічним рішенням, особливо ефективним у фермерських господарствах, де раціон тварин на 75–80% складається із силосу.

3.3 Розробка варіанту удосконалення

Одним із конструктивних недоліків використаного у проекті роздавача є його нездатність до ефективного подрібнення цілих коренеплодів. У зв'язку з

цим, для подрібнення таких компонентів корму виникає потреба в залученні додаткового спеціалізованого обладнання, наприклад, коренеплодоподрібнювача типу ІКМ-Ф-10. Це ускладнює загальну технологічну схему годівлі, підвищує витрати на експлуатацію та знижує рівень автоматизації процесу.

З метою усунення вказаного недоліку в рамках удосконалення технічної частини кормороздавача пропонується внести зміни до конструкції робочих органів машини. Зокрема, йдеться про модернізацію ножів, розташованих на змішувально-подрібнювальному шнеку, шляхом зміни їх форми, кута атаки або геометрії ріжучої кромки. Це дозволить забезпечити ефективніше руйнування грубоструктурних кормів, включаючи й коренеплоди, безпосередньо в процесі змішування, що значно підвищить універсальність і технологічність машини.

3.3.1 Визначення технологічних параметрів комбайна

Визначасмо необхідну продуктивність шнека.

$$Q_{ш} = \frac{G}{t_p}, \quad (3.1)$$

де G - маса корму, т;

t_p – необхідний час роздачі, приймаємо виходячи з вимог, $t_p = 0,3$ год.

$$G = Q_{\phi} \cdot t_{\phi}, \quad (3.2)$$

де Q_{ϕ} – фактична продуктивність кормороздавача, т/год.;

t_{ϕ} – час циклу, ч.

$$G = 90 \cdot 0,047 = 4,3 \text{ т};$$

$$Q_{ш} = \frac{4,3}{0,3} = 14,3 \text{ т/год.}$$

Визначаємо частоту обертання шнека кормороздавача:

$$n = \frac{4 \cdot Q_{ш}}{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot \rho \cdot \varphi}, \quad (3.3)$$

де $Q_{ш}$ – продуктивність шнека, т/год;

$D=0,55$ – діаметр шнека, м;

$d=0,218$ – діаметр вала шнека, м;

$S=0,485$ – крок шнека, м;

$\rho=0,7$ – коефіцієнт заповнення шнека;

φ – щільність корму, $\varphi = 0,7 \text{ т/м}^3$.

$$n = \frac{4 \cdot 14,3}{3,14 \cdot (0,55^2 - 0,218^2) \cdot 0,485 \cdot 0,7 \cdot 0,96} = 219,21 \text{ об/хв.}$$

3.3.2 Визначення силових параметрів комбайна

Потужність, необхідна для привода кормороздавача, витрачається на пересування корму, на перемішування і на перетирання компонентів між собою.

$$N_c = N_1 + N_2 + N_3, \quad (3.4)$$

де N_1 – потужність на пересування корму, кВт;

N_2 – потужність, що витрачається на перемішування корма, кВт;

N_3 – потужність на перетирання компонентів між собою, кВт.

$$N_1 = \frac{Q_{ш} \cdot 10^2 \cdot L}{367}, \quad (3.5)$$

де $Q_{ш}$ – продуктивність шнека, т/год;

L – довжина шнека, м.

$$N_1 = \frac{14,3 \cdot 10^2 \cdot 4,68}{367} = 18,24 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{Q_{ш} \cdot S \cdot n \cdot f}{367}, \quad (3.6)$$

де S – крок шнека, м;

n – частота обертання шнека, об/с;

f – коефіцієнт тертя.

$$N_2 = \frac{14,3 \cdot 10^3 \cdot 0,485 \cdot 3,65 \cdot 0,14}{367} = 9,66 \text{ кВт};$$

$$N_3 = \frac{Q_{ш} \cdot R \cdot f \cdot n}{975}, \quad (3.7)$$

де R – радіус шнека, м.

$$N_3 = \frac{14,3 \cdot 10^3 \cdot 0,275 \cdot 0,14 \cdot 3,65}{957} = 2,1 \text{ кВт};$$

$$N_c = N_1 + N_2 + N_3 = 18,24 + 9,66 + 2,1 = 30 \text{ кВт.}$$

Крутний момент на валу шнека визначається по формулі:

$$T_0 = 9550 \cdot \frac{N_c}{n}; \quad (3.8)$$

$$T_0 = 9550 \cdot \frac{30}{219,21} = 1306,97 \text{ Нм.}$$

Тангенс кута підйому гвинтової лінії:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi \cdot D}; \quad (3.9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,485}{3,14 \cdot 0,5} = 0,28.$$

$$\alpha = 15,60.$$

Прийнявши коефіцієнт тертя $f=0,6$, визначимо коефіцієнт тертя ковзання по формулі:

$$f_\delta = 0,8 \cdot f; \quad (3.10)$$

$$f_\delta = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48.$$

Кут тертя визначимо по формулі:

$$\rho = \operatorname{arctg} f_\delta = \operatorname{arctg} 0,48 = 25,6^\circ. \quad (3.11)$$

Осьове навантаження на гвинт визначаємо по формулі:

$$F_{oc} = \frac{2 \cdot T_0}{k \cdot D \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)}, \quad (3.12)$$

де k – коефіцієнт, що враховує, що сила прикладена на середній ділянці гвинта, $k = 0,7 \dots 0,8$, ухвалюємо $k = 0,7$.

$$F_{oc} = \frac{2 \cdot 1306,97}{0,7 \cdot 0,55 \cdot \operatorname{tg}(15,6 + 25,6)} = 7755,5 \text{ Н.}$$

Поперечне навантаження на ділянку шнека між двома опорами визначаємо по формулі:

$$F_{\text{попер}} = \frac{2 \cdot T_0 \cdot l}{K \cdot D \cdot L}, \quad (3.13)$$

де l – відстань між опорами вала шнека, м.

$$F_{\text{попер}} = \frac{2 \cdot 1306,97 \cdot 4,52}{0,7 \cdot 0,55 \cdot 4,68} = 6557,3 \text{ Н.}$$

3.3.3 Визначення конструкційних параметрів

У зв'язку з тим, що після встановлення нових, удосконалених ножів на змішувально-подрібнювальному шнеку конструкція робочого органа змінюється, відповідно зміниться і навантаження, яке сприймається основними елементами вузла. Зокрема, зросте крутний момент, що передається від вала до витка шнека.

Це зумовлює необхідність перевірки міцності зварного шва, що з'єднує виток шнека з його валом.

З метою забезпечення надійності з'єднання виконаємо розрахунок зварного шва на міцність, враховуючи дію згаданого крутного моменту. Припустимо, що виток шнека приєднано до вала кільцевим кутовим зварним швом:

$$\tau = \frac{F_{\text{витка}}}{0,7 \cdot k \cdot l} \leq [\tau] \text{ МПа}; \quad (3.14)$$

$$F_{\text{витка}} = \frac{F_{oc}}{n} \text{ Н}, \quad (3.15)$$

де F_{oc} – осьове зусилля на гвинт, Н;

k – катет шва, м;

n – кількість витків, $n=10$;

l – довжина витка, м.

$$F_{\text{витка}} = \frac{7755,5}{10} = 775,55 \text{ Н}.$$

Що допускається напруга на зріз $[\tau]=80$ МПа.

$$\tau = \frac{775,5}{0,7 \cdot 0,006 \cdot 0,912} = 2,02 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2. \quad (3.16)$$

Умова міцності зварного шва дотримується, тому що:

$$\tau=2,02 \text{ МПа} < [\tau] = 80 \text{ МПа}.$$

3.4 Робочий процес комбайна

Процес завантаження, приготування та роздачі кормів відбувається наступним чином. Спеціальна завантажувальна фреза виконує подрібнення та завантаження таких кормів, як силос, сінаж, зелена маса, а також солома, пресована у рулони, які розміщені відповідним чином. Для цього кормороздавач за допомогою трактора подається заднім ходом на відстань приблизно 1,5 м до фронту масиву корму, після чого фреза виконує зрізання шару корму та його подачу в бункер. При цьому фрезерування проводиться виключно у напрямку згори донизу. Важливо зазначити, що фреза використовується лише як частина кормороздавача й призначена виключно для виконання завантажувальних операцій.

Інші інгредієнти кормосуміші, зокрема концентрати або домішки, подаються у бункер вручну або за допомогою завантажувального обладнання через спеціальний отвір у задній частині машини.

Після завантаження усіх компонентів, вони змішуються та подрібнюються двома спіральними шнеками з ножами протягом 5–7 хвилин до досягнення однорідної структури суміші. Роздавання готового корму здійснюється під час руху агрегату вздовж годівниці шляхом відкриття шиберної заслінки, через яку суміш подається до годівниць або за допомогою скребкового транспортера чи спеціального лотка.

3.5 Висновки

У результаті виконаних розрахунків у цьому розділі було встановлено, що одним із основних недоліків існуючої конструкції кормороздавача є його нездатність ефективно подрібнювати цілісні коренеплоди. Для вирішення цієї проблеми зазвичай використовують додаткове обладнання, наприклад, подрібнювач

типу ІКМ-Ф-10. З метою усунення цього недоліку нами запропоновано модернізувати конструкцію ножів змішувально-подрібнювального шнека.

Для вдосконаленої конструкції були визначені ключові геометричні, технологічні та силові характеристики, необхідні для її ефективною та безпечною експлуатації.

У зв'язку зі зміною як окремих елементів конструкції, так і технологічного процесу в цілому, постає необхідність у розробці оновлених заходів з охорони праці для роботи на вдосконаленій лінії роздавання кормів. Це завдання буде виконано в наступному розділі.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги

Загальні вимоги охорони праці при роботі з обладнанням для приготування та роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби (ВРХ) базуються на положеннях національного та європейського законодавства і спрямовані на забезпечення безпечних умов праці для персоналу, запобігання травмам, професійним захворюванням та аваріям.

Згідно з Законом України «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативно-правових актів, зокрема, дотримуватись вимог безпеки, гігієни праці, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, безпечного доступу до машин і механізмів, а також організувати навчання з охорони праці. Основні вимоги до безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки викладені у ДСН 3.3.6.042-99, НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві», а також у відповідних інструкціях підприємств-виробників техніки.

Особливу увагу слід приділяти механізмам з рухомими частинами (шнеки, бітери, транспортні системи), які мають бути оснащені захисними кожухами або бар'єрами. Забороняється обслуговування чи очищення таких механізмів у русі. Під час завантаження або роздачі корму з використанням мобільних кормозмішувачів чи кормороздавачів потрібно дотримуватись правил безпечного під'їзду, стійкості машини, уникати перебування персоналу в зоні потенційного викиду або затягування кормів.

Всі електричні механізми, які застосовуються в лінії приготування кормів (дробарки, мийки, транспортери), повинні бути заземлені, мати справні автома-

тичні вимикачі та бути захищені від вологи. Працівники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки при роботі з електрообладнанням згідно з НПАОП 40.1-1.21-98.

Європейське законодавство базується на Директивах ЄС, таких як Директива 2009/104/ЄС (про мінімальні вимоги безпеки та охорони здоров'я при використанні робочого обладнання працівниками) та Директива 2006/42/ЄС (про безпечність машин), які вимагають, щоб машини мали відповідне маркування, інструкції користування, засоби аварійної зупинки, а також не створювали надмірного шуму, вібрацій, запилення та інших шкідливих впливів.

В обох підходах - і українському, і європейському - ключовими принципами залишаються запобігання ризикам, технічне і організаційне забезпечення безпеки праці, а також систематичне навчання та контроль персоналу. Усі працівники, задіяні в роботі з технікою для приготування та роздачі кормів, повинні мати відповідну кваліфікацію, пройти інструктаж з охорони праці та медичний огляд, що відповідає вимогам Наказу МОЗ №246 від 21.05.2007 року.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора фермського комбайна

1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція встановлює основні вимоги безпеки до працівника, що експлуатує мобільні фермські комбайни (кормороздавачі-змішувачі) під час приготування та роздавання кормів тваринам у господарствах великої рогатої худоби.

1.2. До самостійної роботи допускаються лише працівники не молодші 18 років, які пройшли:

обов'язковий медичний огляд;

вступний та первинний інструктаж з охорони праці;

навчання безпечному використанню обладнання;

перевірку знань правил безпеки (за формою Н-1).

1.3. Оператор зобов'язаний знати та виконувати положення:

Закону України «Про охорону праці»;

НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці у сільському господарстві»;

Правил дорожнього руху України (при використанні причіпних машин);

Директиви 2006/42/ЄС (щодо безпеки сільськогосподарських машин);

Стандарту EN 15503:2009 «Машини для годівлі тварин. Вимоги безпеки» (ЄС);

Інструкцій виробника техніки (паспорт, мануал тощо).

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи оператор зобов'язаний ретельно перевірити: технічний стан вузлів машини: бункера, фрези, шнеків, дозаторів, транспортерів;

герметичність з'єднань гідросистеми та відсутність витоків мастила;

справність освітлення, звукової сигналізації, вагового контролю;

наявність справних захисних кожухів на обертових частинах;

працездатність гальм, пневмосистеми (за наявності), підйомних механізмів.

2.2. Необхідно переконатися, що територія для руху машини очищена від сторонніх предметів, а в зоні дії машини відсутні люди й тварини.

2.3. Перед початком завантаження слід перевірити рівень масла в гідросистемі, заправку паливом і технічними рідинами.

2.4. Завантаження кормів через бічні вікна дозволено лише при повному вимкненні приводу й зупинці всіх робочих органів.

2.5. У разі виявлення несправностей – повідомити безпосереднього керівника й не приступати до роботи до повного усунення недоліків.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Під час роботи не дозволяється знімати захисні екрани з обертових та рухомих частин агрегату.

3.2. Забороняється підлазити під працюючу техніку або залазити в бункер для усунення залишків корму під час обертання шнеків.

3.3. Фрезерування кормів має виконуватись строго у напрямку згори до низу, при русі заднім ходом на відстані не менше 1,5 м до фронту маси.

3.4. Заборонено перебувати в зоні дії фрези під час її обертання. Навантаження повинно здійснюватися лише оператором, що знаходиться в кабіні трактора.

3.5. При подрібненні та змішуванні кормів необхідно суворо дотримуватися часу змішування, зазначеного у технологічній карті (зазвичай 5–7 хв).

3.6. Усі операції навантаження та вивантаження мають виконуватися з повним контролем з кабіни: показники вагової системи, тиску в гідросистемі, температури масла, відкриття шиберної заслінки – контролюються оператором.

3.7. При транспортуванні суміші територією ферми оператор має дотримуватися безпечної швидкості (не більше 5 км/год), не здійснювати різких поворотів, уникати вибоїн і ухилів понад 5%.

3.8. У разі відмови будь-якого з вузлів техніки – негайно зупинити агрегат, зняти навантаження та вжити заходів з усунення поломки.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Після завершення циклу роздачі корму необхідно:

вимкнути приводні механізми;

зупинити трактор та заглушити двигун;

провести технічне обслуговування згідно з графіком (очищення, змащування, перевірка затягування болтових з'єднань).

4.2. Бункер та внутрішні елементи очищаються тільки після повної зупинки всіх обертальних вузлів.

4.3. Зібрати використаний інструмент, прибрати сміття, перевірити технічний стан агрегату перед постановкою на зберігання.

4.4. Машина зберігається на рівній твердій поверхні, в сухому місці, без доступу сторонніх осіб, дітей і тварин.

5. Дії в надзвичайних ситуаціях

5.1. У разі короткого замикання, загоряння або займання кормів в бункері: негайно зупинити машину;
вимкнути джерело живлення;
застосувати первинні засоби пожежогасіння (вогнегасник ВП-5).

5.2. У разі травмування:

надати домедичну допомогу;
повідомити відповідального з охорони праці;
викликати «швидку допомогу» за телефоном 103.

5.3. При витокі гідравлічної рідини – зупинити машину, локалізувати місце витоків, провести ремонт. Уникати контакту шкіри з мастилами.

5.4. При ураженні електричним струмом негайно знеструмити установку, надати першу допомогу, за потреби - проводити реанімаційні заходи (ШВЛ, непрямий масаж серця).

4.3 Висновки

У розділі розглянуто вимоги охорони праці при роботі з фермським комбайном. Встановлено, що безпечна експлуатація обладнання згідно з нормами України та

ЄС знижує ризики травматизму. Розроблено інструкцію для оператора, наголошено на важливості техобслуговування, інструктажу та засобів захисту. Це забезпечує безпеку персоналу і надійність роботи лінії.

5 Економічна оцінка

5.1 Вихідні дані

Оцінювання економічної ефективності проводиться шляхом порівняння двох варіантів технології приготування та роздавання кормів. У базовому варіанті використовується окремий подрібнювач коренеплодів (ІКМ-Ф-10), що передбачає попереднє миття і подрібнення буряків перед їх завантаженням у кормороздавач. Інші компоненти – силос, сінаж, солома – подаються за допомогою завантажувальної фрези, а концентровані корми – у вже подрібненому вигляді.

В удосконаленому варіанті технології передбачено подрібнення буряків безпосередньо в самому кормороздавачі завдяки модернізованій конструкції шнека з новими ножами. Це дозволяє виключити окрему операцію подрібнення коренеплодів, зменшити кількість обладнання, знизити енергоспоживання та скоротити час на приготування кормосуміші, що в результаті може підвищити загальну ефективність процесу.

Економічну ефективність функціонування двох варіантів лінії приготування та роздавання кормів доцільно оцінювати за такими основними критеріями: питомі експлуатаційні витрати, обсяг капітальних вкладень та рівень питомих приведених витрат. Оскільки в обох випадках використовується однакова модель кормороздавача-змішувача, витрати на його експлуатацію залишаються незмінними й не враховуються у безпосередньому порівнянні. Тому розрахунок здійснюється виключно для стаціонарного обладнання, з урахуванням модернізації, вартість якої становить 48 250 грн і відображається як додаткові капіталовкладення.

5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Для обґрунтування доцільності впровадження удосконаленої технології приготування та роздавання кормів на молочно-товарній фермі доцільно застосувати аналіз питомих експлуатаційних витрат.

Цей підхід дозволяє об'єктивно оцінити, скільки енергетичних ресурсів, витрат на технічне обслуговування та загальних фінансових витрат необхідно для забезпечення безперебійного функціонування лінії приготування і роздавання кормів у розрахунку на одиницю об'єму готової кормосуміші або за одиницю часу. Така оцінка дає змогу кількісно визначити ефективність застосування удосконаленого кормороздавача та нових технічних рішень у складі лінії, що, у свою чергу, дозволяє зробити висновок про економічну доцільність їх використання в умовах конкретного господарства.

На основі даних, наведених у таблиці на аркуші 5 графічної частини (додатки), можна зробити висновок, що проектний варіант лінії приготування та роздавання кормів має суттєві переваги перед базовим. Зокрема, він дозволяє зменшити кількість обслуговуючого персоналу вдвічі, скоротити споживану потужність на 9,25 кВт та знизити питомі експлуатаційні витрати на 7,04 грн/т.

Попри потребу в додаткових капітальних вкладеннях на модернізацію (48 250 грн), строк їх окупності становить лише 1,33 роки, що є економічно доцільним. Загальний річний економічний ефект від впровадження проектного варіанту оцінюється у 42 526,64 грн. Зменшення питомих приведених витрат з 24,34 до 16,10 грн/т додатково підтверджує ефективність впровадженого удосконалення.

5.3 Висновки

Порівняльний аналіз економічних показників засвідчив, що впровадження запропонованої технології разом із модернізованим кормороздавачем має суттєві переваги над базовим варіантом. Завдяки зменшенню експлуатаційних витрат строк окупності додаткових капіталовкладень становить лише 1,33 роки, а розрахунковий річний економічний ефект досягає 42 526,64 грн. Це підтверджує доцільність технічного удосконалення в умовах господарства.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті виконання дипломного проєкту отримано такі основні висновки. Встановлено, що на молочно-товарній фермі приватного сільськогосподарського підприємства «Агрофірма «Перше Травня» Нікопольського району Дніпропетровської області необхідного удосконалення потребує процес приготування та роздавання кормів. Виходячи з потреб зоотехнічних вимог та встановлених раціонів, було запропоновано модернізувати технологічну лінію, основним елементом якої є кормороздавач-змішувач ІСРК-12Ф. Його робота передбачає почергове завантаження: спочатку - стеблових компонентів (сіна та силосу) за допомогою фрези, далі - буряків (мийка МК-1,0 + живильник ТЗК-30-А), потім - подрібнених концентратів (дробарка ДКР-4ДМ + живильник КВ-50), а мікрододатки додаються вручну. Після повного завантаження усіх складових відбувається їхнє змішування та транспортування корму до тваринницьких приміщень з подальшим роздаванням.

У процесі аналізу конструкції кормороздавача ІСРК-12Ф виявлено, що він не пристосований до подрібнення цілих коренеплодів. З цієї причини доцільним є використання окремої машини (наприклад, ІКМ-Ф-10). Для усунення цього недоліку в проєкті запропоновано внести зміни до конструкції ножів шнека, який виконує функції змішування та подрібнення.

Крім того, у межах проєкту розроблено заходи з охорони праці під час експлуатації обладнання. Проведено також техніко-економічне порівняння існуючої та удосконаленої системи роздавання кормів. За розрахунками, впровадження нового обладнання дозволяє досягти річного економічного ефекту в розмірі 42 526,64 грн, а термін окупності інвестицій становить 1,33 роки.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Машины для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
2. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] /І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
3. Дудін В.Ю. Експериментальні дослідження малогабаритного подрібнювача соковитих кормів/ В.Ю. Дудін, О.С. Гаврильченко, П.С. Височин // Materials of the XIII International scientific and practical Conference Science and civilization – 2018, Volume 12, January 30 - February 7, 2018.: Sheffield. Science and education LTD – 41-45 p
4. Дудін В.Ю. Дослідження процесу різання коренеплодів / В.Ю. Дудін, І.А. Бородавка//Materialy XV Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, «Strategiczne pytania światowej nauki - 2019» , Volume 10 Przemysł: Nauka i studia– 36-
5. Машины для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
6. Романюха І.О., Павленко С.І., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств. Навчальний посібник /За ред. І.О. Романюхи. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2009. – 272 с.
7. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. агр. закладів освіти 3 - 4 рівнів акредитації за спец. „Механізація сіл. госп – ва” (спеціалізація „Механізація тваринництва”) /І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; за ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1999, - 199 с.
8. Механізація виробництва продукції тваринництва: Підручник/ І.І.Ревенко, Г.М.Кукта , В.М.Манько та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.

9. Мельник В.О. Способи вирощування свиней: вплив на продуктивні показники і фізіологічний стан / В. О. Мельник // свинарство: Міжвід. темат. наук. зб. / Інститут птахівництва УААН. –Харків, 2005. – Вип. 57. – С. 337-347.

10. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва/ І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.

11. Linn, Jim. «Feeding Total Mixed Rations». University of Minnesota Extension

12. Смоляр В. Огляд фермських комбайнів / В. Смоляр, В. Ясенецький // Техніка і технології АПК. - 2013. - № 2. - С. 14-16. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titapk_2013_2_7http://mehzavod.com.ua/MateriMat/Буклет_МКУ.pdf

13. Машины для заготівлі та приготування кормів// За редакцією В.І. Кравчука, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -136 с

14. Машины для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.

15. Сайт фірми «STorTi S.p.A.» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: [http:// www.masterstudio.com](http://www.masterstudio.com), вільний. - Загл. з екрана. - Яз.англ.

16. Шевченко І.А., Алієв Е.Б., Доруда С.О. Моделювання процесу потокового змішування кормосумішей з використанням методу дискретних елементів. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2013. Вип. 97. Том 1. С. 536-544.

17. Грицун А.В., Яропуд В.М., Грицун О.А. Теоретичне обґрунтування технологічно – конструктивних параметрів подрібнювача пресованих стеблових матеріалів // Збірник наукових праць вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, випуск 1(84). 2014. – С.85-92.

18. Ревенко І. І., Лісовенко Т. О., Хмельовський В. С. Обслуговування рогатої худоби при годівлі за прив'язного утримання. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2008. Вип. 126. С. 254–258.

19. Фененко А. І. Ткач В. В., Ткачук С. В. Перспективи та техніко-технологічне забезпечення галузі молочного тваринництва України. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2015. Вип. 212, ч. 2 С. 27-35.

20. Бойко А., Новицький А., Голосов А. Засоби для приготування і роздавання кормів на фермах ВРХ та оцінка їх надійності Зб. Наук. праць "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства". – Дослідницьке.: УкрНДПВТ ім. Погорілого, 2009. – випуск № 13 – С. 310 – 315.

21. Хмельовський В. С. Перспективні напрями підготовки кормової суміші для великої рогатої худоби. Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві : XX Міжнародна науково-технічна конференція та Всеукраїнська конференція-семінар аспірантів, докторантів і здобувачів у галузі аграрної інженерії, смт Глеваха, 5–7 травня 2012 року: тези доповіді. Глеваха, 2012.

22. ДСТУ EN 703:2014. Сільськогосподарські машини. Машини для навантажування, змішування і (або) подрібнювання та роздавання силосу. Вимоги щодо безпеки (EN 703:2004+A1:2009, IDT)

23. Ефективність виробництва молока на реконструйованих фермах / А. І. Фененко, С. П. Москаленко, Д. І. Верніков, Д. О. Римар. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2005. Вип. 89. С. 49-31.

24. Гавриленко М., Полупан Ю. Розвиток молочного скотарства у Нідерландах. Тваринництво України. 2008. № 2. С. 13-14.

25. Костенко В. І., Заболотько О. О., Хмельовський В. С. Ефективність використання комбінованих транспортно-технологічних засобів для годівлі ВРХ. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212/2. С. 115- 122

26. Хмельовський В. С., Ачкевич О. М. Технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші. Інноваційні технології збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві: Міжнародна науково-практична конференція, м. Ніжин, 25 березня 2016 року: тези доповіді. Ніжин, 2016. С. 163–169.

ДОДАТКИ

Річну потребу в кормах розраховуємо згідно рекомендованої норми на одну корову з надоєм 5000 кг/рік [1].

Таблиця 1 - Добовий раціон годівлі корів

Вид кормів	Період годівлі	
	зимовий	літній
Силос кукурудзяний	28	-
Сіно	10	-
Коренеплоди	8	-
Концкорми	1,9	2,1
Мікродомішки	0,15	-
Зелена маса	-	60
Всього	48,05	62,1

Річну потребу в кормі для нетелів, розраховуємо виходячи із добового раціону.

Таблиця 2 - Добовий раціон годівлі нетелів

Вид кормів	Період годівлі	
	зимовий	літній
Силос кукурудзяний	20	-
Сіно	4,5	-
Коренеплоди	2,5	-
Концкорми	0,6	0,6
Мікродомішки	0,14	0,14
Зелена маса	-	30
Всього	27,74	30,74

Річну потребу в кормах розраховуємо згідно рекомендованої норми на одну корову з надоем 5000 кг/рік [1].

Таблиця 1 - Добовий раціон годівлі корів

Вид кормів	Період годівлі	
	зимовий	літній
Силос кукурудзяний	28	-
Сіно	10	-
Коренеплоди	8	-
Концкорми	1,9	2,1
Мікродомішки	0,15	-
Зелена маса	-	60
Всього	48,05	62,1

Річну потребу в кормі для нетелів, розраховуємо виходячи із добового раціону.

Таблиця 2 - Добовий раціон годівлі нетелів

Вид кормів	Період годівлі	
	зимовий	літній
Силос кукурудзяний	20	-
Сіно	4,5	-
Коренеплоди	2,5	-
Концкорми	0,6	0,6
Мікродомішки	0,14	0,14
Зелена маса	-	30
Всього	27,74	30,74

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

**Удосконалення технологічного процесу
роздавання кормів на молочно-товарній фермі з
удосконаленням фермського комбайна**

демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-1-21
Богун Максим Іванович

Керівник: к.т.н., доцент
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро-2025

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
1	2	3
1. Річна продуктивність, т	5161	5161
2. Обслуговуючий персонал, люд	2	1
3. Споживана потужність машин, кВт	2100	11,75
4. Балансова вартість обладнання, грн.	169200,00	128300,00
5. Питомі експлуатаційні витрати, грн./т	19,42	12,38
6. Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	—	21160
7. Додаткові капітальні вкладення на модернізацію, грн.	—	48250,00
8. Строк окупності додаткових капітальних вкладень, роки	—	1,33
9. Питомі приведені витрати, грн./т	24,34	16,10
10. Розрахунковий річний економічний ефект, грн.	—	42526,64

46,07059,000,000 ЕП	
Головний інженер	
керівник проекту	
ДІЛАС А-Р-21	

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			46ДП.059.002.000СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	46ДП.059.002.100	Шнек	1	
		2	46ДП.059.002.200	Цапфа	1	
		3	46ДП.059.002.300	Цапфа	1	
A3		4	46ДП.059.002.400	Зірочка	1	
		5	46ДП.059.002.500	Корпус	1	
		6	46ДП.059.002.600	Корпус	1	
				<u>Деталі</u>		
		7	46ДП.059.002.067	Муфта	1	
		8	46ДП.059.002.002	Кришка	1	
		9	46ДП.059.002.003	Кришка	1	
		10	46ДП.059.002.004	Прокладка	1	
		11	46ДП.059.002.005	Прокладка	1	
A4		12	46ДП.059.002.006	Втулка	1	
A4		13	46ДП.059.002.007	Гайка	1	
		14	46ДП.059.002.008	Шайба	1	
A3		15	46ДП.059.002.009	Ніж	160	
A3		16	46ДП.059.002.010	Виток	10	
				46ДП.059.002.000СК		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Розроб.		Богун			Лит.	Лист
Перев.		Івлєв				Листов
Н. контр.		Івлєв			ДДАЕУ, АІ-1-21	
Затв.		Дудін				
				Шнек змішувача- подріднювача		

