

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Розробка технологічного процесу приготування кормів на свинофермі
з модернізацією подрібнювача коренеплодів**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-4-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Колобанов Юрій Володимирович

Керівник: _____ Лупко Кристина Олегівна

Рецензент: _____ Луц Павло Михайлович

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Колобанову Юрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Розробка технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з модернізацією подрібнювача коренеплодів

керівник проєкту Лупко Кристина Олегівна, доктор філософії

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Дослідження сучасного стану розвитку тваринницької галузі та існуючих технологій приготування і подачі кормів. Виконання патентно-інформаційного аналізу, опрацювання наукових джерел і результатів новітніх досліджень за обраною тематикою.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Сучасний стан свинарства. 2. Проєктування механізованої технологічної лінії приготування коренеплодів для свиноферми. 3. Удосконалення подрібнювача коренеплодів. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна ефективність проєкту. Висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

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

1. Технологічна схема (А1). 2. Вигляд загальний (А1). 3. Шнек. Складальне креслення (А1). 4. Виток (А3). 5. Кришка підшипника (А3). 6. Втулка (А4). 7. Кришка (А4). 8. Вал (А3). 9. Економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Лупко К.О., доктор філософії	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент	12.06.2026	

7. Дата видачі завдання: «05» травня 2026 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	
2	Технологічний	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Охорона праці	до 02.06.2026 р.	
5	Економічний	до 09.06.2026 р.	
6	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент

_____ Колобанов Ю. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ Лупко К.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ п/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка	
					<u>Текстові документи</u>				
1	A4	46ДП.181000.000.ПЗ			Пояснювальна записка	69			
					<u>Графічні матеріали</u>				
2	A1	46ДП.181000.000.ТС			Технологічна схема	1	1		
3	A1	46ДП.181000.000.ВЗ			Вигляд загальний	1	2		
4	A1	46ДП.181003.100.СК			Шнек. Складальне креслення	1	3		
5	A3	46ДР.181003.101			Виток	1	4		
6	A3	46ДР.181003.105			Кришка підшипника	1	4		
7	A4	46ДР.181003.107			Втулка	1	4		
8	A4	46ДР.181003.108			Кришка	1	4		
9	A3	46ДР.181003.110			Вал	1	4		
10	A1	46ДП.181000.000.ПЕ			Економічні показники	1	5		
					46ДП.181000.000.ПЗ				
Вм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					
Розробив		Колобанов Ю.В.			Розробка технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з модернізацією подрібнювача коренеплодів		літе	аркуш	арк
Перевірів		Лупко К.О.						4	69
							ДДАЕУ АІС-4-23		
Н. контр.		Івлєв В.В.							
Затверд.		Дудін В. Ю.							

АНОТАЦІЯ

Колобанов Ю. В. Розробка технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з модернізацією подрібнювача коренеплодів / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У роботі розглянуто сучасний стан свинарства в Україні в умовах воєнного стану та обґрунтовано напрями підвищення ефективності виробництва свинини. Проаналізовано існуючі технології утримання тварин і організації годівлі, визначено їх вплив на продуктивність та економічні показники галузі.

У роботі виконано проєктування механізованої технологічної лінії приготування коренеплодів для свиноферми. Обґрунтовано систему утримання тварин, структуру стада та розраховано умовну чисельність поголів'я. Визначено добову і разову потребу у коренеплодах, сформовано зоотехнічні вимоги до технологічної лінії та проведено аналіз існуючих способів підготовки кормів. На основі розрахунків встановлено необхідну продуктивність лінії та здійснено підбір обладнання.

Розроблено та вдосконалено конструкцію подрібнювача коренеплодів, наведено опис його будови і принципу роботи. Виконано розрахунок технологічних параметрів, визначено потужність привода, основні геометричні розміри шнека та перевірено елементи конструкції на міцність.

Результати роботи можуть бути використані при проєктуванні та модернізації свиноферм, а також у практиці механізації процесів кормоприготування.

Ключові слова: свинарство, свиноферма, технологія виробництва свинини, годівля свиней, коренеплоди, кормоприготування, механізована технологічна лінія, подрібнювач коренеплодів, продуктивність обладнання, енергоефективність, зоотехнічні вимоги, економічна ефективність.

Зміст

Вступ.....	8
1 СУЧАСНИЙ СТАН СВИНАРСТВА.....	11
1.1 Стан і розвиток свинарства в Україні під час воєнного стану	11
1.2 Сучасні технології утримання свиней	15
1.3 Технологічний процес годівлі свиней	20
1.4 Висновки до розділу	24
2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ДЛЯ СВИНОФЕРМИ.....	25
2.1 Обґрунтування вибору системи утримання тварин на фермі та розроблення режиму її функціонування.....	25
2.2 Обґрунтування структури стада та розрахунок умовної чисельності поголів'я.....	27
2.3 Визначення добової та разової потреби поголів'я у коренеплодах....	29
2.4 Зоотехнічне обґрунтування вимог до технологічної лінії підготовки коренеплодів	31
2.5 Оцінка та аналіз існуючих способів підготовки коренеплодів до згодовування.....	33
2.6 Розрахунок продуктивності технологічної лінії	36
2.7 Висновки до розділу	38
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПОДРІБНЮВАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ	39
3.1 Основні зоотехнічні вимоги до обладнання (машини)	39
3.2 Оцінка сучасних засобів механізації даного типу та обґрунтування вибору об'єкта проєктування.....	40
3.3 Опис конструкції подрібнювача коренеплодів та принцип його функціонування	43
3.4 Розрахунок технологічних параметрів подрібнювача коренеплодів .	46
3.5 Розрахунок необхідної потужності привода подрібнювача	47
3.6 Визначення основних геометричних параметрів шнека.....	49

	7
3.7 Розрахунок на міцність основних елементів конструкції.....	50
3.6 Висновки до розділу	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ.....	55
ВИСНОВКИ.....	58
БІБЛІОГРАФІЯ	60
Додатки.....	63

Вступ

Сучасний розвиток агропромислового комплексу України характеризується підвищенням вимог до ефективності виробництва продукції тваринництва, зокрема свинарства, яке є однією з ключових галузей забезпечення населення високоякісним білком тваринного походження. Умови ринкової економіки, зростання вартості енергоресурсів, кормів та матеріально-технічних ресурсів обумовлюють необхідність впровадження інноваційних технологічних рішень, спрямованих на зниження собівартості продукції при одночасному підвищенні її якості. Одним із вирішальних факторів ефективності свинарства є раціональна організація процесів приготування кормів, що безпосередньо впливає на продуктивність тварин, їх здоров'я та економічні показники господарства.

Годівля свиней займає провідне місце в структурі витрат виробництва, досягаючи 60–75 % загальних витрат. Тому вдосконалення технологій приготування кормів є одним із найважливіших напрямів підвищення ефективності галузі. Важливою складовою таких технологій є забезпечення високої якості кормових сумішей, що досягається завдяки рівномірності змішування, оптимальному ступеню подрібнення компонентів та збереженню їх поживної цінності. Особливо це стосується використання соковитих кормів, зокрема коренеплодів, які є важливим джерелом вітамінів, мінеральних речовин і легкоперетравних вуглеводів.

Коренеплоди (буряки, морква, картопля тощо) широко застосовуються у раціонах свиней, особливо у період відгодівлі та вирощування молодняка. Вони мають високу кормову цінність, але ефективність їх використання значною мірою залежить від ступеня механічної обробки. Недостатнє подрібнення призводить до зниження засвоюваності поживних речовин, тоді як надмірне – до втрат соку і, відповідно, поживних компонентів. Таким чином, процес подрібнення коренеплодів потребує оптимізації з урахуванням

фізико-механічних властивостей сировини та технологічних вимог до кормових сумішей.

На практиці на свинофермах застосовуються різноманітні технологічні лінії приготування кормів, що включають операції подрібнення, змішування, транспортування та роздавання кормів. Проте значна частина існуючого обладнання є морально застарілою, енергоємною та не забезпечує необхідної якості обробки компонентів. Особливо це стосується подрібнювачів коренеплодів, які часто мають низьку продуктивність, нерівномірний фракційний склад подрібненого матеріалу та значні втрати енергії. У зв'язку з цим виникає потреба у модернізації таких машин з метою підвищення їх ефективності та адаптації до сучасних технологічних вимог.

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю розробки сучасного технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з урахуванням інтенсифікації виробництва, ресурсозбереження та підвищення якості кормових сумішей. Особлива увага приділяється модернізації подрібнювача коренеплодів як одного з ключових елементів технологічної лінії, що значною мірою визначає ефективність усього процесу приготування кормів.

Метою роботи є розробка та обґрунтування технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з удосконаленням конструкції подрібнювача коренеплодів, що забезпечує підвищення якості подрібнення, зниження енерговитрат і покращення техніко-економічних показників виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- провести аналіз існуючих технологій приготування кормів на свинофермах;
- дослідити конструктивні та технологічні особливості сучасних подрібнювачів коренеплодів;
- обґрунтувати вибір технологічної схеми приготування кормів;

- розробити удосконалену конструкцію подрібнювача коренеплодів;
- виконати розрахунок основних параметрів технологічної лінії;
- оцінити економічну ефективність запропонованих технічних рішень.

Об’єктом дослідження є технологічний процес приготування кормів на свинофермі.

Предметом дослідження є параметри та режими роботи подрібнювача коренеплодів, а також їх вплив на якість кормових сумішей.

Удосконалення подрібнювача коренеплодів передбачає оптимізацію робочих органів, геометричних параметрів ножів, швидкісних режимів та конструктивної схеми машини. Це дозволяє забезпечити рівномірний фракційний склад подрібненого матеріалу, зменшити втрати поживних речовин і підвищити продуктивність обладнання. Крім того, важливим аспектом є зниження енергоємності процесу, що досягається за рахунок раціонального використання енергії та зменшення втрат при механічній обробці сировини.

Розробка ефективної технологічної лінії приготування кормів також передбачає узгодження роботи всіх її елементів: транспортувальних пристроїв, змішувачів, дозаторів і систем роздавання кормів. Комплексний підхід до проєктування дозволяє забезпечити безперервність технологічного процесу, зменшити втрати часу та ресурсів, а також підвищити рівень механізації та автоматизації виробництва.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження розроблених технічних рішень у виробництво, що сприятиме підвищенню ефективності свинарських господарств, зниженню витрат на приготування кормів та покращенню якості продукції. Запропонована модернізація подрібнювача коренеплодів може бути використана як у нових технологічних лініях, так і при реконструкції існуючих кормоцехів.

1 СУЧАСНИЙ СТАН СВИНАРСТВА

1.1 Стан і розвиток свинарства в Україні під час воєнного стану

Рівень забезпечення населення продуктами харчування безпосередньо залежить від ефективності функціонування тваринницької галузі, яка займає вагоме місце у структурі аграрного виробництва. Частка продукції тваринництва у споживанні населення перевищує 45%, при цьому значну частину м'ясного раціону становить саме свинина – близько 40%. Завдяки високим смаковим якостям, енергетичній цінності та кулінарній універсальності свинина традиційно посідає провідні позиції серед інших видів м'яса.

Разом із тим, сучасний стан свинарства в Україні не повною мірою відповідає його виробничому потенціалу. Галузь потребує активнішої підтримки з боку держави, а також впровадження сучасних технологій і підходів до ведення виробництва. Перспективний розвиток свинарства повинен орієнтуватися на створення конкурентоспроможної продукції, здатної задовольнити як внутрішній попит, так і вимоги зовнішніх ринків. Інтенсифікація виробництва, у свою чергу, висуває підвищені вимоги до організації технологічних процесів, якості кормів, генетичного потенціалу тварин та рівня механізації виробництва.

В умовах воєнного стану проблема розвитку свинарства набуває особливої актуальності. Повномасштабна військова агресія спричинила значні втрати виробничих потужностей, порушення логістичних ланцюгів, дефіцит ресурсів та погіршення економічної ситуації в країні. У цих умовах свинарство залишається стратегічно важливою галуззю, оскільки має відносно короткий виробничий цикл і здатне оперативно реагувати на потреби ринку, забезпечуючи населення доступною м'ясною продукцією.

У процесі дослідження використано статистичні дані щодо розвитку свинарства в Україні за період 2021–2024 років. Для обробки та

узагальнення інформації застосовано методи аналізу, синтезу, порівняння та узагальнення, що дозволило виявити основні закономірності та тенденції функціонування галузі.



Рисунок 1.1 – Найпотужніші свиного господарства України (ТОП-15) за кількістю свиноматок, 2024 рік

Аналіз показує, що впродовж останніх років чисельність поголів'я свиней в Україні має тенденцію до скорочення. Якщо у 2021 році цей показник становив близько 5,84 млн голів, то вже у 2023 році він зменшився до приблизно 4,9 млн голів, що свідчить про зниження більш ніж на 16%. Основними причинами такої динаміки є як довготривалі кризові явища у галузі, так і негативні наслідки воєнних дій.

Попри певне незначне відновлення показників на початку 2024 року, загальна ситуація залишається нестабільною. Близькість багатьох господарств до зон активних бойових дій, складна епізоотична ситуація та

скорочення кількості виробників створюють передумови для подальшого зниження поголів'я.

Суттєвим негативним фактором є також скорочення кількості промислових свиногокомплексів. Якщо у 2021 році їх налічувалося майже 1300, то у 2023 році – менше 1000, а за прогнозами на кінець 2024 року цей показник може знизитися до рівня менше 900. Це свідчить про структурну трансформацію галузі та її поступову концентрацію у руках великих виробників.

Виробництво свинини також демонструє спадну динаміку. За аналізований період обсяги виробництва скоротилися приблизно на 10%, що негативно впливає на забезпечення внутрішнього ринку м'ясною продукцією.

В умовах воєнного стану значно ускладнилися економічні умови діяльності підприємств свинарства. Зниження купівельної спроможності населення, перебої з електропостачанням, подорожчання енергоресурсів і кормів призвели до зниження прибутковості виробництва.

Ціни на свинину характеризуються нестабільністю та певною циклічністю. У 2024 році спостерігалось зниження середньої ціни реалізації живої маси свиней, що додатково погіршило фінансовий стан виробників. При цьому вплив зовнішньої торгівлі на внутрішній ринок зменшився через скорочення обсягів імпорту.

Собівартість виробництва свинини залишається високою та має значну варіацію між підприємствами. Основну частку витрат (до 70%) становлять корми, проте останнім часом зростають витрати на енергоресурси, оплату праці та модернізацію виробництва. Це пов'язано з необхідністю адаптації до нових умов господарювання.

Незважаючи на складні умови, окремі підприємства демонструють позитивну динаміку продуктивності. Зокрема, підвищуються середньодобові прирости тварин, покращується коефіцієнт конверсії корму та зменшується вік досягнення забійних кондицій. Це свідчить про

впровадження сучасних технологій та ефективних методів управління виробництвом.

Важливу роль у підвищенні продуктивності відіграє генетичний потенціал поголів'я. У структурі промислового свиначства переважає імпортна генетика, що забезпечує високі виробничі показники. Водночас спостерігається майже повне витіснення вітчизняних порід, що є негативною тенденцією з точки зору збереження національного генофонду.

Рівень споживання свинини в Україні залишається нижчим за науково обґрунтовані норми. У середньому він становить близько 19–20 кг на особу на рік, тоді як рекомендована норма перевищує 30 кг. Це свідчить про наявність значного потенціалу для розширення внутрішнього ринку.

Основним конкурентом свинини є м'ясо птиці, яке сприймається як більш доступний та дієтичний продукт. Водночас підвищення культури споживання та популяризація свинини можуть сприяти зростанню попиту.



Рисунок 1.2 – Структура собівартості виробництва свинини

Для стабілізації та подальшого розвитку свинарства в Україні необхідно реалізувати комплекс заходів, серед яких:

- удосконалення механізмів державної підтримки галузі;
- відшкодування збитків, завданих воєнними діями;
- вирішення епізоотичних проблем;
- стимулювання внутрішнього попиту;
- розвиток експортного потенціалу;
- реформування племінної справи;
- впровадження сучасних технологій виробництва.

Таким чином, свинарство України в умовах воєнного стану функціонує під впливом значної кількості негативних факторів, що обумовлюють скорочення виробництва та погіршення економічних показників галузі. Водночас наявність значного потенціалу, впровадження сучасних технологій та підвищення ефективності виробництва створюють передумови для поступового відновлення та розвитку галузі.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з пошуком ефективних шляхів адаптації свинарства до умов воєнного та післявоєнного періодів, а також розробкою інноваційних технологічних рішень, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності галузі.

1.2 Сучасні технології утримання свиней

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу свинарство функціонує в умовах жорсткої конкуренції, що обумовлено глобалізаційними процесами на ринку м'яса. Це, у свою чергу, вимагає підвищення ефективності виробництва на всіх етапах – від вирощування кормів до реалізації готової продукції. Сьогодні навіть невеликі господарства орієнтуються на принципи потокового виробництва, які раніше були характерні лише для великих промислових комплексів.

Технологія виробництва свинини являє собою складну багаторівневу

систему, яка забезпечує перетворення кормових ресурсів у кінцевий продукт – м'ясо – за участю біологічного об'єкта, яким є свиня. При цьому ефективність цього процесу залежить не лише від основного виробничого ланцюга, а й від функціонування допоміжних систем: кормовиробництва, ветеринарного забезпечення, енергопостачання, логістики та управління.

Сучасне свинарське підприємство розглядається як цілісний виробничий комплекс, що включає взаємопов'язані будівлі, споруди, інженерні мережі, технологічне обладнання та кадрові ресурси. В умовах індустріалізації виробництва такі підприємства можуть складатися з кількох спеціалізованих майданчиків або функціонувати як кооперація окремих виробничих структур, об'єднаних єдиною технологічною метою — отримання якісної свинини.

Технологія виробництва – це науково обґрунтована система заходів і прийомів ведення свинарства, що базується на біологічних особливостях тварин і забезпечує оптимальні умови для отримання продукції необхідної якості з мінімальними витратами ресурсів. Основною її функцією є раціональний розподіл виробничого процесу на окремі складові з метою досягнення максимальної ефективності використання праці, техніки та матеріалів.

Ключовим інструментом реалізації технології є технологічна карта, яка визначає послідовність операцій, параметри виробництва, особливості організації праці та функціонування окремих підрозділів. Важливим критерієм ефективності сучасної технології є її відповідність фізіологічним, етологічним та генетичним особливостям свиней.

Виробничий процес у свинарстві включає сукупність взаємопов'язаних технологічних процесів – від відтворення поголів'я до відгодівлі тварин. Кожен технологічний процес складається з окремих операцій, які можуть бути щоденними (годівля, напування, контроль мікроклімату) або періодичними (осіменіння, відлучення, ветеринарні обробки).

Особливістю сучасного виробництва є його ритмічність. Поголів'я тварин формують у технологічні групи залежно від їх фізіологічного стану, а виробничий процес організовується за чітко визначеним ритмом. Це забезпечує безперервність виробництва та рівномірне отримання продукції.

Сучасні технології виробництва свинини класифікують за кількома основними ознаками.



Рисунок 1.3 – Узагальнена класифікація технологій виробництва свинини

За рівнем інтенсивності виробництва. Розрізняють екстенсивні та інтенсивні технології.

Екстенсивна система передбачає збільшення обсягів виробництва за рахунок нарощування поголів'я без суттєвого підвищення продуктивності тварин. Вона характеризується низьким рівнем механізації, незбалансованою годівлею та невисокими виробничими показниками.

Інтенсивні технології базуються на використанні сучасних досягнень науки і техніки, високопродуктивної генетики, збалансованої годівлі та

автоматизації процесів. Вони забезпечують підвищення продуктивності тварин, зниження витрат ресурсів та високу економічну ефективність виробництва.

За характером виробництва. Виділяють непромислові та промислові (індустріальні) технології.

Промислове свинарство характеризується високим рівнем концентрації виробництва, спеціалізацією підприємств, потоковою організацією процесів, широким застосуванням механізації та автоматизації. Важливими ознаками є принцип «все зайнято — все вільно», ритмічність виробництва та високий рівень ветеринарного контролю.

Окремо виділяють енергоощадні технології, які поєднують інтенсивне виробництво з ресурсозбереженням, зокрема використанням глибокої підстилки, вторинних енергоресурсів та природних біологічних особливостей тварин.



Рисунок 1.4 – Технологія інтенсивного ведення свинарства

За способом вирощування. Залежно від кількості переміщень тварин розрізняють одно-, дво-, три- та чотирифазні технології.

- **Однофазна** – тварини утримуються в одному приміщенні протягом усього періоду вирощування. Перевагою є мінімізація стресу, але недоліком – неефективне використання площ.

- **Двофазна** – передбачає одне переміщення тварин після відлучення.

- **Трифазна** – найпоширеніша, включає дорощування та відгодівлю в окремих приміщеннях.

- **Чотирифазна** – дозволяє оптимізувати використання площ за рахунок поділу відгодівлі на два етапи.

За системою утримання. Розрізняють вигульні та безвигульні системи.

Вигульні системи передбачають використання вигульних майданчиків і мають позитивний вплив на фізіологічний стан тварин. Проте через епізоотичні ризики вони майже не застосовуються в сучасному промисловому свинарстві.

Безвигульні системи є домінуючими та передбачають утримання тварин у приміщеннях протягом усього виробничого циклу. Вони забезпечують кращий контроль за умовами утримання, але потребують дотримання строгих ветеринарно-санітарних вимог.

За способом утримання. Основним є станково-підлоговий спосіб, при якому тварини утримуються індивідуально або групами.

Індивідуальне утримання застосовують для кнурів і свиноматок, тоді як молодняк утримують групами різного розміру. Групове утримання може бути стабільним або динамічним, що впливає на рівень стресу тварин.

За способом відтворення. Розрізняють ритмічне (цілорічне) та турове відтворення.

Цілорічна система забезпечує рівномірне виробництво продукції та більш ефективне використання ресурсів. Турова система застосовується

переважно в екстенсивних господарствах.

За типом годівлі. Використовують сухий, вологий і рідкий типи годівлі.

Суха годівля є найбільш поширеною завдяки простоті механізації. Рідка годівля дозволяє використовувати побічні продукти, але потребує складнішого контролю раціонів.

За методами розведення. У сучасному свиначстві застосовують чистопородне розведення, схрещування та гібридизацію. Найбільш ефективною є гібридизація, яка дозволяє підвищити продуктивність тварин і їх стійкість до несприятливих факторів.

Сучасні технології утримання свиней характеризуються високим рівнем інтенсивності, механізації та наукового обґрунтування. Їх ефективність визначається здатністю забезпечити максимальну продуктивність тварин при мінімальних витратах ресурсів, що є ключовим фактором конкурентоспроможності галузі в умовах сучасного ринку.

1.3 Технологічний процес годівлі свиней

Годівля свиней є ключовим елементом технології виробництва свинини, оскільки саме на неї припадає найбільша частка витрат у структурі собівартості продукції. У зв'язку з цим основним завданням сучасного свиначства є не лише забезпечення високої якості та поживної цінності кормів, а й оптимізація витрат на їх виробництво, транспортування та використання. Особливу увагу приділяють мінімізації втрат кормів і підвищенню ефективності їх доставки від місця виготовлення безпосередньо до тварини.

Технологічний процес годівлі свиней є складною системою взаємопов'язаних операцій, які забезпечують безперервний рух кормів у межах виробничого циклу. Першим етапом цього процесу є транспортування комбікорму від місця його виробництва до свиначського

підприємства. Для цього застосовують спеціалізовані транспортні засоби – кормовози, які можуть бути причіпного або навісного типу та оснащуються механізмами для вивантаження корму.



Рисунок 1.5 – Технологічний процес годівлі свиней

Після доставки комбікорму перевантажується у транзитні бункери, що розташовані на території ферми. Вони виконують функцію накопичення запасу кормів певної рецептури та забезпечують безперебійність виробничого процесу. Наступним етапом є переміщення кормів до бункерів оперативного зберігання, які знаходяться безпосередньо біля приміщень для утримання тварин. Для цього використовують мобільні або стаціонарні транспортні системи, зокрема шнекові, тросово-шайбові або ланцюгові транспортери.

Важливим аспектом організації цього етапу є дотримання ветеринарно-санітарних вимог. Зокрема, внутрішні транспортні засоби не повинні контактувати з транспортом, який вивозить відходи, що дозволяє

зменшити ризик поширення інфекцій.

Бункери оперативного зберігання забезпечують короткостроковий запас корму і часто оснащуються системами контролю маси (тензометричними вагами), що дозволяє оперативно відстежувати витрати кормів і залишки.

Подальшим етапом є доставка корму безпосередньо до місць годівлі тварин. У системах сухої та вологої годівлі це здійснюється за допомогою стаціонарних кормороздавальних ліній, які включають зовнішні бункери, транспортні механізми (ланцюгово- або тросово-шайбові транспортери) та годівниці або кормові автомати. Корм переміщується по трубопроводах, розташованих у приміщенні, і через спеціальні відводи подається у зони споживання.

Для забезпечення рівномірної подачі корму використовуються приводні станції, які автоматично керують роботою системи відповідно до заданої програми. У місцях зміни напрямку транспортування встановлюють поворотні вузли, що забезпечують безперебійний рух корму.

Важливою складовою системи є дозування корму. У сучасних свинарських господарствах застосовують об'ємні та вагові дозатори. Об'ємні дозатори дозволяють регулювати кількість корму шляхом зміни положення дозувальної платформи, тоді як вагові системи забезпечують більш точне дозування, хоча є дорожчими у використанні.

Особливості годівлі залежать від фізіологічного стану тварин. Наприклад, для лактуючих свиноматок важливо забезпечити постійний доступ до корму з поступовим збільшенням його кількості відповідно до потреб організму. Для цього широко застосовуються самогодівниці та автоматичні системи дозування, які забезпечують постійне надходження свіжого корму.

У сучасних господарствах дедалі більшого поширення набувають автоматизовані системи годівлі, які дозволяють не лише транспортувати корм, а й формувати індивідуальні раціони для тварин. Такі системи

оснащені електронними засобами ідентифікації тварин (чіпами) та комп'ютерним керуванням, що забезпечує точне дозування корму відповідно до віку, маси та фізіологічного стану кожної особини.

Автоматичні кормові станції особливо ефективні при груповому утриманні свиноматок, оскільки дозволяють уникнути нерівномірного споживання корму внаслідок ієрархічних відносин у групі. Система розпізнає тварину, визначає її потребу в кормі та забезпечує індивідуальну норму видачі.

Крім традиційних систем сухої годівлі, у сучасному свинарстві активно використовують системи рідкої та мультифазної годівлі. Рідка годівля передбачає приготування кормових сумішей із додаванням води або інших рідких компонентів у змішувальних резервуарах з подальшою подачею до годівниць за допомогою насосів. Такий підхід дозволяє використовувати ширший спектр кормових компонентів і підвищує засвоюваність поживних речовин.

Мультифазні системи забезпечують приготування корму безпосередньо перед його подачею до тварин. Вони дозволяють точно дозувати компоненти, змінювати склад раціону залежно від фази росту та автоматично регулювати кількість корму залежно від споживання.

Окремим напрямом є системи підгодівлі поросят, які використовують замітники молока та рідкі стартерні корми. Це особливо актуально в умовах підвищеної багатоплідності свиноматок, коли їх природна молочна продуктивність не забезпечує потреби всього приплоду.

Таким чином, сучасний технологічний процес годівлі свиней є високотехнологічною системою, що поєднує механізацію, автоматизацію та біологічні особливості тварин. Його ефективна організація забезпечує зниження витрат кормів, підвищення продуктивності тварин і, як наслідок, покращення економічних показників виробництва свинини.

1.4 Висновки до розділу

Свинарство в Україні в умовах воєнного стану перебуває під значним впливом негативних факторів, що проявляється у скороченні поголів'я, зменшенні кількості підприємств та зниженні обсягів виробництва. Основними причинами є руйнування виробничої інфраструктури, порушення логістики, зростання витрат і загальна економічна нестабільність. Водночас галузь зберігає стратегічне значення завдяки відносно короткому виробничому циклу та здатності швидко реагувати на потреби ринку.

Попри складні умови, спостерігаються позитивні тенденції, пов'язані з впровадженням сучасних технологій, підвищенням продуктивності та використанням високопродуктивної генетики. Це створює передумови для поступового відновлення галузі.

Отже, подальший розвиток свинарства потребує комплексної державної підтримки, модернізації виробництва та адаптації до нових умов господарювання, що дозволить підвищити його конкурентоспроможність і забезпечити стабільне виробництво якісної продукції.

2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ ДЛЯ СВИНОФЕРМИ

2.1 Обґрунтування вибору системи утримання тварин на фермі та розроблення режиму її функціонування

На сучасних свинофермах застосовують переважно два основні способи утримання тварин – груповий станковий та індивідуальний. Вибір конкретної системи залежить від виробничого напрямку господарства, технологічної схеми, рівня механізації та біологічних особливостей поголів'я.

Найбільш поширеним є груповий спосіб утримання, за якого свиней розміщують у спеціальних секціях окремими групами. Як правило, чисельність тварин у групі становить 10–15 голів, хоча в окремих випадках може досягати 20–25. При цьому важливим параметром є забезпечення нормативної площі – не менше 0,8 м² на одну голову, що сприяє зниженню стресу та забезпечує нормальні умови для росту і розвитку тварин.

Секції обладнуються комплексом технологічних засобів, які забезпечують механізацію основних процесів. До їх складу входять годівниці з фронтом годівлі близько 0,3 м на одну голову, автоматичні напувалки, а також системи видалення гною. Така організація дозволяє мінімізувати ручну працю та підвищити продуктивність обслуговування тварин.

Годівля свиней у більшості випадків здійснюється напіврідкими або рідкими кормовими сумішами, що забезпечує кращу перетравність і засвоєння поживних речовин. Для їх роздавання застосовують як мобільні кормороздавачі (типу КУТ-3А, КУТ-3Б), так і стаціонарні або координатні системи (РС-5А, КС-1,5, КСП-0,8), що дозволяє автоматизувати процес і забезпечити рівномірний розподіл корму.

Водопостачання організовують за допомогою індивідуальних або групових напувалок чашкового чи ніпельного типу. Якість води повинна відповідати санітарним нормам питної води. Для дорослих свиней застосовують автонапувалки типу ППС-1 або ніпельні ПБС-1, тоді як для поросят використовують спеціалізовані моделі ПБП-1. Висота встановлення напувалок диференціюється залежно від віку тварин: для дорослого поголів'я – 650–670 мм, для відлучених поросят – близько 450 мм, а для поросят-сисунів – приблизно 300 мм.

Видалення гною здійснюється механізованими або гідравлічними способами. Серед механічних систем найбільш поширені скреперні установки (типу УС-12, УС-250) та скребкові транспортери (ТС-1). Гідравлічні системи можуть функціонувати за принципом прямого змиву або самопливу. Використання таких систем сприяє покращенню санітарного стану приміщень та зменшенню витрат праці.

Важливим елементом технології є забезпечення оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. Для цього застосовують припливно-витяжні вентиляційні установки (ПВУ-4, ПВУ-6, ПВУ-9) або автоматизовані системи типу «Клімат». Додатково використовують установки інфрачервоного обігріву та ультрафіолетового опромінення (наприклад, ИКУФ-1М), що сприяє підтриманню температурного режиму та покращенню фізіологічного стану тварин.

У даному проєкті доцільно прийняти груповий спосіб утримання як найбільш ефективний з точки зору механізації процесів, раціонального використання виробничих площ і забезпечення продуктивності тварин.

Для досягнення високих виробничих показників важливим є також правильне планування режиму роботи ферми. Він має враховувати як технологічні вимоги виробництва, так і фізіологічні потреби тварин. Режим роботи визначає послідовність і тривалість виконання основних операцій, таких як годівля, прибирання гною, ветеринарне обслуговування та технічне обслуговування обладнання.

№	Найменування операції	🕒 Початок виконання	➡	🕒 Кінець виконання	=	🕒 Тривалість
1	👤 Прием свинополов'я від нічного свинаря	6.00	➡	6.10	=	0.10
2	🔧 Перевірка технічного стану машин і обладнання, чищення годівниць	6.10	➡	6.30	=	0.20
3	🗑 Прибирання гною	6.30	➡	7.30	=	1.00
4	🐖 Годування тварин	7.30	➡	8.30	=	1.00
5	🏥 Зооветеринарне обслуговування тварин	8.30	➡	9.20	=	0.50
6	🐖 Прогулянка тварин, технічне обслуговування машин і обладнання	9.20	➡	10.10	=	0.50
7	🗑 Прибирання гною	10.10	➡	11.10	=	1.00
8	☕ Перерва	11.10	➡	16.30	=	5.20
9	🔧 Чищення тварин, чищення годівниць	16.30	➡	17.10	=	0.40
10	🐖 Годування тварин	17.10	➡	18.10	=	1.00
11	🗑 Прибирання гною	18.10	➡	19.10	=	1.00
12	🤝 Передача поголів'я нічному свинарю	19.10	➡	19.20	=	0.10
🕒 Тривалість зміни						8.00

Рисунок 2.1 – Графік роботи свиноферми з відгодівлі

Робота ферми організовується, як правило, в одну зміну тривалістю 8 годин. Протягом робочого дня здійснюється прийом поголів'я, огляд і підготовка обладнання, дворазове годування тварин, прибирання гною, проведення зооветеринарних заходів, а також санітарне обслуговування приміщень. Між основними операціями передбачаються технологічні перерви та час на обслуговування обладнання.

Рационально організований режим роботи забезпечує стабільність технологічного процесу, зниження витрат праці, підвищення продуктивності тварин і загальну ефективність функціонування свиноферми.

2.2 Обґрунтування структури стада та розрахунок умовної чисельності поголів'я

Визначення структури стада є необхідною умовою для обґрунтування технологічних і виробничих параметрів ферми. Саме структура поголів'я дозволяє правильно розрахувати потребу в кормах, визначити типи, розміри

та кількість тваринницьких приміщень, а також забезпечити ефективну організацію виробничого процесу.

При проєктуванні свиновідгодівельного підприємства структура стада формується за принципом рівномірного розподілу тварин за ваговими групами, що відповідає потоково-ритмічній організації виробництва. У даному випадку приймається така структура:

- свині живою масою 20–30 кг – 20 %;
- свині живою масою 30–40 кг – 20 %;
- свині живою масою 40–55 кг – 20 %;
- свині живою масою 55–80 кг – 20 %;
- свині живою масою 80–100 кг – 20 %.

Кількість тварин у кожній віково-ваговій групі визначається за формулою:

$$m_{\text{гр}} = \frac{M \cdot \delta}{100}$$

де М – загальна чисельність поголів'я, голів; δ – частка відповідної групи, %.

Розрахунок виконується з урахуванням перспективного розширення ферми до 1000 голів. Відповідно, кількість тварин у кожній групі становить:

$$m_{20-30} = \frac{1000 \cdot 20}{100} = 200 \text{ гол.}$$

$$m_{30-40} = 200 \text{ гол.}$$

$$m_{40-55} = 200 \text{ гол.}$$

$$m_{55-80} = 200 \text{ гол.}$$

$$m_{80-100} = 200 \text{ гол.}$$

Таким чином, усі вікові групи є рівномірно представленими, що забезпечує безперервність виробничого процесу та стабільність надходження продукції.

Для подальших технологічних і економічних розрахунків (зокрема визначення потреби в кормах) доцільно перевести фактичне поголів'я в умовні голови. Це дозволяє врахувати різницю у споживанні кормів тваринами різної маси.

Умовна чисельність поголів'я визначається за формулою:

$$M_{\text{ум}} = \sum_{i=1}^n m_{\text{гр.}i} \cdot K_{\text{ум.}i}$$

де n – кількість віково-вагових груп; $m_{\text{гр.}i}$ – кількість тварин у відповідній групі; $K_{\text{ум.}i}$ – коефіцієнт переведення в умовні голови.

З урахуванням прийнятих коефіцієнтів отримуємо:

$$M_{\text{ум}} = 200 \cdot 0,2 + 200 \cdot 0,4 + 200 \cdot 0,65 + 200 \cdot 0,85 + 200 \cdot 1,0 = 620 \text{ ум. гол.}$$

Отже, для подальших розрахунків приймаємо умовну чисельність поголів'я на рівні 620 умовних голів.

Такий підхід дозволяє більш точно оцінити виробничі потреби ферми, оптимізувати витрати кормів і забезпечити раціональне планування технологічних процесів.

2.3 Визначення добової та разової потреби поголів'я у коренеплодах

Для визначення добової та разової потреби тварин у кормах необхідно насамперед сформулювати обґрунтовані раціони годівлі. Під час їх розроблення враховують природно-кліматичні умови розміщення господарства, вид і виробниче призначення тварин, рівень їх продуктивності, живу масу, а також технологію утримання.

У даному проєкті прийнято раціони для двох сезонних періодів — зимового та літнього, що дозволяє врахувати особливості кормової бази і фізіологічні потреби тварин у різні пори року. За базову (еталонну) групу обрано відгодівельних свиней живою масою 80–100 кг, для яких коефіцієнт переведення в умовні голови дорівнює 1. Це дає змогу спростити подальші

розрахунки та уніфікувати визначення потреби в кормах для всього поголів'я.

Раціон для цієї групи включає концентровані корми, соковиті (зокрема коренеплоди), білкові добавки, мінеральні компоненти та інші інгредієнти, які забезпечують середньодобовий приріст на рівні близько 550 г. У зимовий період значну частку раціону становлять коренеплоди та трав'яне борошно, тоді як у літній період їх частково замінює зелена маса.

Розрахунок добової потреби кожного виду корму для всього стада виконують з урахуванням умовного поголів'я та норми витрати корму на одну умовну голову. Таким чином, загальна потреба визначається як добуток чисельності умовного поголів'я на відповідну норму годівлі.

Зокрема, добова потреба ферми в коренеплодах у зимовий період становить:

$$P_{\text{доб}} = 3,0 \times 620 = 1860 \text{ кг},$$

а в літній період використання коренеплодів не передбачається, тому їх потреба дорівнює нулю.

З метою раціональної організації годівлі та кращого засвоєння кормів добову норму розподіляють на окремі дачі відповідно до режиму роботи ферми. У даному випадку передбачено дворазову годівлю, що є найбільш поширеним варіантом для відгодівельних господарств.

Практика показує, що рівномірний розподіл корму між прийомами їжі сприяє стабільному споживанню та кращій конверсії кормів. Тому добову норму доцільно ділити порівну між двома годівлями.

Разову потребу в кормі визначають як частку від добової потреби:

$$P_{\text{раз}} = \beta \cdot P_{\text{доб}},$$

де β – частка корму в одній дачі.

Для коренеплодів при дворазовій годівлі ($\beta = 0,5$) отримаємо:

- перша годівля: $1860 \times 0,5 = 930 \text{ кг}$;
- друга годівля: $1860 \times 0,5 = 930 \text{ кг}$.

Вид корму	Маса корму	
	❄ Зимовий період	☀ Літній період
Концентровані корми	2,1	2,4
Зелена маса (люцерна)	–	1,0
Коренеплоди	3,0	–
Трав'яне борошно	0,5	–
М'ясо-кісткове борошно	0,2	0,3
Висівки	0,4	0,4
Макуха соняшникова	0,1	–
Крейда кормова	0,045	0,05

Таблиця 2.3 – Розподілення добової потреби в коренеплодах поголів'я

Вид корму	Добова потреба стада в кормах, кг	1-а годівля		2-а годівля	
		β (частка від добової потреби)	Разова потреба, кг	β (частка від добової потреби)	Разова потреба, кг
Коренеплоди	1860	0,5	930	0,5	930

Примітка: при дворазовому годуванні добова норма коренеплодів розподіляється рівномірно.

Рисунок 2.2 – Добова та разова потреба поголів'я у коренеплодах

Таким чином, правильне визначення добової та разової потреби в кормах, з урахуванням раціонів і режиму годівлі, є важливим елементом ефективної організації виробництва. Це дозволяє оптимізувати використання кормових ресурсів, знизити їх втрати та забезпечити високі показники продуктивності тварин.

2.4 Зоотехнічне обґрунтування вимог до технологічної лінії підготовки коренеплодів

Коренеплоди відіграють важливу роль у годівлі свиней, оскільки сприятливо впливають на фізіологічний стан організму, підвищують м'ясну продуктивність, а також забезпечують інтенсивний ріст і розвиток молодняку. Їх позитивна дія зумовлена специфічним хімічним складом: вони містять значну кількість легкозасвоюваних вуглеводів, які активізують мікробіологічні процеси в травному тракті, стимулюють секрецію травних соків і, відповідно, покращують перетравність та засвоєння поживних речовин. Крім того, коренеплоди характеризуються вираженими

дієтичними властивостями, а високий вміст внутрішньоклітинної води позитивно впливає на обмінні процеси та загальну продуктивність тварин.

За поживною цінністю серед коренеплодів провідне місце займає цукровий буряк, далі – морква, брюква та кормовий буряк, тоді як турнепс має найнижчу енергетичну цінність. У практиці свинарства коренеплоди використовують у різних формах: у сирому вигляді, у складі вологих кормових сумішей, у вигляді сушеної стружки або після теплової обробки (запарювання) разом з іншими компонентами раціону.

Під час підготовки коренеплодів до згодовування необхідно дотримуватися ряду зоотехнічних вимог. Насамперед, їх слід готувати безпосередньо перед згодовуванням, не пізніше ніж за 1–2 години, оскільки при тривалому зберіганні подрібнена маса швидко окиснюється, темніє, втрачає сік і може уражатися пліснявою. Для видалення механічних домішок (грунту, каміння) коренеплоди піддають очищенню та миттю, причому доцільно передбачати попереднє сухе очищення. Допустимий рівень залишкових забруднень не повинен перевищувати 2%.

Процес миття має бути оптимізованим: надмірна тривалість призводить до вимивання поживних речовин (зокрема цукрів і крохмалю) та перевитрат води. Витрати води повинні становити орієнтовно 20–50 л на 1 т сировини, а механічний вплив робочих органів не повинен пошкоджувати структуру коренеплодів.

Подрібнення коренеплодів повинно здійснюватися з мінімальними втратами соку та утворенням мезги. Для свиней оптимальна довжина частинок становить 5–10 мм, що забезпечує хороше поїдання і ефективне засвоєння корму.

Обладнання, яке застосовується для накопичення, очищення, подрібнення та дозування коренеплодів, має відповідати ряду техніко-зоотехнічних вимог. Воно повинно забезпечувати необхідну якість подрібнення відповідно до біологічних потреб тварин, бути універсальним для переробки різних видів коренеплодів та мати можливість регулювання

ступеня подрібнення. Важливою є також достатня продуктивність обладнання, яка дозволяє переробляти необхідну кількість сировини впродовж 1–2 годин для забезпечення разової потреби у кормах.

Крім того, технічні засоби повинні характеризуватися енергоефективністю, надійністю в роботі, простотою конструкції та зручністю в обслуговуванні. Вони мають легко інтегруватися в загальну технологічну лінію, забезпечувати механізоване завантаження сировини та транспортування готового продукту, а також створювати умови для автоматизації процесу приготування кормів. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню ефективності виробництва та зниженню витрат праці.

2.5 Оцінка та аналіз існуючих способів підготовки коренеплодів до згодовування

У практиці кормоприготування застосовують кілька основних способів обробки кормової сировини: механічні, теплові, біологічні та хімічні. Залежно від виду кормів і виробничих умов ці методи можуть використовуватися як окремо, так і в різних комбінаціях для досягнення максимальної ефективності.

Механічна обробка є найбільш поширеною і включає такі операції, як очищення, подрібнення, дозування, змішування та, за необхідності, пресування. Застосування цього способу сприяє підвищенню поїдання кормів, покращенню їх засвоюваності та забезпечує зручність транспортування і роздавання. Особливо важливим є подрібнення, яке забезпечує оптимальну структуру корму відповідно до фізіологічних особливостей тварин.

Теплові методи підготовки кормів охоплюють процеси підігрівання, сушіння, запарювання, варіння, випарювання та обсмажування. Такі операції дозволяють підвищити перетравність кормів, зменшити мікробне забруднення та інактивувати небажані речовини. Наприклад, запарювання

коренеплодів сприяє кращому засвоєнню поживних компонентів, проте потребує додаткових енергетичних витрат.

Біологічні способи базуються на використанні мікробіологічних процесів і включають силосування, ферментацію (заквашування), осолоджування, дріжджування та пророщування. Вони дозволяють підвищити поживну цінність кормів, покращити їх смакові якості та забезпечити тривале зберігання. Найбільш поширеним методом є силосування, яке широко застосовується для консервування зелених і соковитих кормів.

Хімічна обробка передбачає використання розчинів кислот або лугів для зміни властивостей кормів. Однак цей спосіб має обмежене застосування через негативний вплив реагентів на обладнання та можливі ризики для тварин. Зокрема, при підготовці коренеплодів у свинарстві хімічні методи практично не використовуються.

Аналізуючи зазначені способи з урахуванням технологічних вимог і можливостей господарства, можна зробити висновок, що для підготовки коренеплодів найбільш доцільним є механічний спосіб. Він забезпечує необхідну якість обробки, є економічно вигідним, не потребує значних енергетичних затрат і легко інтегрується в сучасні механізовані та автоматизовані технологічні лінії.

Загальна технологічна схема лінії є важливим інструментом проєктування, оскільки наочно відображає послідовність виконання операцій під час підготовки кормів. Вона дає змогу систематизувати технологічний процес, виявити однакові або суміжні операції для їх об'єднання, а також обґрунтовано підібрати оптимальний комплект машин і обладнання. Крім того, така схема дозволяє оцінити взаємозв'язок між окремими етапами виробництва та підвищити ефективність функціонування всієї технологічної лінії.

Аналіз технологічних підходів до підготовки коренеплодів показує, що їх переробка може здійснюватися за різними варіантами схем, зокрема:

1. Накопичення та очищення;
2. Накопичення, очищення і подрібнення;
3. Накопичення, очищення, подрібнення з подальшим вивантаженням;
4. Накопичення, очищення, подрібнення, дозування та змішування;
5. Очищення, теплова обробка (запарювання), розминання, дозування і змішування.

Вибір конкретної схеми залежить від типу господарства, рівня його технічного оснащення, прийнятої технології годівлі та зоотехнічних вимог. Найбільш раціональним є варіант, що передбачає послідовність операцій: накопичення – очищення – подрібнення – вивантаження. Така схема є достатньо простою, економічно доцільною та забезпечує отримання корму необхідної якості без зайвих витрат ресурсів.

З урахуванням прийнятої технології виробництва, наявної матеріально-технічної бази господарства, а також аналізу сучасних машин і обладнання для обробки кормів, формується загальна технологічна лінія переробки коренеплодів. Вона включає комплекс взаємопов'язаних машин і механізмів, які забезпечують безперервність процесу та відповідність продукції зоотехнічним вимогам.

Для створення запасу сировини (на разову або добову потребу) та її рівномірної подачі до наступних операцій застосовують живильники типу ТК-5, ТК-5Б, КП-10 або спеціально сконструйовані пристрої. Очищення коренеплодів найчастіше здійснюється шляхом миття, яке може поєднуватися з подрібненням у комбінованих машинах типу ИКМ-5, ИКМ-Ф-10, ИКС-5М. У деяких випадках використовується сухе очищення на спеціалізованому обладнанні.

Після подрібнення готовий продукт транспортується до місця використання або подальшої переробки за допомогою транспортерів, зокрема типу ТС-40М або ТЛ-65. Така організація процесу забезпечує

безперервність технологічної лінії, мінімізує втрати корму та сприяє підвищенню загальної ефективності виробництва.

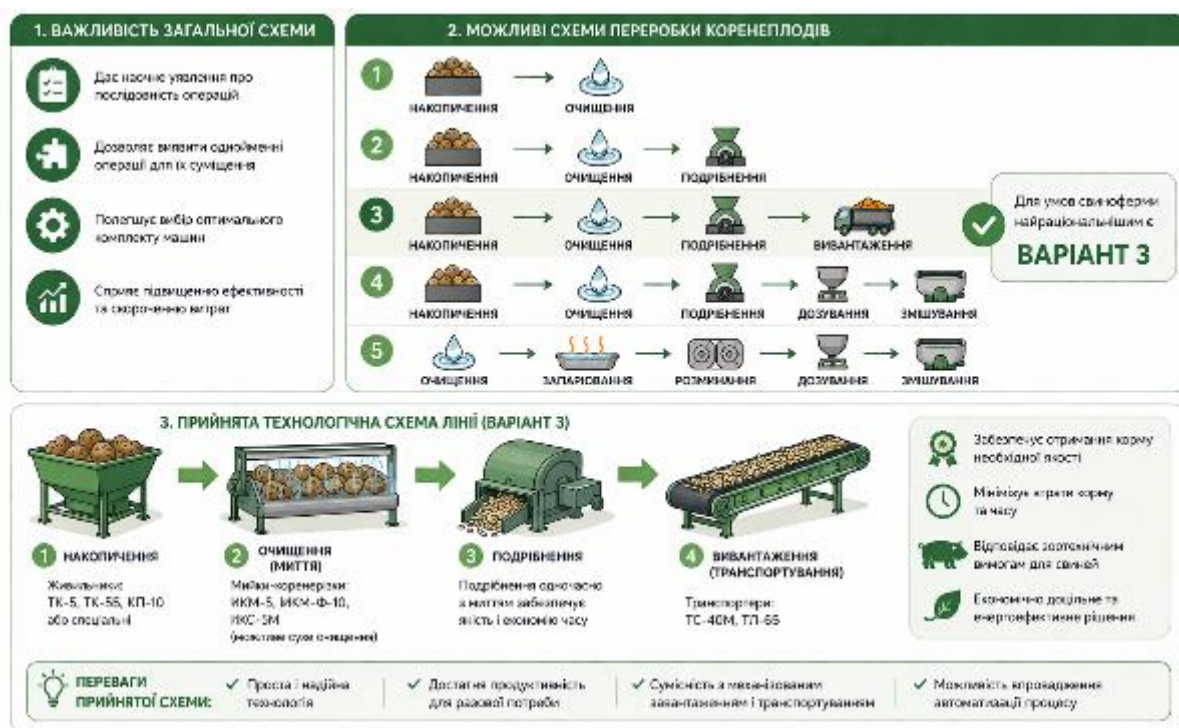


Рисунок 2.3 – Оцінка та аналіз існуючих способів підготовки коренеплодів до згодовування

Отже, правильно розроблена та обґрунтована технологічна схема є ключовою передумовою ефективної роботи лінії приготування коренеплодів і забезпечує оптимальне поєднання технічних, економічних та зоотехнічних факторів.

2.6 Розрахунок продуктивності технологічної лінії

Продуктивність технологічної лінії з переробки коренеплодів є одним із ключових параметрів, який визначає ефективність її роботи та відповідність виробничим потребам ферми. Вона розраховується з урахуванням максимальної разової потреби в кормах, тривалості роботи обладнання та ступеня використання робочого часу. Розрахунок

виконується за залежністю:

$$W_{\text{л.к.}} = \frac{P_{\text{max}}}{t \cdot \tau}$$

де $W_{\text{л.к.}}$ – продуктивність технологічної лінії, кг/год; P_{max} – максимальна кількість коренеплодів на одне годування, кг; t – тривалість роботи лінії, год; τ – коефіцієнт використання робочого часу.

Підставляючи вихідні дані, отримуємо продуктивність лінії близько 1033 кг/год, що забезпечує своєчасну підготовку кормів відповідно до виробничого графіка.

Після визначення продуктивності здійснюється підбір машин та обладнання для кожної технологічної операції відповідно до прийнятої схеми. Основною вимогою при цьому є забезпечення безперервності процесу, узгодженості продуктивності всіх елементів лінії та відповідності зоотехнічним вимогам до якості кормів.

З урахуванням технологічної схеми розглянуто три можливі варіанти комплектування лінії:

Варіант 1: накопичення (ТК–5) → миття та подрібнення (ИКМ–5) → транспортування (ТС–40М)

Варіант 2: накопичення (ТК–5Б) → миття та подрібнення (ИКС–5М) → транспортування (ШВ–30)

Варіант 3: накопичення та очищення (УСОК–3) → подрібнення (01МТД) → транспортування (ТС–40М)

Кількість одиниць обладнання для кожної операції визначається за формулою:

$$n = \frac{W_{\text{л.к.}}}{W_{\text{м}}}$$

де $W_{\text{м}}$ – продуктивність окремої машини, кг/год.

Результати розрахунків показали, що для забезпечення заданої продуктивності у всіх трьох варіантах достатньо використання по одній машині кожного типу, оскільки їх технічні характеристики значно

перевищують необхідну продуктивність лінії.

Таким чином, отримано такі комплекти обладнання:

Варіант 1: ТК–5 (1 шт.) → ИКМ–5 (1 шт.) → ТС–40М (1 шт.)

Варіант 2: ТК–5Б (1 шт.) → ИКС–5М (1 шт.) → ШВ–30 (1 шт.)

Варіант 3: УСОК–3 (1 шт.) → 01МТД (1 шт.) → ТС–40М (1 шт.)

Усі варіанти забезпечують необхідну продуктивність і можуть бути використані в умовах господарства. Остаточний вибір оптимального варіанта доцільно здійснити на основі техніко-економічного аналізу з використанням обчислювальної техніки, що дозволить врахувати витрати, енергоефективність та експлуатаційні показники обладнання.

2.7 Висновки до розділу

У результаті проектування встановлено, що ферма розрахована на 1000 голів, що відповідає 620 умовним головам. Структура стада рівномірна – по 20% (200 голів) у кожній ваговій групі, що забезпечує безперервність виробництва.

Добова потреба у коренеплодах становить 1860 кг, а при дворазовій годівлі разова дача – 930 кг. Це визначає вимоги до продуктивності технологічної лінії.

Розрахункова продуктивність лінії становить близько 1033 кг/год, що дозволяє повністю забезпечити потребу ферми за 1–2 години роботи. Для цього достатньо використання 1 одиниці обладнання на кожну операцію в усіх розглянутих варіантах.

Таким чином, обрана технологічна схема забезпечує необхідну продуктивність, раціональне використання ресурсів та ефективну організацію процесу приготування кормів.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПОДРІБНЮВАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ

3.1 Основні зоотехнічні вимоги до обладнання (машини)

До подрібнювачів коренеплодів, у тому числі й до проєктованого обладнання, висувається комплекс техніко-зоотехнічних вимог, які забезпечують ефективність процесу та високу якість корму:

- забезпечення подрібнення коренеплодів до оптимального розміру частинок, придатного для згодовування: 5–10 мм для свиней і телят, та 10–15 мм для великої рогатої худоби;
- достатньо висока продуктивність машини, яка дозволяє протягом 1–2 годин переробити обсяг сировини, необхідний для разового годування поголів'я;
- отримання однорідної за структурою кормової маси з дотриманням зоотехнічних вимог щодо форми, розмірів частинок і рівномірності подрібнення, а також з мінімальними втратами соку та поживних речовин;
- надійна та стабільна робота робочих органів без забивання і зависання матеріалу;
- зручний доступ до основних вузлів і механізмів для регулювання, технічного обслуговування, очищення та заміни робочих елементів;
- енергоефективність роботи та мінімальні експлуатаційні витрати;
- відповідність вимогам безпеки праці та санітарно-гігієнічним нормам.

Дотримання цих вимог забезпечує отримання якісного корму, підвищення продуктивності тварин і надійну роботу технологічної лінії в цілому.

3.2 Оцінка сучасних засобів механізації даного типу та обґрунтування вибору об'єкта проєктування

Подрібнення коренеплодів у сучасному тваринництві здійснюється за різними технологічними принципами, серед яких найпоширенішими є: різання (рубка), ударна дія та скобління. Зокрема, різальний спосіб реалізовано в машинах типу ИКМ-5, КПИ-4, «Волгарь-5»; ударний вплив робочих органів використовується в агрегатах ИКС-5 (штифти) та ИКС-5М, КДУ-2 (молотки); а метод скобління із отриманням стружки застосовується, наприклад, у машині КПСК-1000 (виробництво Чехія).

У виробничих умовах значного поширення набули подрібнювачі коренеплодів типу ИКМ-5. Даний агрегат поєднує функції каменевловлювача, мийки та подрібнювача і призначений для комплексної підготовки коренебульбоплодів до згодовування. Машина забезпечує очищення сировини від домішок, її миття та подрібнення до часток розміром до 10 мм для свиней і до 15 мм для великої рогатої худоби. Подрібнювач може працювати як у складі технологічної лінії разом із живильниками ТК-5 або ТК-5Б, так і автономно за умови встановлення у відповідно обладнаних приміщеннях з водопостачанням і каналізацією.

Конструктивно ИКМ-5 включає три основні робочі органи: мийний шнек діаметром 400 мм із електродвигуном потужністю 2,2 кВт; подрібнювальний дисковий апарат, оснащений електродвигуном потужністю 7,5 кВт; а також вивантажувальний транспортер із приводом від мотор-редуктора потужністю 0,8 кВт. Загальний технологічний процес функціонування машини відбувається таким чином: у ванну подається вода до заданого рівня, після чого коренеплоди транспортером надходять у мийну зону. Тут під дією вихрових потоків води, створених крилачем, відбувається первинне очищення від бруду та відокремлення каміння. Далі сировина переміщується шнеком, де здійснюється повторне миття

зустрічним потоком води, після чого направляється у подрібнювальну камеру.

Подрібнювальний механізм складається з корпусу та двох дисків: на верхньому закріплені горизонтальні ножі, на нижньому – вертикальні. Обидва диски встановлені на одному валу. Для захисту вузлів від перевантаження передбачено перехідник із запобіжною кришкою, яка відхиляється у разі забивання. Регулювання ступеня подрібнення здійснюється шляхом зміни частоти обертання ріжучих дисків. Для цього машина оснащена двошвидкісним електродвигуном (465 хв^{-1} при 3,8 кВт та 920 хв^{-1} при 7,5 кВт). Для отримання дрібнішої фракції використовують більшу швидкість обертання і рифлену деку, а для грубішого подрібнення – зменшують швидкість та демонтують деку.

Скребковий транспортер виконує функцію видалення важких домішок (каменів, піску) та складається з кожуха, транспортера зі скребками і привода. Для обслуговування передбачено люк для очищення та зливу води.

Подальшим розвитком конструкції є модифікація ИКМ-Ф-10, у якій удосконалено вертикальний шнек, опорні вузли та привід подрібнювального механізму. Основні характеристики цієї машини: витрата води – близько 150 л/т, енерговитрати – 1,43 кВт·год/т, встановлена потужність – 14,3 кВт, маса — 940 кг.

Ще однією модифікацією є подрібнювач-очисник ИКУ-Ф-10, який додатково оснащений барабанним апаратом сухого очищення. У цьому випадку коренеплоди спочатку очищаються від ґрунту сухим способом, а потім проходять стандартний цикл миття та подрібнення. Продуктивність машини сягає 10 т/год, маса – 1750 кг, а сумарна потужність електродвигунів становить 12,55 кВт.

Окрему групу становлять універсальні подрібнювачі кормів, зокрема «Волгарь-5», який призначений для обробки широкого спектра кормів: силосу, грубих кормів, коренеплодів, зеленої маси, баштанних культур

тощо. Конструкція машини включає живильний і притискний транспортери, молотковий барабан, шнек із ріжучим барабаном, раму та привід.



Рисунок 3.1 – Оцінка сучасних подрібнювачів коренеплодів

Технологічний процес у «Волгарь-5» є двоступеневим. На першому етапі корм надходить до молоткового барабана, де подрібнюється до часток 20–80 мм. Далі матеріал транспортується шнеком до другого ступеня подрібнення, де за допомогою ножів, що взаємодіють із нерухомими елементами, досягається кінцева фракція розміром 2–10 мм. Регулювання якості подрібнення здійснюється зміною положення ножів. Для обробки кормів для ВРХ ножі другого ступеня можуть бути демонтовані. Передбачено також захисний механізм, який автоматично вимикає привід у разі перевантаження.

До переваг подрібнювача «Волгарь-5» належать універсальність застосування, достатньо висока продуктивність і відповідність отриманого корму зоотехнічним вимогам. Водночас до недоліків більшості розглянутих машин можна віднести значні питомі витрати енергії, а також обмежені можливості отримання дуже дрібної фракції, що є особливо важливим при приготуванні соковитих кормів для свиней.

3.3 Опис конструкції подрібнювача коренеплодів та принцип його функціонування

Подрібнювач коренеплодів являє собою багатокomпонентну машину, що забезпечує послідовне транспортування, ущільнення та подрібнення сировини до стану, придатного для згодовування тваринам. Його конструкція включає раму, робочий корпус із завантажувальним бункером, подавальний шнек, протиріжучий диск двосторонньої дії, ріжучий орган (ніж лопатевого типу), калібрувальну решітку, регулювальний вузол (гайка зі стопорним елементом) та привідний механізм.

Ріжучий ніж розміщується безпосередньо за протиріжучим диском і працює з більшою кутовою швидкістю, ніж шнек, що забезпечує ефективне зрізання та подрібнення матеріалу. Залежно від технологічних вимог і виду тварин (свині, ВРХ, птиця) конструкція ріжучого апарата може змінюватися – встановлюються різні ножі, решітки або регулюються параметри подрібнення для отримання необхідної фракції.

Несучою основою машини є рама, виконана у вигляді жорсткого зварного каркаса з металевих профілів. Вона забезпечує надійне кріплення всіх вузлів і сприймає динамічні навантаження, що виникають у процесі роботи. Корпус подрібнювача, як правило, виготовляється з металевої труби або листового прокату і оснащений завантажувальним бункером, який служить для приймання та тимчасового накопичення коренеплодів.

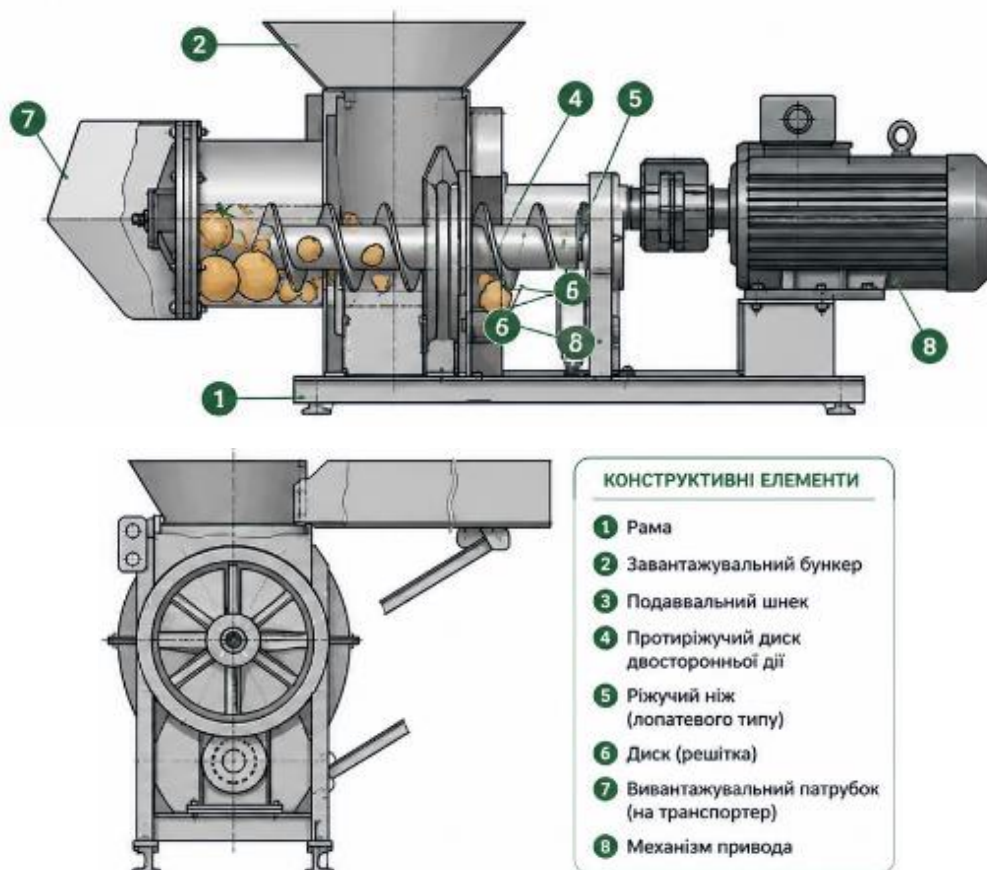


Рисунок 3.2 – Конструкції розробленого подрібнювача коренеплодів

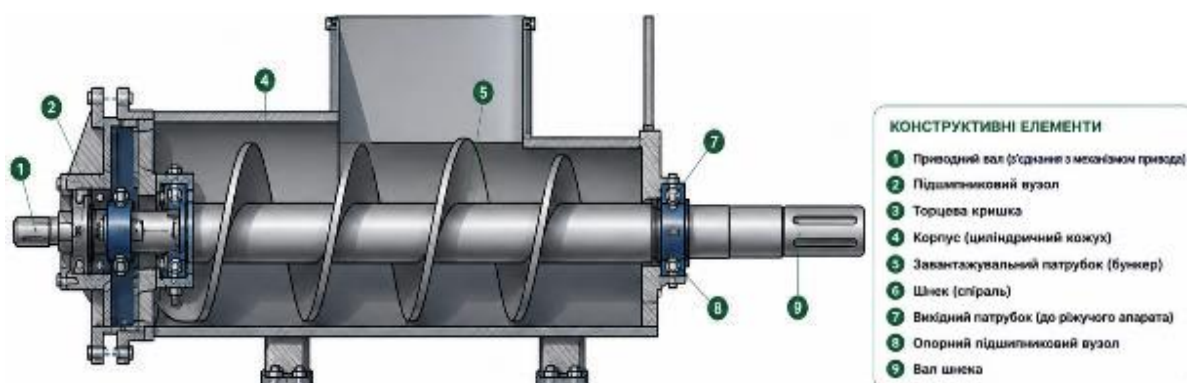


Рисунок 3.3 – Конструкції робочого органу розробленого подрібнювача коренеплодів

Подача матеріалу здійснюється за допомогою шнека зі змінним кроком витків, що забезпечує поступове ущільнення та рівномірне транспортування сировини до зони різання. Конструкція шнека передбачає встановлення підшипникових опор, привідної шестерні та змінних елементів, які покращують процес захоплення і подачі коренеплодів.

Робочий процес відбувається таким чином: коренеплоди надходять у бункер (або через попереднє сортування), після чого шнек захоплює їх і переміщує до протиріжучого диска. У процесі руху маса ущільнюється і продавлюється через отвори диска. Далі матеріал потрапляє в зону дії обертового ножа, який здійснює первинне подрібнення.



Рисунок 3.4 – Конструкції робочого органу розробленого подрібнювача коренеплодів

Додаткове регулювання подачі здійснюється за рахунок змінної пластини на кінці шнека, яка дозує товщину шару продукту. Після первинного різання частинки потрапляють на решітку, де під дією ножа (його тильної частини) відбувається остаточне доформування фракції. Готовий подрібнений продукт через вихідний отвір або транспортер виводиться з машини.

Така конструкція забезпечує:

- рівномірність подрібнення;
- мінімальні втрати соку;

- можливість регулювання крупності частинок;
- безперервність технологічного процесу;
- адаптацію до різних видів кормової сировини.

У результаті подрібнювач дозволяє отримати кормову масу оптимальної структури, що сприяє кращому поїданню та засвоєнню кормів тваринами.

3.4 Розрахунок технологічних параметрів подрібнювача коренеплодів

Продуктивність подрібнювача решітчасто-ножового типу визначається за залежністю:

$$Q = \frac{K_{\text{врз}} \cdot S_{\text{н}}}{S_{\text{р}}},$$

де $K_{\text{врз}}$ – коефіцієнт використання ріжучої здатності ножа (рекомендовано приймати в межах 0,7–0,8); $S_{\text{н}}$ – ріжуча здатність ножа, $\text{м}^2/\text{с}$; $S_{\text{р}}$ – площа поверхні подрібнення, що утворюється при обробці 1 кг корму, м^2 .

Ріжучу здатність одного ножа визначають за формулою:

$$S_{\text{н}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{реш}}^2 \cdot \omega_{\text{н}} \cdot z \cdot f_{\text{р}}}{8 \cdot \pi},$$

де $D_{\text{реш}}$ – діаметр решітки, м; z – кількість ріжучих кромek ножа; $\omega_{\text{н}}$ – кутова швидкість обертання ножового вала, с^{-1} ; $f_{\text{р}}$ – коефіцієнт використання площі отворів решітки.

Коефіцієнт $f_{\text{р}}$ визначається як відношення площі отворів до загальної площі решітки:

$$f_{\text{р}} = \frac{S_{\text{отв}}}{S_{\text{реш}}},$$

Площа решітки розраховується за формулою:

$$S_{\text{реш}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{реш}}^2}{4},$$

Для заданого діаметра ($D_{\text{реш}} = 0,44$) м отримуємо:

$$S_{\text{реш}} = 0,15 \text{ м}^2.$$

Оскільки отвори решітки мають форму секторів кола, їх сумарна площа визначається як:

$$S_{\text{отв}} = 3 \cdot \frac{\pi r^2 \beta}{360},$$

де r – радіус сектора, м; β – центральний кут, град.

У результаті:

$$S_{\text{отв}} = 0,08 \text{ м}^2, \quad f_p = \frac{0,08}{0,15} = 0,53.$$

Підставивши значення у формулу, визначаємо ріжучу здатність ножа:

$$S_H = 0,42 \text{ м}^2/\text{с}.$$

Площа поверхні подрібнення залежить від ступеня дисперсності та швидкості проходження матеріалу через решітку. Для коренеплодів її приймають у межах 0,9–1,0 м²/кг.

Тоді продуктивність подрібнювача становить:

$$Q = 0,35 \text{ кг/с} \approx 1,26 \text{ т/год}.$$

Таким чином, отримане значення продуктивності відповідає вимогам технологічного процесу та забезпечує ефективну переробку коренеплодів у заданому режимі роботи.

3.5 Розрахунок необхідної потужності привода подрібнювача

Потужність, необхідна для приводу решітчасто-ножового подрібнювача, визначається як сумарні енергетичні витрати на основні процеси з урахуванням втрат у трансмісії:

$$N = \frac{N_{\text{подр}} + N_{\text{ш}} + N_{\text{хх}}}{\eta},$$

де $N_{\text{подр}}$ – потужність, що витрачається безпосередньо на подрібнення матеріалу, кВт; $N_{\text{ш}}$ – потужність, необхідна для роботи подавального

(ущільнювального) шнека, кВт; N_{xx} – потужність холостого ходу машини, кВт; η – коефіцієнт корисної дії приводу (приймається в межах 0,85–0,9).

Потужність, яка витрачається на подрібнення, обчислюється за формулою:

$$N_{\text{подр}} = Q \cdot A_{\text{подр}},$$

де $A_{\text{подр}}$ – питомі витрати енергії на процес подрібнення (для коренеплодів 17–19 кДж/кг).

$$N_{\text{подр}} = 0,35 \cdot 18000 = 6300 \text{ Вт} = 6,3 \text{ кВт}.$$

Потужність, необхідна для роботи шнека, визначається аналогічно:

$$N_{\text{ш}} = Q \cdot A_{\text{ш}},$$

де $A_{\text{ш}}$ – питомі енерговитрати на транспортування та ущільнення корму (14–15 кДж/кг для коренеплодів).

$$N_{\text{ш}} = 0,35 \cdot 15000 = 5250 \text{ Вт} = 5,25 \text{ кВт}.$$

Потужність холостого ходу зазвичай становить 15–20% від потужності подрібнення:

$$N_{xx} = (0,15–0,2) \cdot N_{\text{подр}}.$$

$$N_{xx} = 0,2 \cdot 6,3 = 1,26 \text{ кВт}.$$

Тоді загальна необхідна потужність приводу становить:

$$N = \frac{6,3 + 5,25 + 1,26}{0,87} \approx 14,7 \text{ кВт}.$$

З урахуванням отриманого значення доцільно обрати стандартний електродвигун з певним запасом потужності. Приймається асинхронний двигун типу 4AP160M6Y3 потужністю 15 кВт із синхронною частотою обертання 1000 об/хв, що забезпечує надійну та стабільну роботу подрібнювача в заданих умовах експлуатації.

3.6 Визначення основних геометричних параметрів шнека

Зовнішній діаметр шнека $D_{\text{ш}}$ обирають із конструктивних міркувань відповідно до стандартного ряду типорозмірів. У даному випадку приймаємо $D_{\text{ш}} = 350$ мм. Внутрішній діаметр гвинта $d_{\text{ш}}$ визначається з урахуванням конструкції та виготовляється у вигляді порожнистого вала з труби, для якого приймаємо $d_{\text{ш}} = 140$ мм.

Витки шнека виготовляють із листової сталі. Для цього вирізають кільцеві заготовки, які після механічної обробки розводять у спіральні витки. Оскільки гвинтову поверхню неможливо точно розгорнути на площину, застосовують наближений метод – кожен виток розглядають як частину плоского кільця. Для побудови такої розгортки необхідно визначити радіуси R і r , а також центральний кут γ .

Якщо крок шнека позначити через t , а зовнішній і внутрішній діаметри – через D і d , довжини гвинтових ліній визначаються:

$$L = \sqrt{(\pi D)^2 + t^2}, \quad l = \sqrt{(\pi d)^2 + t^2},$$

де t – крок шнека. Приймаємо ($t = 200$) мм.

Тоді:

$$L = 1118 \text{ мм}, \quad l = 483 \text{ мм}.$$

Оскільки при розгортанні гвинтові лінії переходять у дуги концентричних кіл з однаковим центральним кутом, маємо співвідношення:

$$\frac{L}{l} = \frac{R}{r}.$$

Ширина кільця (витка) визначається як:

$$b = \frac{D - d}{2} = \frac{350 - 140}{2} = 105 \text{ мм}.$$

Звідси внутрішній радіус:

$$r = \frac{b \cdot l}{L - l} = 80 \text{ мм},$$

а зовнішній:

$$R = r + b = 80 + 105 = 185 \text{ мм.}$$

Центральний кут розгортки визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{360^\circ \cdot L}{2\pi R} \approx 13^\circ 41'.$$

Товщина витка шнека вибирається з урахуванням умов міцності та зносостійкості:

$$S = (0,01 \dots 0,02) \cdot D,$$

що для даного випадку становить 3,5...7,0 мм. Приймаємо ($S = 4$) мм.

Після виготовлення заготовок їх формують у спіральні витки та зварюють на валу встик, у результаті чого утворюється суцільна гвинтова поверхня шнека. Така конструкція забезпечує надійне транспортування, ущільнення та рівномірну подачу коренеплодів до зони подрібнення.

3.7 Розрахунок на міцність основних елементів конструкції

Діаметр вихідної ділянки вала приводу ножа визначають із умови роботи на кручення з урахуванням знижених допустимих напружень:

$$d = \left(\frac{2T}{\pi \cdot [\tau]} \right)^{1/3},$$

де T – крутний момент на валу, Н·м; $[\tau] = 30 \dots 45$ МПа – допустиме дотичне напруження.

Крутний момент обчислюється за залежністю:

$$T = \frac{N}{\omega},$$

де N – потужність приводу, Вт; ω – кутова швидкість, рад/с.

Кутова швидкість визначається як:

$$\omega = \frac{\pi n}{30},$$

де n – частота обертання вала, хв^{-1} .

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$T \approx 925,9 \text{ Нм}, \omega \approx 104,7 \text{ рад/с}, d \approx 46,9 \text{ мм}.$$

З урахуванням стандартного ряду за ГОСТ 8724–81 остаточно приймаємо діаметр вала:

$$d = 48 \text{ мм}.$$

Для передавання крутного моменту від електродвигуна до ножа використано призматичну шпонку (ГОСТ 8789–78) з розмірами:

$$b \times h = 14 \times 9 \text{ мм}, l = 90 \text{ мм}, t_f = 5 \text{ мм}.$$

Робоча довжина шпонки:

$$l_p = l - b = 90 - 14 = 76 \text{ мм}.$$

Перевірка на зминання бічних поверхонь виконується за умовою:

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)}.$$

Після розрахунку:

$$\sigma_{зм} \approx 56,4 \text{ МПа}.$$

Оскільки отримане значення не перевищує допустиме $[\sigma_{зм}] = 60 \dots 100 \text{ МПа}$, можна зробити висновок, що міцність шпонкового з'єднання є достатньою, а обрана конструкція забезпечує надійну передачу крутного моменту.

3.6 Висновки до розділу

Розроблена конструкція подрібнювача коренеплодів забезпечує необхідні технологічні параметри та відповідає вимогам ефективної роботи лінії. У результаті розрахунків встановлено, що продуктивність машини становить $\approx 1,26 \text{ т/год}$, що повністю покриває потреби ферми. Необхідна потужність привода дорівнює $\approx 14,7 \text{ кВт}$, тому обрано стандартний електродвигун потужністю 15 кВт . Крутний момент на валу складає $\approx 925,9 \text{ Н·м}$, при цьому розрахунковий діаметр вала становить $46,9 \text{ мм}$, а прийнятий – 48 мм . Напруження зминання у шпонковому з'єднанні дорівнює $\approx 56,4 \text{ МПа}$, що не перевищує допустимого рівня $60\text{--}100 \text{ МПа}$.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Організація безпечних умов праці та мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище є невід'ємною складовою сучасного агропромислового виробництва. Особливо це актуально для свинарських підприємств, де поєднуються біологічні, механічні та технологічні процеси, що супроводжуються підвищеною небезпекою для персоналу та довкілля. Технологічний процес приготування кормів, зокрема із використанням модернізованого подрібнювача коренеплодів, повинен відповідати вимогам чинного законодавства у сфері охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки та екологічного захисту.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами під час приготування кормів є: рухомі частини машин і механізмів, підвищений рівень шуму і вібрації, пил і аерозолі органічного походження, підвищена вологість, можливість ураження електричним струмом, а також біологічні фактори. У зоні роботи подрібнювача коренеплодів додатково виникають ризики травмування внаслідок контакту з ріжучими органами, затягування одягу у шнекові механізми та викиду частинок корму.

З метою забезпечення безпечної експлуатації технологічної лінії необхідно передбачити комплекс організаційних і технічних заходів. До організаційних заходів належать: проведення інструктажів з охорони праці (вступного, первинного, повторного, позапланового), навчання персоналу безпечним методам роботи, допуск до обслуговування обладнання лише кваліфікованих працівників, а також систематичний контроль знань і дотримання правил безпеки.

Технічні заходи включають оснащення обладнання захисними кожухами, блокувальними пристроями та аварійними вимикачами. У модернізованому подрібнювачі коренеплодів особливу увагу слід приділити огороженню ріжучого апарата, герметизації робочої зони та забезпеченню

безпечного доступу до вузлів для обслуговування. Всі рухомі частини (шнеки, ножі, передачі) повинні бути закриті захисними екранами, що виключають можливість випадкового контакту з ними.

Електробезпека є одним із ключових аспектів охорони праці. Усе електрообладнання повинно відповідати вимогам ПУЕ та мати надійне заземлення. Необхідно застосовувати автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення та системи контролю ізоляції. Забороняється експлуатація обладнання з пошкодженими кабелями або відкритими струмопровідними частинами. Персонал повинен працювати у сухому спецодязі та використовувати діелектричні засоби захисту при обслуговуванні електроустановок.

Важливим фактором є зниження рівня шуму і вібрації. Робота подрібнювачів супроводжується значним акустичним навантаженням, що може негативно впливати на здоров'я працівників. Для зменшення шуму застосовують амортизуючі прокладки, шумоізоляційні кожухи, а також оптимізують режими роботи обладнання. Працівники повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту органів слуху (навушники, беруші).

Пил і аерозолі, що утворюються під час подрібнення кормів, можуть спричиняти захворювання органів дихання. Тому необхідно передбачити системи вентиляції та аспірації. Використання місцевих витяжних пристроїв дозволяє ефективно видаляти пил безпосередньо у зоні його утворення. Загальнообмінна вентиляція забезпечує підтримання допустимих параметрів мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря).

Особливу увагу слід приділити санітарно-гігієнічним умовам праці. Робочі місця повинні утримуватися у чистоті, регулярно проводитися прибирання, дезінфекція та утилізація відходів. Працівники забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту (рукавички,

респіратори, захисні окуляри). Важливо організувати місця для миття рук, душові та побутові приміщення.

Пожежна безпека на свинофермі також має велике значення, оскільки кормові матеріали є пожежонебезпечними. Необхідно передбачити наявність первинних засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити), систем сигналізації та евакуаційних виходів. Забороняється зберігання легкозаймистих матеріалів поблизу працюючого обладнання, а електромережі повинні відповідати нормам пожежної безпеки.

З точки зору захисту навколишнього середовища, технологічний процес приготування кормів повинен бути максимально екологічно безпечним. Основними джерелами впливу є органічні відходи, пилові викиди, стічні води та шум. Для зменшення негативного впливу необхідно впроваджувати ресурсозберігаючі та безвідходні технології.

Органічні відходи (залишки кормів, відходи очищення коренеплодів) можуть використовуватися як сировина для виробництва органічних добрив або біогазу. Це дозволяє не лише зменшити обсяг відходів, але й отримати додаткову енергію. Стічні води після миття коренеплодів повинні очищуватися у відстійниках або локальних очисних спорудах перед скиданням у навколишнє середовище.

Зменшення пилових викидів досягається шляхом герметизації обладнання, використання аспіраційних систем та регулярного прибирання території. Важливим заходом є також озеленення території ферми, що сприяє покращенню мікроклімату та зниженню рівня пилу.

Модернізація подрібнювача коренеплодів сприяє підвищенню екологічної безпеки завдяки зменшенню енерговитрат, підвищенню ефективності подрібнення та зниженню втрат кормів. Оптимізація конструкції робочих органів дозволяє зменшити утворення пилу та шуму, а також підвищити надійність роботи обладнання.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Ефективність впровадження нових технічних рішень у тваринництві визначається не лише їх технологічними перевагами, але й економічною доцільністю. У даному розділі виконано техніко-економічний аналіз застосування розробленого подрібнювача коренеплодів у порівнянні з існуючим аналогом.

Вихідні дані для розрахунків: ферма розрахована на 1000 голів, що відповідає 620 умовним головам. Добова потреба в коренеплодах становить 1860 кг, разова – 930 кг. Продуктивність лінії – 1033 кг/год, розроблений подрібнювач має продуктивність 1,26 т/год, що повністю покриває потребу ферми.

Для економічного аналізу приймаємо:

– вартість базового подрібнювача (аналог) – 180 000 грн.

– вартість розробленого подрібнювача — 210 000 грн.

Розрахунок трудових витрат. Обслуговування подрібнювача здійснюється одним оператором.

Режим роботи: 2 год/добу $\times$ 365 днів = 730 год/рік.

Середня погодинна оплата праці (з нарахуваннями) $\approx$ 120 грн/год.

Річні витрати на оплату праці: $З = 730 \times 120 = 87600$ грн/рік.

Для розробленого подрібнювача, завдяки більш стабільній роботі та меншій кількості зупинок, трудові витрати зменшуються приблизно на 10%:

$$З_{\text{нов}} = 87600 \times 0,9 = 78840 \text{ грн/рік}$$

Економія: $\Delta З = 8760$ грн/рік

Витрати на електроенергію. Потужність: аналог – 18 кВт; розроблений – 15 кВт.

Режим роботи: 2 год/добу.

Річне споживання електроенергії.

Аналог:

$$E_1 = 18 \times 2 \times 365 = 13140 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Новий:

$$E_2 = 15 \times 2 \times 365 = 10950 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Тариф електроенергії (2026 рік) $\approx 6 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}$

Витрати:

Аналог: $C_1 = 13,140 \times 6 = 78840 \text{ грн.}$

Новий: $C_2 = 10,950 \times 6 = 65700 \text{ грн.}$

Економія: $\Delta C = 13140 \text{ грн/рік}$

Амортизаційні відрахування

Приймаємо норму амортизації – 10%/рік

Аналог: $A_1 = 180000 \times 0,1 = 18000 \text{ грн.}$

Новий: $A_2 = 210000 \times 0,1 = 21000 \text{ грн.}$

Витрати на технічне обслуговування і ремонт. Приймаємо: аналог – 8% вартості, новий – 6% (за рахунок кращої конструкції)

Аналог: $T_1 = 180000 \times 0,08 = 14400 \text{ грн.}$

Новий: $T_2 = 210000 \times 0,06 = 12600 \text{ грн.}$

Економія: $\Delta T = 1800 \text{ грн/рік.}$

Загальні експлуатаційні витрати

Аналог: $Заг_1 = 87600 + 78840 + 18000 + 14400 = 198840 \text{ грн.}$

Новий: $Заг_2 = 78840 + 65700 + 21000 + 12600 = 178140 \text{ грн.}$

Річна економія: $E = 198840 - 178140 = 20700 \text{ грн.}$

Додаткові інвестиції: $\Delta K = 210000 - 180000 = 30000 \text{ грн.}$

Річний економічний ефект: $E_{річ} = 20700 \text{ грн.}$

Строк окупності $T = 30000/20700 = 1,45 \text{ року.}$

Розроблений подрібнювач коренеплодів, незважаючи на більшу початкову вартість, забезпечує суттєве зниження експлуатаційних витрат за рахунок:

- зменшення енерговитрат (на ~17%);
- зниження трудомісткості обслуговування;
- підвищення надійності та зменшення витрат на ремонт.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічна ефективність проєкту

Показник	Аналог	Розроблений	Різниця
Вартість, грн	180 000	210 000	+30 000
Потужність, кВт	18	15	-3
Енергоспоживання, кВт·год/рік	13 140	10 950	-2 190
Витрати на електроенергію, грн	78 840	65 700	-13 140
Зарплата, грн/рік	87 600	78 840	-8 760
Амортизація, грн	18 000	21 000	+3 000
ТО і ремонт, грн	14 400	12 600	-1 800
Загальні витрати, грн	198 840	178 140	-20 700
Річний ефект, грн	–	20 700	+
Окупність, років	–	1,45	–

У результаті річний економічний ефект становить близько 20,7 тис. грн, а строк окупності – менше 1,5 року, що є дуже хорошим показником для аграрного виробництва.

ВИСНОВКИ

1. Свинарство в Україні в умовах воєнного стану перебуває під значним впливом негативних факторів, що проявляється у скороченні поголів'я, зменшенні кількості підприємств та зниженні обсягів виробництва. Основними причинами є руйнування виробничої інфраструктури, порушення логістики, зростання витрат і загальна економічна нестабільність. Водночас галузь зберігає стратегічне значення завдяки відносно короткому виробничому циклу та здатності швидко реагувати на потреби ринку. Попри складні умови, спостерігаються позитивні тенденції, пов'язані з впровадженням сучасних технологій, підвищенням продуктивності та використанням високопродуктивної генетики. Це створює передумови для поступового відновлення галузі. Отже, подальший розвиток свинарства потребує комплексної державної підтримки, модернізації виробництва та адаптації до нових умов господарювання, що дозволить підвищити його конкурентоспроможність і забезпечити стабільне виробництво якісної продукції.

2. У результаті проектування встановлено, що ферма розрахована на 1000 голів, що відповідає 620 умовним головам. Структура стада рівномірна – по 20% (200 голів) у кожній ваговій групі, що забезпечує безперервність виробництва. Добова потреба у коренеплодах становить 1860 кг, а при дворазовій годівлі разова дача – 930 кг. Це визначає вимоги до продуктивності технологічної лінії. Розрахункова продуктивність лінії становить близько 1033 кг/год, що дозволяє повністю забезпечити потребу ферми за 1–2 години роботи. Для цього достатньо використання 1 одиниці обладнання на кожну операцію в усіх розглянутих варіантах. Таким чином, обрана технологічна схема забезпечує необхідну продуктивність, раціональне використання ресурсів та ефективну організацію процесу приготування кормів.

3. Розроблена конструкція подрібнювача коренеплодів забезпечує необхідні технологічні параметри та відповідає вимогам ефективної роботи лінії. У результаті розрахунків встановлено, що продуктивність машини становить $\approx 1,26$ т/год, що повністю покриває потреби ферми. Необхідна потужність привода дорівнює $\approx 14,7$ кВт, тому обрано стандартний електродвигун потужністю 15 кВт. Крутний момент на валу складає $\approx 925,9$ Н·м, при цьому розрахунковий діаметр вала становить 46,9 мм, а прийнятий – 48 мм. Напруження зминання у шпонковому з'єднанні дорівнює $\approx 56,4$ МПа, що не перевищує допустимого рівня 60–100 МПа.

4. Впровадження комплексних заходів з охорони праці та захисту навколишнього середовища при організації технологічного процесу приготування кормів на свинофермі забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик травматизму, покращує санітарний стан виробництва та мінімізує негативний вплив на довкілля. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню ефективності виробництва та сталому розвитку аграрного підприємства.

5. Аналіз техніко-економічних показників показує, що розроблений подрібнювач, незважаючи на вищу вартість (+30 000 грн), є економічно доцільнішим у експлуатації. Він забезпечує зниження енергоспоживання на 2190 кВт·год/рік ($\approx 17\%$), що дає економію 13 140 грн/рік, а також зменшення трудових витрат на 8 760 грн/рік і витрат на технічне обслуговування на 1 800 грн/рік. У результаті загальні експлуатаційні витрати зменшуються на 20 700 грн/рік, що формує відповідний річний економічний ефект. Додаткові капітальні вкладення окуповуються за 1,45 року, що свідчить про високу ефективність і доцільність впровадження розробленої конструкції у виробництво.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Асоціація «Свинарів України». Вебсайт. URL: <http://asu.pigua.info/>
2. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України : стат. зб. / за ред. О. М. Прокопенка. Київ : Державна служба статистики України, 2018. 59 с.
3. Бондарська О. Глобальний ринок свинини. Прибуткове свинарство. 2015. № 4 (28). С. 26–30.
4. Бондарська О. М., Повод М. Г., Лихач В. Я. та ін. Вітчизняний та світовий ринок свинини: підсумки 2022 року та прогнози. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. Вип. 130. С. 307–319.
5. Гетья А. А., Супрун І. О. Сучасний стан та перспективи розвитку вітчизняного племінного свинарства. Вісник СНАУ. Серія: Тваринництво. 2021. Вип. 2 (45). С. 146–152. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.22.
6. Гуцаленко О. О., Павлюк М. М. Сучасні тенденції розвитку тваринництва в Україні. Економіка. Фінанси. Право. 2019. № 4/1. С. 6–9.
7. Державна служба статистики України. Вебсайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. Ібатуллін М. І. Організаційно-економічні засади реалізації продукції свинарства особистими селянськими господарствами. Вісник СНАУ. 2016. № 2. С. 34–36.
9. Ібатуллін М. І. Племінне свинарство в Україні: сучасний стан та проблеми вирішення. Зб. наук. праць ТДАТУ. 2016. № 3. С. 70–76.
10. Іванов С. С., Бородаєнко Ф. А., Топіха В. С., Лихач В. Я. Ефективне виробництво свинини в умовах СВК «Агрофірма «Миг-Сервіс-Агро». Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2015. Вип. 2 (84). Т. 2. С. 78–86.

11. Лихач В. Я., Лихач А. В., Фаустов Р. В., Кучер О. А. Сучасний стан та тенденції розвитку вітчизняного свинарства. Вісник СНАУ. Серія: Тваринництво. 2021. Вип. 1 (44). С. 69–79.
12. М'ясні генотипи свиней південного регіону України : навч. посіб. / В. С. Топіха та ін. Миколаїв : МДАУ, 2008. 350 с.
13. Михалко О. Г. Сучасний стан та шляхи розвитку свинарства в світі та Україні. Вісник СНАУ. 2021. Вип. 3 (46). С. 61–77.
14. Волощук В. М., Жукорський О. М., Баньковська І. Б. та ін. Оцінка, прогнозування та виробництво якісної продукції свинарства : монографія. Київ : Аграрна наука, 2020. 169 с.
15. Перетятко Л. Г. Сучасний стан розвитку племінного свинарства України. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 2021). С. 24.
16. Лихач В. Я. та ін. Підвищення продуктивності свиней за використання сучасного генофонду та інноваційних технологій : монографія. Миколаїв : Іліон, 2022. 275 с.
17. Повод М. Г. та ін. Передвоєнний стан вітчизняного свинарства. Вісник ПДАА. 2022. № 2. С. 175–185.
18. Повод М. Г. та ін. Розвиток глобального свинарства. Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 125. С. 171–175. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.24>
19. Свинарство : монографія / В. М. Волощук та ін. Київ: Аграрна наука, 2014. 587 с.
20. Сусол Р. та ін. Сучасний стан промислової технології свинарства в Україні. Аграрний вісник Причорномор'я. 2021. Вип. 101. С. 59–66.
21. Сушарник Я. А. Аналітичний огляд сучасного стану галузі свинарства. Економіка та держава. 2021. № 7. С. 52–56.
22. Лихач В. Я., Лихач А. В. Технологічні інновації у свинарстві : монографія. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2020. 290 с.

23. Технологія виробництва продукції свинарства : навч. посіб. / за ред. М. Г. Повода. Київ : НМЦ ВФПО, 2021. 360 с.
24. Шуст О. А. Економічні засади виробництва продукції свинарства. Сталий розвиток економіки. 2011. № 1 (4). С. 276–280.
25. Юрченко О. С. та ін. Стан вітчизняного свинарства: проблеми та перспективи. Подільський вісник. 2024. № 42. С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.8>

Додатки

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

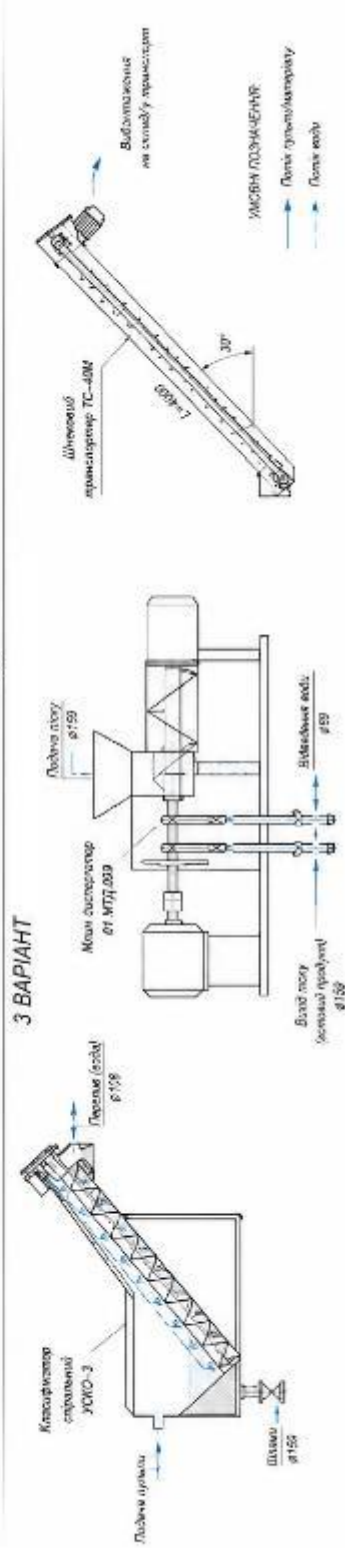
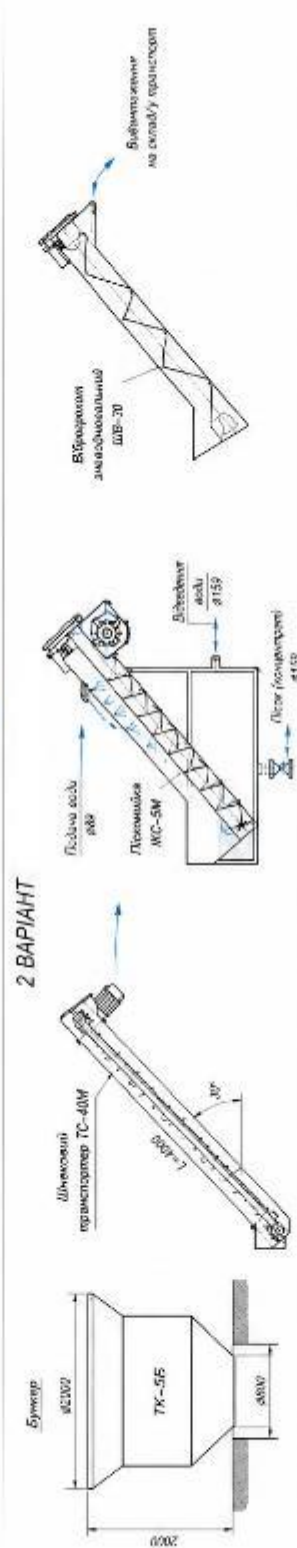
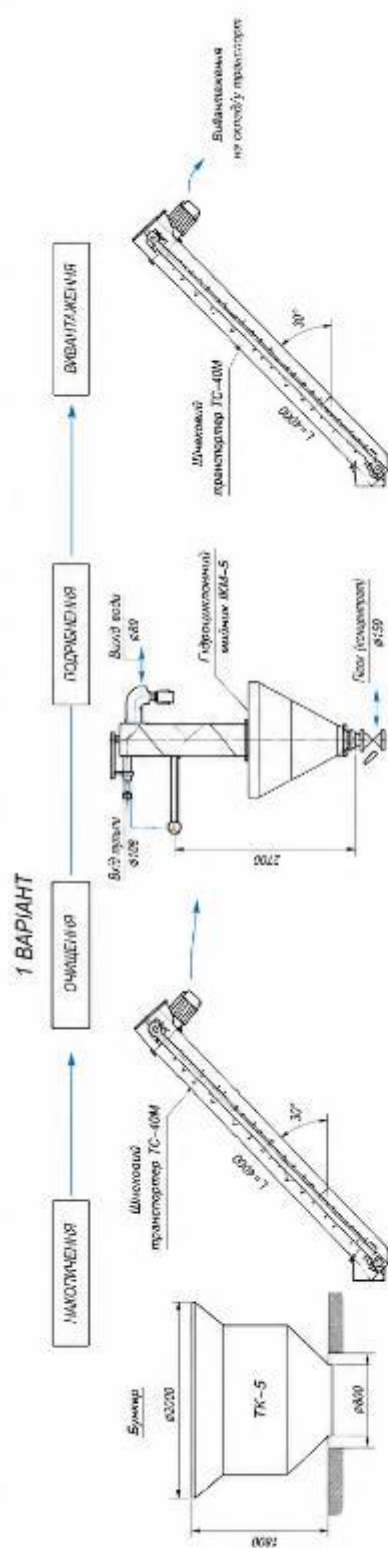
Розробка технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з модернізацією подрібнювача коренеплодів

Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-4-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Колобанов Юрій Володимирович

Керівник: доктор філософії
Лупко Кристина Олегівна

Дніпро, 2026



607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

