

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація виробництва молока з модернізацією
мішалки змішувача кормів».

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-23мб-1.1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Циганенко Євген Валентинович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Іван ВАСИЛЕНКО

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

ЗМІСТ

стор.

1. Вступ.....	
2. Технологічна схеми виробництва молока на фермі ВРХ.....	
3. Розробка генплану тваринницької ферми ВРХ.....	
4. Інженерна частина.....	
5. Охорона праці.....	
6. Висновки.....	
Список літератури.....	
Додатки	

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу згідно [1], особливого значення набувають питання раціонального використання матеріально-технічних, енергетичних і кормових ресурсів. Одним із ключових напрямів підвищення ефективності функціонування галузі тваринництва є забезпечення максимальної продуктивної віддачі кормів при одночасному зниженні витрат на виробництво продукції. Ефективне кормовиробництво виступає важливою складовою інтенсифікації тваринницької галузі, оскільки саме якість та поживна цінність кормів значною мірою визначають рівень продуктивності сільськогосподарських тварин, їх фізіологічний стан і економічні показники господарств.

Вирішення зазначених завдань потребує впровадження сучасних технологій виробництва, заготівлі, зберігання та підготовки кормів до згодовування. Особлива увага приділяється створенню збалансованих кормових сумішей, до складу яких входять різні види кормової сировини, білкові компоненти, мінеральні добавки, вітаміни та інші біологічно активні речовини. Використання таких сумішей дозволяє забезпечити тварин повним комплексом необхідних поживних елементів, сприяє підвищенню їх продуктивності, покращенню показників здоров'я та вгодованості, зменшенню питомих витрат кормів на одиницю продукції, а також підвищенню її якості. Однією з найбільш відповідальних і технологічно важливих операцій у процесі приготування повнораціонних кормосумішей є змішування окремих компонентів. Саме від якості виконання цієї операції залежить рівномірність розподілу поживних речовин, мікро- та макроелементів, білково-вітамінних добавок у загальній масі корму. Недостатня однорідність суміші призводить до порушення збалансованості раціонів, нерівномірного споживання поживних речовин тваринами та

					БР 00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Циганенко							
Перевір.		Кісільов							
Реценз.									
Н. Контр.		Артеменко							
Затверд.		Васильковський							
						ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.1			

зниження ефективності використання кормів.

У вітчизняній та зарубіжній практиці механізованого кормоприготування широкого поширення набули шнекові, стрічкові, лопатеві та комбіновані змішувачі, які відрізняються конструктивним виконанням, принципом дії та характером взаємодії робочих органів із кормовою масою. Незважаючи на значну різноманітність існуючих технічних рішень, багато з них не забезпечують необхідного рівня однорідності кормосумішей, особливо при роботі з багатокомпонентними складами, що містять добавки у незначних кількостях. Це обумовлює необхідність подальшого вдосконалення конструкцій змішувального обладнання та пошуку нових технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності процесу змішування.

У зв'язку з цим основним завданням даної роботи є підвищення якості приготування збалансованих кормових сумішей шляхом модернізації робочих органів змішувача кормів. Запропоноване удосконалення має забезпечити більш інтенсивне переміщення та перемішування компонентів, підвищити однорідність готової суміші, знизити енерговитрати на виконання технологічного процесу та сприяти покращенню загальної ефективності кормоприготування в умовах сучасного тваринницького виробництва.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА НА ФЕРМІ ВРХ.

2.1. Огляд технологій, систем та існуючих способів утримання тварин.

Згідно рекомендацій [2], інтенсивна технологія виробництва молока базується на чітко організованій системі утримання, відтворення та годівлі тварин, яка враховує їх вік, фізіологічний стан, рівень продуктивності та особливості розвитку. Важливою складовою такої технології є комплексне виконання зоотехнічних і ветеринарно-профілактичних заходів, спрямованих на підтримання здоров'я поголів'я, підвищення його продуктивності та забезпечення стабільного виробництва високоякісної молочної продукції. Процес інтенсифікації молочного скотарства передбачає не лише вдосконалення технології утримання та годівлі тварин, а й систематичне поліпшення їх генетичного потенціалу. Цього досягають шляхом проведення селекційно-племінної роботи, спрямованої на створення нових порід, внутрішньопородних типів і високопродуктивних ліній великої рогатої худоби, які характеризуються підвищеною молочною продуктивністю, міцною конституцією та здатністю ефективно адаптуватися до умов промислового виробництва й високого рівня механізації технологічних процесів.

У сучасних умовах реформування агропромислового комплексу України та необхідності відновлення ефективності функціонування тваринницької галузі особливого значення набуває впровадження прогресивних технологій виробництва молока. Практика свідчить, що найбільш доцільним напрямом розвитку є технічна реконструкція та технологічна модернізація існуючих молочних ферм. Такий підхід дозволяє у відносно короткі терміни підвищити виробничі показники господарств без значних капітальних вкладень, забезпечуючи при цьому скорочення трудових витрат та зниження собівартості продукції.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Досвід передових господарств показує, що раціональна організація виробничих процесів на невеликих і середніх молочних фермах у поєднанні із впровадженням сучасного технологічного обладнання забезпечує високий економічний ефект. Використання новітніх технічних засобів для механізації та автоматизації виробничих операцій сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню умов утримання тварин, скороченню витрат ресурсів і збільшенню обсягів виробництва молока протягом порівняно короткого періоду.

Найбільш ефективним шляхом розвитку молочного скотарства є забезпечення зростання валового виробництва молока та продуктивності праці за рахунок впровадження сучасних високоефективних технологій утримання худоби. Такі технології ґрунтуються на широкому застосуванні засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, що забезпечують безперервність роботи технологічних ліній, оптимізацію виробничих операцій та раціональне використання трудових ресурсів. Важливими умовами підвищення ефективності виробництва є також створення надійної кормової бази, організація повноцінної та збалансованої годівлі тварин, а також удосконалення системи управління виробництвом.

Залежно від природно-кліматичних особливостей регіону, наявності кормових угідь та виробничої спеціалізації господарств на молочних фермах застосовують різні системи утримання корів. Найбільш поширеними є цілорічна стійлово-вигульна система, стійлово-пасовищна система та стійлово-вигульна система з частковим використанням пасовищ. Кожна з них має свої організаційно-технологічні особливості та забезпечує ефективне використання кормових ресурсів, виробничих приміщень і засобів механізації залежно від конкретних умов господарювання.

2.1.1. Стійлово-вигульна система утримання корів.

Така система утримання корів згідно [3], є однією з найбільш поширених форм організації молочного скотарства в господарствах, які не мають достатньої площі природних або культурних пасовищ. За цієї системи тварини

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протягом стійлового періоду розміщуються у спеціально обладнаних закритих приміщеннях, де створюються необхідні умови для їх утримання, годівлі та відпочинку. Для забезпечення нормального фізіологічного стану та підтримання належної рухової активності корів щоденно організовують їх вигул на спеціальних вигульних або вигульно-кормових майданчиках тривалістю від 2 до 4 годин. Годівля тварин здійснюється безпосередньо у приміщеннях або на вигульно-кормових майданчиках із використанням стаціонарних годівниць, що забезпечує контрольоване споживання кормів та можливість формування збалансованих раціонів відповідно до продуктивності й фізіологічного стану корів. Така організація годівлі сприяє більш ефективному використанню кормових ресурсів та підвищенню продуктивності стада.

У літній період, за сприятливих погодних умов, тварин часто утримують безприв'язно на відкритих вигульних майданчиках, обладнаних навісами, системами напування та місцями для годівлі. Це дозволяє покращити умови утримання худоби, забезпечити її достатньою руховою активністю, позитивно впливає на стан здоров'я тварин та сприяє підвищенню відтворювальної здатності і продуктивності.

Стійлово-вигульна система найбільш ефективно застосовується в господарствах із високим рівнем розораності земель, де відсутні або обмежені площі пасовищних угідь. Вона дозволяє раціонально використовувати земельні ресурси, впроваджувати сучасні засоби механізації та автоматизації виробничих процесів, забезпечувати належний контроль за станом поголів'я і створювати умови для стабільного виробництва молока протягом усього року.

2.1.2. Стійлово-пасовищна система утримання ВРХ.

Стійлово-пасовищна система утримання великої рогатої худоби згідно [4], передбачає поєднання стійлового утримання тварин у зимовий період із використанням природних або культурних пасовищ у літній період. У холодну пору року корів розміщують у тваринницьких приміщеннях, де забезпечуються необхідні умови для годівлі, відпочинку та захисту від

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

несприятливих погодних факторів. Для підтримання нормального фізіологічного стану тварин і зміцнення їх здоров'я щоденно організовують прогулянки на вигульних або вигульно-кормових майданчиках, а також по спеціально облаштованих скотопрогонах.

У літній період основним джерелом кормів стають пасовища, де тварини отримують значну частину добового раціону шляхом безпосереднього споживання зеленої маси. Якщо пасовища розташовані на відстані до 3 км від ферми, корів щоденно переганяють до виробничих приміщень для проведення доїння, напування та організації нічного відпочинку. Така система дозволяє ефективно використовувати пасовищні угіддя та водночас забезпечувати належний технологічний контроль за утриманням стада.

У випадках, коли пасовища знаходяться на значній відстані від ферми, організовують літні табори, обладнані необхідними засобами для утримання тварин. У таких таборах використовують пересувні доїльні установки, мобільні системи водопостачання та інші технічні засоби, що забезпечують повноцінне обслуговування худоби без необхідності її щоденного перегону на основну ферму. Це сприяє зменшенню непродуктивних витрат енергії тварин і підвищенню ефективності використання пасовищних кормів.

При прив'язному способі утримання корів процес доїння здійснюється за допомогою стаціонарних доїльних установок різних типів. Найбільшого поширення набули доїльні установки з переносними доїльними відрами типу АД-100А та ДАС-2Б, а також системи доїння з використанням молокопроводів типу АДМ-8. Застосування таких технічних засобів забезпечує механізацію процесу доїння, підвищує продуктивність праці операторів машинного доїння та сприяє покращенню санітарно-гігієнічних умов отримання молока.

Роздавання кормів на фермах із прив'язним утриманням тварин виконується за допомогою мобільних кормороздавачів, зокрема КТУ-10А, РСП-10 та РММ-5, які забезпечують транспортування та рівномірний розподіл кормів уздовж кормового фронту. У господарствах із вищим рівнем механізації використовують стаціонарні кормороздавальні установки типу

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТВК-80А, що дозволяють автоматизувати процес годівлі та знизити трудомісткість виконання технологічних операцій.

Важливою перевагою прив'язного способу утримання є можливість здійснення індивідуального контролю за кожною твариною. Така система дозволяє більш точно нормувати раціони залежно від продуктивності, віку та фізіологічного стану корів, своєчасно виявляти відхилення у стані здоров'я, проводити ветеринарно-профілактичні заходи та ефективно організовувати процес роздоювання високопродуктивних тварин. Крім того, індивідуальне утримання створює сприятливі умови для ведення племінної роботи та обліку виробничих показників кожної корови.

Разом із тим прив'язна система утримання має низку суттєвих недоліків. Одним із головних є обмеження рухової активності тварин протягом тривалого стійлового періоду. Недостатній моціон негативно впливає на фізіологічний стан корів, погіршує функціонування опорно-рухового апарату та знижує загальну резистентність організму. Крім того, у приміщеннях не завжди вдається забезпечити оптимальні параметри мікроклімату, зокрема належний газовий склад повітря, рівень вологості, температуру та освітленість, що може негативно позначатися на здоров'ї та продуктивності тварин.

Обмежена рухова активність також сприяє надмірному відростанню копитного рогу, що нерідко призводить до деформації копит, виникнення кульгавості та інших захворювань кінцівок. У результаті погіршується стан тварин, знижується їх продуктивність і зростає ризик травмування, у тому числі пошкодження вимені, що може спричинити виникнення маститів та інших захворювань.

З метою усунення зазначених недоліків та підвищення ефективності виробництва молока останніми роками на фермах із прив'язним утриманням активно впроваджується потоково-цехова інтенсивна механізована технологія виробництва. Її використання передбачає раціональну організацію виробничих процесів із урахуванням фізіологічного стану тварин та широке

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосування сучасних засобів механізації й автоматизації. Впровадження такої технології забезпечує підвищення продуктивності праці на 20-30 %, сприяє скороченню витрат ручної праці, покращенню умов утримання худоби та створює передумови для комплексної механізації й автоматизації технологічних процесів першого та другого рівнів інтенсифікації виробництва молока. Це дозволяє значно підвищити економічну ефективність функціонування молочних ферм і забезпечити стабільне виробництво високоякісної продукції.

Безприв'язне утримання великої рогатої худоби згідно [5], є одним із прогресивних способів організації виробництва продукції тваринництва, що забезпечує підвищення рівня механізації та автоматизації технологічних процесів. У господарствах України ця система реалізується у декількох варіантах: вільновигульному утриманні на глибокій незмінній підстилці, боксовому та комбінованому. При боксовому та комбінованому способах кожній тварині надається окреме місце для відпочинку у вигляді індивідуального боксу, що сприяє покращенню санітарно-гігієнічних умов утримання та зменшенню забруднення тварин.

Вільновигульне утримання на глибокій незмінній підстилці широко застосовується як у молочному, так і в м'ясному скотарстві. За такої технології тваринницькі приміщення використовуються переважно як зона відпочинку тварин, тоді як годівля та активний рух здійснюються на вигульно-кормових майданчиках. Для створення комфортних умов утримання використовують подрібнену солом'яну підстилку довжиною частинок 10-15 см. Початковий шар підстилки формують завтовшки близько 30 см, після чого його регулярно поповнюють свіжою соломою два рази на тиждень. Середня добова потреба в підстилковому матеріалі становить 3-5 кг на одну голову.

Тварини мають вільний доступ до вигульно-кормових майданчиків, де розташовуються годівниці та напувалки. Така організація утримання забезпечує достатню рухову активність худоби, позитивно впливає на фізіологічний стан організму та сприяє зміцненню здоров'я тварин. Годівниці

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зазвичай розміщують по периметру майданчиків, що забезпечує одночасний доступ значної кількості тварин до кормів. Роздавання кормів здійснюється за допомогою мобільних кормороздавачів типу КТУ-10А та РСП-10, які забезпечують механізацію процесу годівлі та скорочують затрати праці обслуговуючого персоналу.

Для забезпечення тварин водою використовують групові автоматичні напувалки типу АГК-4А та АГК-12А. У зимовий період ці установки обладнуються системами підігріву, які підтримують температуру води на рівні близько 18 °С, що сприяє нормальному водоспоживанню тварин та запобігає простудним захворюванням.

Доїння корів при безприв'язному утриманні здійснюється у спеціалізованих доїльних залах, оснащених високопродуктивними доїльними установками. Найбільш поширеними є установки групового обслуговування типу УДЕ-8А та УДА-16 «Ялинка», а також установки індивідуального обслуговування типу УДТ-8 і УДА-8 «Тандем». Переміщення корів до доїльно-молочного блоку здійснюється спеціально облаштованими скотопрогонами, що забезпечує організований рух тварин і безперервність технологічного процесу доїння.

Видалення гною з приміщень, де утримуються тварини на глибокій підстилці, проводиться, як правило, один раз на рік після завершення циклу накопичення підстилкового шару. Для виконання цієї операції використовують бульдозери-навантажувачі та інші засоби механізації. З вигульно-кормових майданчиків гній прибирають значно частіше — один-два рази на тиждень, що дозволяє підтримувати належний санітарний стан території ферми.

Поряд із численними перевагами безприв'язне вільновигульне утримання на глибокій підстилці має певні недоліки. В умовах групового утримання між тваринами формується ієрархія, внаслідок чого більш сильні особини отримують переважний доступ до найбільш якісних кормів та можуть

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проявляти агресивну поведінку щодо слабших тварин. Це нерідко призводить до виникнення стресових ситуацій і травматизму в стаді.

Крім того, за такого способу утримання ускладнюється здійснення індивідуального контролю за фізіологічним станом корів, точне нормування раціонів та облік споживання кормів кожною твариною. Суттєвим недоліком є також значна потреба в підстилковому матеріалі, що збільшує експлуатаційні витрати господарства. Через постійний контакт із підстилкою та груповий характер утримання корови забруднюються значно більше, ніж при прив'язному способі, що потребує посиленого контролю за санітарним станом тварин та якістю отримуваного молока.

Безприв'язно-боксова система утримання великої рогатої худоби відповідно до рекомендацій [6], вважається однією з найбільш досконалих форм організації виробництва молока, оскільки поєднує переваги безприв'язного способу утримання та водночас усуває значну частину недоліків, характерних для вільновигульного утримання на глибокій незмінній підстилці. Така система забезпечує тваринам достатню рухову активність, покращує санітарно-гігієнічні умови утримання та створює сприятливі передумови для широкого впровадження засобів механізації й автоматизації виробничих процесів.

Основним елементом даної технології є індивідуальні бокси для відпочинку тварин, які розміщуються рядами всередині приміщення. Кожний бокс обладнується боковими та передніми обмежувальними конструкціями з металевих або дерев'яних елементів, що забезпечують правильне положення тварини під час лежання та відпочинку. Розміри боксів визначаються віком і живою масою тварин. Для корів і нетелей довжина боксу становить 1,9-2,1 м, а ширина - 1,0-1,2 м. Для молодняку віком 12–18 місяців ці параметри відповідно складають близько 1,7 м та 0,8 м, тоді як для телят віком до шести місяців - приблизно 1,2 м та 0,6 м.

Раціонально підібрані розміри боксів не дозволяють тваринам розташовуватися поперек місця відпочинку, що значно зменшує його

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забруднення та сприяє підтриманню належного санітарного стану приміщення. Підлогу в боксах найчастіше виконують із деревини або сучасних полімерних матеріалів із використанням підстилкових покриттів, які забезпечують комфортні умови для відпочинку тварин. Завдяки індивідуальному місцю відпочинку корови не заважають одна одній, перебувають у більш спокійному стані та мають можливість повноцінно пережовувати корм і відпочивати, що є важливим фактором для забезпечення високої продуктивності жуйних тварин.

Залежно від технологічного проєкту ферми застосовуються різні схеми розташування боксів та організації проходів. Для видалення гною з гнойових проходів використовують механізовані системи, зокрема дельта-скрепери або трактори з бульдозерним обладнанням. Найбільш ефективним рішенням вважається використання щілинних підлог у гнойових проходах, через отвори яких гній потрапляє до підпідлогових каналів і накопичується у спеціальних сховищах. Така технологія значно покращує санітарний стан приміщень, знижує витрати праці та підвищує ефективність прибирання гною.

Годівниці, як правило, розміщують навпроти рядів боксів уздовж кормового проходу, що забезпечує зручний доступ тварин до кормів. Роздавання кормових сумішей здійснюється за допомогою мобільних кормороздавачів типу КТУ-10А, РСР-10 та інших сучасних технічних засобів, які забезпечують рівномірний розподіл кормів і високу продуктивність праці.

Напування тварин організовують із використанням групових автоматичних напувалок типу АГК-4А, що забезпечують постійний доступ корів до свіжої води. Наявність достатньої кількості якісної питної води є важливою умовою підтримання високої молочної продуктивності та нормального перебігу фізіологічних процесів в організмі тварин.

Доїння корів при безприв'язно-боксовому утриманні здійснюється у спеціалізованих доїльних залах, обладнаних сучасними доїльними установками різних типів. Найбільш поширеними є установки типу УДЕ-8А, УДА-16 «Ялинка», а також УДТ-8 і УДА-8 «Тандем». Використання доїльних

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залів дозволяє підвищити продуктивність праці операторів машинного доїння, покращити якість молока та забезпечити ефективний контроль за процесом доїння.

Незважаючи на те, що на значній кількості молочних ферм України досі переважає прив'язна система утримання корів, саме безприв'язно-боксове утримання найбільшою мірою відповідає вимогам сучасного промислового виробництва молока. Ця технологія забезпечує можливість широкого впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, підвищення продуктивності праці, покращення умов утримання тварин і створення передумов для переходу господарств на третій, найвищий рівень інтенсивної технології виробництва молока. У результаті досягається підвищення економічної ефективності функціонування молочних комплексів, зниження собівартості продукції та покращення її конкурентоспроможності.

2.1.3. Характеристика операцій по переробці молока.

У технології виробництва та переробки молока згідно [7], всі виробничі процеси поділяються на основні та допоміжні операції. Такий поділ дає можливість раціонально організувати технологічний процес, забезпечити високу якість готової продукції та підвищити ефективність функціонування молокопереробних підприємств.

До основних операцій належать процеси, безпосередньо пов'язані зі зміною фізичних, хімічних і біологічних властивостей молока та молочних продуктів. Залежно від характеру впливу на сировину вони поділяються на біохімічні, механічні та теплові.

Біохімічні процеси передбачають цілеспрямовану зміну складу і властивостей молока під впливом мікроорганізмів, ферментів або спеціальних добавок. До них належать заквашування, молочнокисле бродіння, сквашування, дозрівання продуктів, вітамінізація, а також різні види хімічної обробки. Саме ці процеси лежать в основі виробництва кисломолочних продуктів, сирів та інших видів молочної продукції.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічні операції пов'язані зі зміною фізичного стану молока або його окремих компонентів без істотного впливу на хімічний склад продукту. До таких процесів належать очищення молока, нормалізація його складу за вмістом жиру, гомогенізація, емульгування, змішування компонентів, пресування сирної маси, збивання вершкового масла та інші технологічні операції. Виконання цих процесів забезпечує однорідність продукту, покращує його консистенцію та підвищує споживчі властивості.

Теплові процеси займають важливе місце в технології переробки молока, оскільки вони спрямовані на забезпечення його санітарної безпеки, збільшення терміну зберігання та формування необхідних технологічних властивостей. До них належать пастеризація, стерилізація, підігрівання, охолодження та інші види теплової обробки. Застосування оптимальних температурних режимів дозволяє знищувати патогенну мікрофлору, зберігаючи при цьому високу харчову цінність продукту.

До допоміжних операцій відносяться технологічні процеси, які не змінюють безпосередньо властивостей молока, але забезпечують належну організацію виробництва та підтримання санітарно-гігієнічних вимог. До них належать приймання молока, його зважування, відбір проб для лабораторного контролю, оцінка якості продукції, транспортування, миття та дезінфекція технологічного обладнання, тари й вимірювальних приладів, зберігання готової продукції та її підготовка до реалізації.

Особливе значення у виробництві високоякісної молочної продукції має первинна обробка молока. Вона являє собою комплекс технологічних операцій, які виконують безпосередньо після доїння з метою збереження природних фізико-хімічних, біологічних і санітарних властивостей молока. Основним завданням первинної обробки є запобігання розвитку мікроорганізмів, збереження поживної цінності продукту та підготовка його до подальшої переробки або реалізації.

Первинна обробка включає приймання молока на молочному пункті або молочарні, його очищення від механічних домішок шляхом фільтрування або

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

центрифугування, швидке охолодження до встановленої температури та подальше зберігання в охолодженому стані. Важливими складовими цього процесу є також точний облік кількості молока за масою, контроль його якості та підготовка до транспортування.

Оперативне охолодження свіжонадоєного молока має особливе значення, оскільки дозволяє значно уповільнити розвиток мікрофлори та зберегти високі показники якості продукції. Зберігання молока за низьких температур забезпечує стабільність його складу, зменшує втрати поживних речовин і створює необхідні умови для подальшої переробки. Таким чином, якісне виконання операцій первинної обробки є важливою передумовою отримання безпечної, високоякісної та конкурентоспроможної молочної продукції.

Вторинна обробка молока являє собою сукупність технологічних операцій, спрямованих на підготовку молока до безпосереднього споживання або подальшої реалізації через торговельну мережу, заклади громадського харчування, дитячі установи та підприємства молокопереробної промисловості. Основною метою вторинної обробки є забезпечення високої якості, санітарної безпеки та тривалого зберігання молока при збереженні його харчової цінності.

Для виробництва питного молока використовують натуральне цільне молоко, яке відповідає встановленим вимогам якості та має кислотність не вище 20 °Т. Перед подальшою технологічною обробкою молоко піддають ретельному очищенню за допомогою відцентрових молокоочисників. У процесі сепараційного очищення із сировини видаляються механічні домішки, слизові включення, згустки білка, а також значна частина мікроорганізмів і соматичних клітин, що сприяє покращенню санітарно-гігієнічних показників продукту.

Після очищення молоко піддають нормалізації, тобто приведенню вмісту жиру до заданих стандартом значень. Ця операція забезпечує стабільність складу продукції та дозволяє отримувати молоко з однаковими

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживчими характеристиками незалежно від початкових показників сировини.

Наступним важливим етапом є пастеризація, під час якої молоко нагрівають до певної температури з подальшою витримкою протягом встановленого часу. Така теплова обробка забезпечує знищення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, значно зменшує загальне бактеріальне обсіменіння та підвищує безпечність продукту для споживача. Після пастеризації молоко швидко охолоджують до температури зберігання, що дозволяє запобігти повторному розвитку мікрофлори та зберегти його якісні показники.

Завершальним етапом вторинної обробки є фасування та пакування продукції. Залежно від умов реалізації молоко розливають у бідони, пляшки, полімерні пакети або інші види споживчої тари, які забезпечують його захист від зовнішніх впливів під час транспортування та зберігання.

Слід зазначити, що в процесі вторинної обробки молоко частково змінює свої природні властивості. Зокрема, під впливом теплової обробки можуть відбуватися незначні зміни смаку, запаху та деяких фізико-хімічних характеристик продукту. Проте ці зміни є незначними порівняно з перевагами, які забезпечує технологічна обробка, а саме підвищенням санітарної безпеки, збільшенням терміну придатності та стабільністю якості готової продукції. Завдяки цьому вторинна обробка є невід'ємною складовою сучасної технології виробництва питного молока та важливим етапом забезпечення населення високоякісними молочними продуктами.

2.2. Розробка технологічної схеми потоково-цехової системи організації виробництва молока і м'яса яловичини з обґрунтуванням технології утримання тварин на фермі.

Технологічні нормативи виробництва молока та яловичини на фермах великої рогатої худоби визначаються відповідно до чинних нормативних вимог і рекомендацій [8], щодо проєктування та експлуатації молочних ферм. При їх розробленні враховують комплекс біологічних, технологічних,

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічних та організаційно-економічних чинників, які впливають на ефективність функціонування господарства. Формування виробничої структури ферми здійснюється з урахуванням особливостей утримання та використання тварин чорно-рябої породи, яка характеризується високою молочною продуктивністю, добрими відтворювальними якостями та адаптованістю до умов промислового виробництва.

Розроблення технологічної схеми виробництва молока і яловичини передбачає визначення раціональної організаційної структури ферми, формування виробничих цехів, секцій та технологічних груп тварин. Основою такого поділу є статеві-вікові, фізіологічні та продуктивні особливості поголів'я, які забезпечують створення оптимальних умов утримання, годівлі та обслуговування тварин на кожному етапі їх біолого-технологічного циклу.

Організація виробництва на фермі ґрунтується на принципі внутрішньогосподарської спеціалізації, відповідно до якого все поголів'я поділяється на окремі технологічні групи. Такий підхід дозволяє диференційовано організовувати годівлю, ветеринарне обслуговування, відтворення стада та виконання інших технологічних операцій, що сприяє підвищенню продуктивності тварин і зниженню виробничих витрат.

До складу технологічних груп стада входять сухостійні корови, які утримуються окремо протягом 50-60 днів до отелення. У цей період створюються умови для відновлення організму тварин після лактації, формування резервів поживних речовин та підготовки до наступного виробничого циклу.

Окрему групу становлять глибокотільні та новотільні корови. Після отелення телят утримують у профілакторії до досягнення ними 20-денного віку. Така організація виробництва дозволяє забезпечити належний ветеринарно-санітарний контроль, зменшити ризик захворювань молодняку та створити оптимальні умови для розвитку новонароджених тварин.

До основної виробничої групи належать дійні корови та корови на роздоюванні. Саме ця категорія тварин забезпечує виробництво основного

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обсягу товарного молока, тому для неї організовують найбільш повноцінну годівлю, ретельний контроль продуктивності та високий рівень технологічного обслуговування.

Молодняк великої рогатої худоби поділяють на кілька технологічних груп залежно від віку та виробничого призначення. До першої групи відносять телят і молодняк на вирощуванні віком від 20 днів до 6 місяців, для яких особливо важливими є повноцінна годівля та належні умови утримання, що забезпечують інтенсивний ріст і розвиток організму.

Наступну групу становить молодняк на дорощуванні віком до 14 місяців. На цьому етапі формуються основні продуктивні та відтворювальні якості тварин, тому особливу увагу приділяють збалансованості раціонів і створенню сприятливих умов утримання.

До окремої виробничої групи відносять молодняк на відгодівлі, який утримують до досягнення 16-18-місячного віку. Основною метою цього етапу є отримання високих приростів живої маси та формування якісної яловичини при мінімальних витратах кормів на одиницю приросту.

Важливе місце у структурі стада займають ремонтні телиці, які поділяються на дві вікові групи: телиці віком до одного року та телиці старші одного року. Вони призначені для поповнення основного стада і заміни вибракуваних корів, тому їх вирощування здійснюється за спеціальними програмами годівлі та утримання.

Завершальною технологічною групою є нетелі - запліднені ремонтні телиці, які перебувають на завершальному етапі підготовки до першого отелення. Для цієї категорії тварин створюють особливі умови утримання та годівлі, спрямовані на забезпечення нормального розвитку плода, формування високої майбутньої продуктивності та успішного введення тварин до складу молочного стада.

Таким чином, поділ поголів'я великої рогатої худоби на окремі технологічні групи відповідно до віку, фізіологічного стану та виробничого призначення є необхідною умовою ефективної організації потоково-цехової

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи виробництва молока і яловичини, забезпечує раціональне використання виробничих ресурсів та сприяє підвищенню економічної ефективності функціонування ферми.

2.3. Обґрунтування запропонованої технологічної схеми виробництва молока з вдосконаленням технології утримання тварин на фермі.

Для організації ефективного утримання поголів'я на існуючій фермі пропонується впровадження інтенсивної потоково-цехової технології виробництва молока, яка передбачає чіткий розподіл тварин за фізіологічним станом, віком та виробничим призначенням. Такий підхід забезпечує раціональне використання наявних виробничих приміщень і споруд, створення оптимальних умов утримання тварин на кожному етапі їх розвитку, а також підвищення продуктивності та ефективності ведення господарства.

Згідно рекомендацій [9], відповідно до прийнятої технології поголів'я розподіляється між спеціалізованими виробничими підрозділами ферми, до яких належать:

- цех утримання сухостійних корів і нетелей, де тварини проходять підготовку до отелення в умовах, що забезпечують нормальний перебіг останнього періоду тільності;
- родильне відділення, яке включає дородову, родову та післяродову секції, а також профілакторій для новонароджених телят. У даному підрозділі утримуються глибокотільні корови, корови після отелення та телята до 20-добового віку;
- цех утримання дійного стада, призначений для виробництва товарного молока та забезпечення належних умов годівлі, доїння і відпочинку корів;
- цех вирощування молодняка віком до шести місяців, де здійснюється інтенсивне вирощування телят із дотриманням вимог щодо годівлі та ветеринарного обслуговування;

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- цех дорощування та відгодівлі молодняка до 16–18-місячного віку, у якому забезпечуються умови для формування високих приростів живої маси та підготовки тварин до реалізації;
- цех утримання ремонтних телиць різних вікових груп, включаючи телиць до одного року, старших одного року та нетелей за 70–90 діб до отелення, що дозволяє здійснювати планомірне відтворення стада.

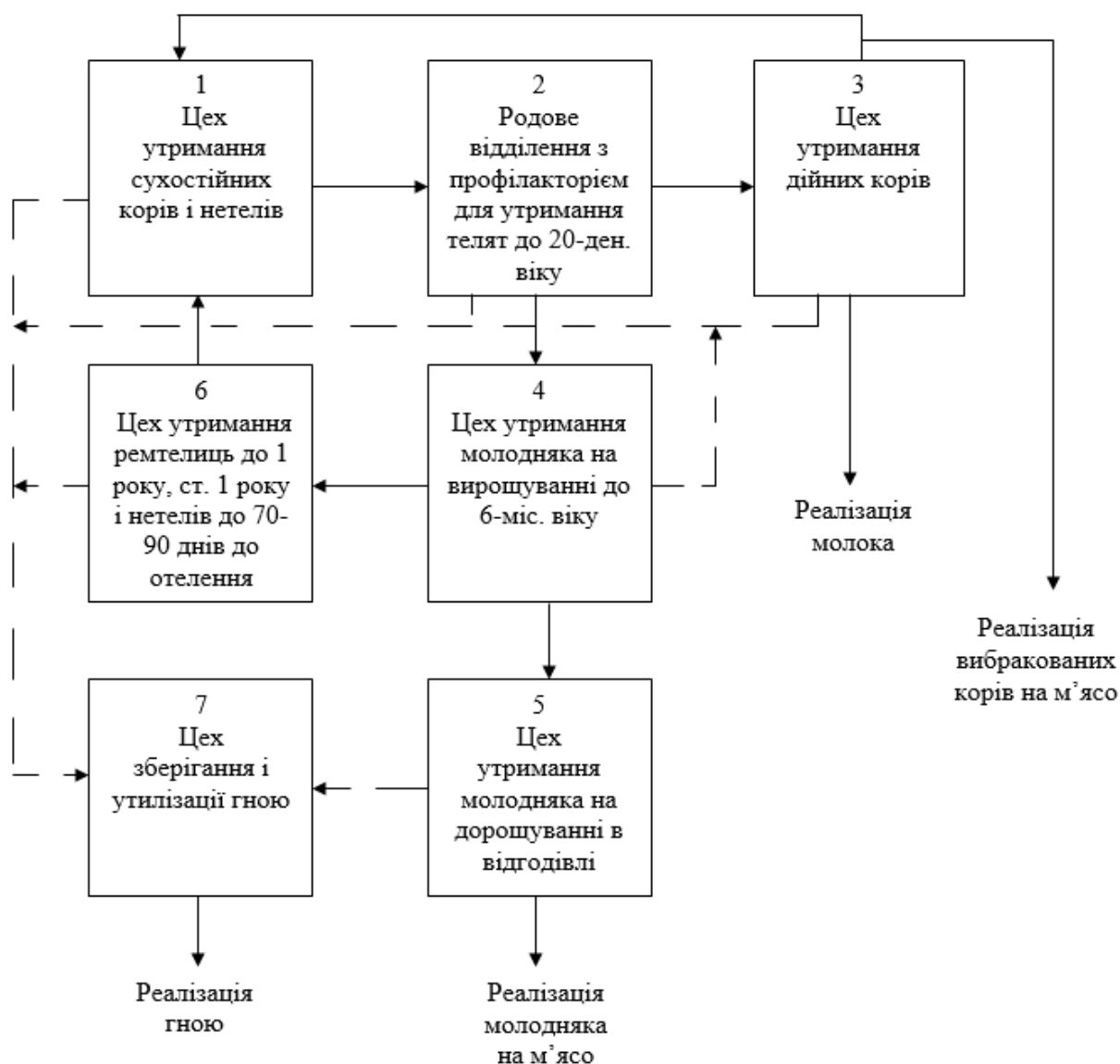


Рис. 2.1. Запропонована технологічна схема потоково-цехової системи організації виробництва молока та м'яса яловичини на фермі ВРХ.

Запропонована потоково-цехова система організації виробництва передбачає рівномірний розподіл отелень протягом календарного року, що сприяє стабільному надходженню молока та більш ефективному використанню виробничих потужностей ферми. Переміщення тварин між окремими цехами та секціями здійснюється відповідно до їхнього фізіологічного стану та виробничого призначення, що забезпечує безперервність технологічного процесу, підвищує рівень механізації робіт і покращує умови утримання поголів'я.

Розроблена технологія розрахована на отримання середньорічного надою молока до 4000 кг на одну корову та створює передумови для ефективного виробництва як молока, так і яловичини. Рух тварин між виробничими підрозділами ферми здійснюється, як показано на рисунку 2.1, відповідно до розробленої технологічної схеми потоково-цехової системи організації виробництва молока і м'яса великої рогатої худоби, яка відображає послідовність формування та переміщення технологічних груп протягом усього виробничого циклу.

2.3.1. Розрахунок структури стада та встановлення поголів'я технологічних груп тварин на даній фермі.

Відповідно до рекомендацій [10] стосовно проектної потужності ферми, розробленої технологічної схеми виробництва молока та яловичини, а також прийнятих організаційно-технологічних параметрів функціонування господарства, виконується розрахунок структури стада. При цьому враховуються особливості відтворення поголів'я, тривалість перебування тварин у відповідних виробничих групах, ритм надходження та вибуття тварин, а також заплановані обсяги виробництва продукції.

На основі прийнятих режимів роботи ферми та встановленого ритму виробничого процесу визначається чисельність тварин у кожній технологічній групі, що забезпечує безперервність виробництва молока і яловичини протягом року. Розрахунок структури стада дає можливість обґрунтувати

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідне співвідношення між коровами, нетелями, ремонтним молодняком, телятами різних вікових груп та тваринами на дорощуванні й відгодівлі.

У результаті проведених розрахунків встановлюється середньорічне поголів'я тварин за окремими технологічними групами, що є основою для подальшого визначення потреби в приміщеннях, кормах, засобах механізації, робочій силі та інших виробничих ресурсах. Крім того, розрахована структура стада дозволяє забезпечити оптимальне завантаження виробничих підрозділів ферми, раціональну організацію руху тварин між цехами та ефективне використання наявних матеріально-технічних засобів господарства. Отримані характеристики заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Структура сформованого стада ферми по виробництву молока та м'яса яловичини на 200 корів з утриманням групи молодняка на вирощуванні, дорощуванні і відгодівлі

№ п/п	Найменування технологічних груп тварин	Середньорічне поголів'я, гол	Структура стада, %
1	Корови, всього	200	38,47
	в т.ч. сухостійні	20	3,85
	<u>глибокостільні і розтелені</u>	20	3,85
	дійні	160	30,77
2	Нетелі	20	3,85
3	Молодняк на вирощуванні до 6 місяців	100	19,22
4	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі до 16 місяців	160	30,76
5	<u>Ремтелиці до 1 року</u>	20	3,85
6	<u>Ремтелиці ст. 1 року</u>	20	3,85
	Всього	520	100

Розроблена структура стада забезпечує раціональне співвідношення між окремими виробничими та віковими групами тварин, що дозволяє підвищити

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частку маточного поголів'я корів до 38,47 % від загальної чисельності стада. Загальне середньорічне поголів'я великої рогатої худоби на фермі становитиме 520 голів, що відповідає проектній потужності господарства та прийнятій потоково-цеховій системі організації виробництва.

За умови дотримання розроблених технологічних і організаційних рішень ферма забезпечуватиме виробництво близько 800 т молока на рік, що є основним видом товарної продукції господарства. Крім того, в результаті вибракування корів передбачається одержання близько 10 т м'яса у живій масі, а від реалізації молодняка великої рогатої худоби після дорощування та відгодівлі - близько 60 т яловичини у живій вазі.

Поряд з основною продукцією ферма також отримуватиме значний обсяг побічної продукції у вигляді органічних добрив. Річний вихід гною становитиме приблизно 7789 т, що створює можливість для його ефективного використання як цінного джерела органічної речовини та поживних елементів при удобренні сільськогосподарських угідь. Таким чином, запропонована структура стада забезпечує не лише стабільне виробництво молока та яловичини, а й сприяє підвищенню загальної ефективності функціонування ферми та раціональному використанню її виробничого потенціалу.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА ГЕНПЛАНУ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ ВРХ.

3.1. Розробка генплану і обчислення показників використання площі ділянки ферми.

Для забезпечення нормального функціонування ферми проектної потужності необхідно визначити нормативну площу земельної ділянки, яка повинна відповідати чинним санітарно-гігієнічним, ветеринарним та протипожежним вимогам. Розрахунок площі виконується з урахуванням будівельних норм і правил (СНіП), що регламентують розміщення виробничих будівель і споруд, організацію транспортних шляхів, вигульних майданчиків, інженерних мереж, санітарно-захисних зон та інших об'єктів інфраструктури ферми.

Визначення нормативної площі земельної ділянки є важливим етапом проектування, оскільки дозволяє забезпечити раціональне розміщення всіх виробничих і допоміжних об'єктів, створити безпечні умови утримання тварин, організувати ефективне виконання технологічних процесів та дотриматися встановлених вимог щодо охорони навколишнього середовища.

Нормативну площу земельної ділянки ферми для запланованого поголів'я визначають відповідно до санітарних, ветеринарних і протипожежних норм та правил за залежністю:

$$F_{н.} = \delta \cdot f_{д\dot{и}л.}, \text{ м}^2, \quad (3.1)$$

де: δ - кількісний показник корів на розробленій нами фермі, тобто він є $\delta = 200$ гол.;

$f_{д\dot{и}л.} = 200 \text{ м}^2/\text{гол.}$ – це нормативний показник площі земельної ділянки ферми, що використовується тільки на 1 корову.

Отже, ми маємо наступне:

$$F_{н.} = 200 \cdot 200 = 40000 \text{ м}^2 = 4 \text{ га}$$

Тепер ми можемо встановити кількісну потребу основних приміщень для утримання тварин на даній фермі скориставшись при цьому такою формулою:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta = \frac{\Sigma T_i}{m_i}, \quad (3.2)$$

де: T_i - це поголів'я тварин ВРХ для певної i -ої технологічної групи, що утримується поруч, мається на увазі в одному приміщенні;

m_i - це вже кількісний показник тварин i -ої технологічної групи, що пропонується для типового приміщення.

Для утримання дійного стада на фермі приймаємо типовий проект корівника на 200 голів марки ТП 801-70/69 (тип 4), який відповідає вимогам технології виробництва молока та забезпечує належні умови для утримання, годівлі, доїння і відпочинку тварин. Застосування типового проекту дозволяє раціонально організувати виробничий процес, підвищити рівень механізації робіт та ефективно використовувати наявні виробничі площі.

Потребу в корівниках визначаємо виходячи із середньорічної чисельності тварин, що підлягають утриманню в даному типі приміщення, та місткості одного корівника за формулою:

$$\delta_1 = \frac{m_1}{m_k}, \quad (3.3)$$

$$\delta_1 = \frac{160}{200} = 0,8.$$

Отриманий результат округлюємо до цілого числа в більшу сторону, оскільки кількість виробничих приміщень повинна забезпечувати повне розміщення всього поголів'я з урахуванням вимог технології утримання тварин. Такий підхід дозволяє обґрунтувати необхідну кількість корівників для дійних, сухостійних корів та нетелей, забезпечуючи безперервність виробничого процесу і створення оптимальних умов для отримання високої продуктивності стада.

Для утримання глибокотільних корів у передродовий період, а також корів після отелення разом із новонародженими телятами до 20-добового віку приймаємо існуюче родильне відділення місткістю 22 скотомісця, до складу якого входять дородова, родова та післяродова секції, а також профілакторій

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для утримання телят. Таке планувальне рішення забезпечує створення оптимальних зоогігієнічних умов для проведення отелень, післяродового відновлення корів та вирощування молодняка в перші дні життя.

Необхідну кількість родильних відділень визначаємо на підставі розрахункової чисельності тварин, які одночасно перебувають у даному технологічному підрозділі, та місткості одного приміщення за формулою:

$$\delta_2 = \frac{m_2}{m_{pv}}, \quad (3.4)$$

$$\delta_2 = \frac{20}{22} = 0,91$$

За результатами розрахунків приймаємо одне родильне відділення місткістю 22 скотомісця з профілакторієм для новонароджених телят, яке повністю забезпечує потребу ферми в місцях для проведення отелень, післяродового утримання корів та профілактичного догляду за телятами в перші дні їх життя.

Для утримання молодняка на вирощуванні від народження до 6-місячного віку приймаємо існуючий телятник місткістю 120 голів, зблокований з родильним відділенням. Таке конструктивно-планувальне рішення дозволяє скоротити відстані переміщення телят, спростити виконання технологічних операцій, підвищити рівень ветеринарного контролю та покращити умови обслуговування молодняка.

Потребу в телятниках визначаємо залежно від розрахункової чисельності молодняка віком до шести місяців та місткості одного приміщення за формулою:

$$\delta_3 = \frac{m_3}{m_m}, \quad (3.5)$$

$$\delta_3 = \frac{100}{120} = 0,83$$

Отже, користуючись пропозиціями приймаємо один телятник на 120 голів.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для утримання молодняка великої рогатої худоби на дорощуванні та відгодівлі приймаємо існуючий телятник місткістю 160 голів. Дане приміщення забезпечує створення необхідних умов для інтенсивного вирощування тварин, отримання високих середньодобових приростів живої маси та підготовки молодняка до реалізації на м'ясо. Використання спеціалізованого приміщення дозволяє раціонально організувати процеси годівлі, напування, видалення гною та ветеринарного обслуговування тварин.

Потребу в телятниках для дорощування і відгодівлі молодняка визначаємо залежно від розрахункової чисельності поголів'я даної технологічної групи та місткості одного приміщення за формулою:

$$\delta_4 = \frac{m_4}{m_m}, \quad (3.6)$$

$$\delta_4 = \frac{160}{160} = 1.$$

За результатами розрахунків приймається один телятник місткістю 160 голів, який має забезпечити розміщення молодняка на стадії дорощування та відгодівлі. Це сприяє безперервності виробничого процесу, ефективному використанню кормів і виробничих площ, а також створює умови для отримання запланованих обсягів виробництва яловичини.

Для утримання ремонтних телиць віком до одного року, ремонтних телиць старше одного року, нетелей у період від запліднення до переведення в цех сухостійних корів, а також сухостійних корів приймаємо корівник місткістю 100 голів. Дане приміщення забезпечує належні умови для вирощування ремонтного молодняка, підготовки нетелей до майбутньої лактації та утримання корів у сухостійний період, що є важливою складовою процесу відтворення стада.

Утримання зазначених технологічних груп в окремому приміщенні дозволяє організувати диференційовану годівлю тварин відповідно до їх віку та фізіологічного стану, забезпечити необхідний ветеринарно-санітарний

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контроль і створити сприятливі умови для формування високопродуктивного дійного стада.

Потребу в корівниках для утримання ремонтних телиць, нетелей і сухостійних корів визначаємо залежно від розрахункової чисельності тварин даних технологічних груп та місткості одного приміщення за формулою:

$$\delta_5 = \frac{m_5 + m_6 + m_7 + m_8}{m_k}, \quad (3.7)$$

$$\delta_5 = \frac{20 + 20 + 20 + 20}{100} = 0,8$$

Отримане значення округлюємо до цілого числа в більшу сторону, що забезпечує повне розміщення всього поголів'я відповідно до прийнятої технології утримання.

За результатами розрахунку приймається один корівник місткістю 100 голів, який забезпечує розміщення ремонтного молодняка та корів сухостійного періоду. Таке рішення дозволяє раціонально використовувати виробничі площі ферми, забезпечувати своєчасне комплектування дійного стада високоякісними ремонтними тваринами та підтримувати безперервність технологічного процесу виробництва молока і яловичини.

Після вибору та розміщення на генеральному плані ферми основних виробничих приміщень, а також необхідних технологічних, інженерних і допоміжних будівель та споруд, виконується визначення фактичної площі земельної ділянки, зайнятої проектованим тваринницьким комплексом. При розробленні генерального плану враховуються вимоги технології виробництва, санітарно-гігієнічні, ветеринарні та протипожежні норми, а також забезпечується раціональне взаємне розташування виробничих об'єктів, транспортних шляхів, майданчиків для зберігання кормів і гною та інженерних комунікацій.

На генеральний план наносяться основні виробничі будівлі, зокрема корівники, родильне відділення з профілакторієм, телятники для різних вікових груп молодняка, допоміжні споруди для зберігання кормів,

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гноєсховища, ветеринарні об'єкти, внутрішньофермські дороги та інші елементи виробничої інфраструктури, необхідні для забезпечення безперервного функціонування ферми.

Згідно рекомендацій [11] генплан ферми розбиваємо на окремі зони:

- адміністративно-господарська, в яку входять ветсанпропускник на 30 чол. з адміністративно-допоміжними приміщеннями і дезблоком для транспортних засобів;
- виробнича зона: корівник на 200 корів, родові відділення на 22 місця з зблокованим телятником на 120 голів, телятник на 160 голів, корівник на 100 голів, вигульні майданчики;
- зона зберігання і приготування кормів: траншеї для зберігання силосу і сінажу, майданчик для зберігання грубих кормів і коренеплодів, склад зернових і концентрованих кормів та мікро- і макродобавок, місткість для меласи, кормоцех;
- ветеринарно-санітарна зона: ветпункт, ізолятор, дезбар'єри, майданчик для обробітку шкіряного покриву;
- зона допоміжних приміщень і споруд: будівля для тракторів з навісом для машин, ПТО, трансформаторна підстанція, пожежний резервуар, водонапорна башта, насосна станція, вагова 10 т, молочний блок, ПШО;
- зона зберігання і утилізації гною, сечозбірники.

У результаті компонування всіх будівель і споруд та визначення меж території встановлено, що фактична площа земельної ділянки ферми становить $F_{\phi}=3,87$ га.

Отже, встановлюємо чинник стосовно використання нормативної площі встановленої нами ділянки, тобто:

$$\gamma_{в.н.} = \frac{F_{\phi}}{F_H}, \quad \gamma_{в.н.} = \frac{3,87}{4,0} = 0,969. \quad (3.8)$$

Тепер встановлюємо чинник, що характеризує забудову даної ферми:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\gamma_{з.} = \frac{F_3}{F_{\phi}}, \quad \gamma_{з.} = \frac{2,2}{3,87} = 0,568. \quad (3.9)$$

І нарешті, ми визначаємо чинник, який характеризує використання площі ділянки ферми ВРХ:

$$\gamma_{в.} = \frac{F_c}{F_{\phi}}, \quad \gamma_{в.} = \frac{2,58}{3,87} = 0,667. \quad (3.10)$$

3.2. Проектування потоково-механізованих технологічних ліній кормоцеху.

3.2.1. Розрахунок добової потреби кормів для тваринницької ферми.

При організації годівлі тварин на фермі особливе значення має забезпечення їх повноцінними та збалансованими раціонами. Добовий раціон повинен містити необхідну кількість енергії, поживних, мінеральних і біологічно активних речовин, які повністю задовольняють фізіологічні потреби тварин кожної технологічної групи. Це є необхідною умовою для підтримання нормального функціонування організму, забезпечення інтенсивного росту та розвитку молодняку, збереження високої відтворної здатності поголів'я, а також отримання запланованих обсягів продукції високої якості з мінімальними витратами кормових ресурсів [12].

Враховуючи встановлені зоотехнічні вимоги до годівлі різних виробничих груп тварин, а також наявну кормову базу господарства, розробляємо добові раціони для кожної технологічної групи. При цьому підбираємо оптимальне співвідношення окремих видів кормів з метою забезпечення нормативного рівня поживності, перетравного протеїну, мінеральних речовин і вітамінів. Складені раціони систематизуємо та подаємо у вигляді зведеної таблиці 3.1, що відображає структуру годівлі поголів'я за технологічними групами.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

Добові раціони по технологічним групам тварин на фермі ВРХ
на одну голову за добу

№ п/п	Найменування корму	Кількість корму, кг/гол
1	2	3
1. Сухостійні корови і нетелі		
	Сінаж	4
	Силос	10
	Коренеплоди	8
	Солома	4
	<u>Концкорми</u>	1,5
	Мікро- і <u>макродобавки, меласа</u>	1,5
2. <u>Глибокостільні і розтелені корови</u>		
	Сінаж	7
	Силос	6
	Коренеплоди	8
	Сіно	4
	<u>Концкорми</u>	2,5
	Мікро- і <u>макродобавки, меласа</u>	2,5
3. Дійні корови		
	Солома	4
	Сінаж	5,5
	Силос	19
	Коренеплоди	8
	<u>Концкорми</u>	2
	Мікро- і <u>макродобавки, меласа</u>	2,5
4. Молодняк на вирощуванні до 6 місяців		
	Молоко цільне, зняте і ЗЦМ	2,0

Продовження табл. 3.1

1	2	3
	Сіно	3,0
	Коренеплоди	2,0
	Силос	7,0
	<u>Концкорми</u>	0,6
	Мікро- і <u>макродобавки</u> <u>меласа</u>	0,8
5. Молодняк на дорощуванні і відгодівлі		
	Солома	3,0
	Сінаж	5,0
	Силос	11,5
	Коренеплоди	4
	<u>Концкорми</u>	3,5
	Мікро- і <u>макродобавки</u> <u>меласа</u>	1,5
6. Ремтелиці до 1 року		
	Сінаж	2,0
	Силос	7,0
	Коренеплоди	2,0
	Солома	3,0
	<u>Концкорми</u>	1,0
	Мікро- і <u>макродобавки</u> <u>меласа</u>	0,9
7. Ремтелиці ст. 1 року		
	Сінаж	3
	Силос	12
	Коренеплоди	4
	Солома	3
	<u>Концкорми</u>	1
	Мікро- і <u>макродобавки</u> <u>меласа</u>	0,9

За наступною формулою встановлюємо масові добові витрати кормів:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{i_{\text{доб}}} = \sum_{I=1}^N \chi_i m_j, \text{ т/доб}, \quad (3.11)$$

де: χ_i - показник добових витрати i – го виду приготовленого корму в обчисленнях на 1 голову j -й групи;

m_j - чисельне значення кількості голів в j -й групі тварин.

На основі розроблених добових раціонів та встановленої чисельності поголів'я в кожній технологічній групі здійснюємо розрахунок потреби ферми у кормах. Для цього визначаємо добові витрати окремих видів кормів на все поголів'я, після чого шляхом перерахунку на відповідну тривалість утримання тварин отримуємо річну потребу в кормових ресурсах. Такі розрахунки дають можливість оцінити необхідний обсяг заготівлі та використання кормів протягом року, забезпечити безперебійне постачання тварин повноцінними раціонами та раціонально спланувати кормовиробництво в господарстві. Результати розрахунків добової та річної потреби в кормах оформлюємо у вигляді спеціального розрахункового бланка, який наведено в додатку А.

3.2.2. Вибір і розрахунок потокових технологічних ліній кормоцеху.

Беручи до уваги фізико-механічні властивості наявних кормів [13], зоотехнічні вимоги до їх підготовки та згодовування, а також технологічні особливості організації годівлі тварин на фермі, обираємо найбільш раціональні способи обробки кормової сировини. При цьому враховуються наявна кормова база господарства, економічна доцільність застосування окремих технологічних операцій, рівень механізації виробничих процесів та необхідність забезпечення високої поживної цінності кормів. З урахуванням зазначених факторів розробляємо технологічні схеми підготовки кормів у кормоцеху, які передбачають механічну обробку компонентів, їх дозування, змішування та приготування вологої кормової суміші без застосування теплової обробки соломи. Запропоновані технологічні рішення спрямовані на підвищення ефективності використання кормів, зниження енергетичних витрат на їх підготовку та забезпечення одержання однорідної кормосуміші, що відповідає фізіологічним потребам тварин різних технологічних груп.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- солома: нагромадження → подрібнення → дозування → подача у змішувач → змішування з компонентами суміші → вивантаження готової кормосуміші;
- силос і сінаж: нагромадження → подрібнення → дозування → подача у змішувач → змішування з компонентами суміші → вивантаження готової кормосуміші;
- коренеплоди: завантаження → миття → подрібнення → дозування → подача у змішувач → змішування з компонентами суміші → вивантаження готової кормосуміші;
- концкорми: завантаження → дозування → подача у змішувач → змішування з компонентами суміші → вивантаження готової кормосуміші;
- меласа та мікро- і макродобавки: розфасування і завантаження → приготування розчину → дозування і подача розчину у змішувач → змішування з компонентами суміші → вивантаження готової кормосуміші.

На підставі розроблених технологічних схем підготовки кормів і приготування вологої кормової суміші формуємо структуру потоково-механізованих технологічних ліній (ПТЛ) кормоцеху, які забезпечують послідовне виконання всіх операцій з обробки, дозування, транспортування та змішування кормових компонентів [18, 32, 42]. Організація роботи кормоцеху за принципом потокового виробництва дає можливість підвищити продуктивність праці, скоротити витрати часу на приготування кормів, зменшити втрати поживних речовин та забезпечити стабільну якість готової кормосуміші.

З урахуванням складу раціонів і прийнятої технології підготовки кормів у кормоцеху передбачаються такі потоково-механізовані технологічні лінії:

- ПТЛ підготовки соломи, яка включає операції подрібнення, подачі та дозування грубого корму для подальшого введення до складу кормосуміші;

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ПТЛ підготовки силосу та сінажу, призначена для приймання, транспортування, дозування і подачі соковитих кормів до змішувального обладнання;

- ПТЛ підготовки коренеплодів, що забезпечує їх очищення від сторонніх домішок, миття, подрібнення та дозовану подачу в технологічний процес;

- ПТЛ підготовки концентрованих кормів, яка передбачає накопичення, транспортування, подрібнення (за потреби), дозування та подачу концентратів відповідно до рецептури кормосуміші;

- ПТЛ приготування розчинів меласи, а також введення мікро- і макромінеральних добавок, що забезпечує рівномірний розподіл біологічно активних речовин у загальній масі корму;

- ПТЛ змішування компонентів, приготування вологої кормосуміші та її вивантаження у кормороздавальні засоби, яка є завершальною ланкою технологічного процесу і забезпечує отримання однорідного кормового продукту з необхідними фізико-механічними та поживними властивостями.

Сукупність зазначених потоково-механізованих ліній утворює єдину технологічну систему кормоцеху, що забезпечує комплексну механізацію процесів підготовки кормів, підвищення ефективності використання кормових ресурсів та створення оптимальних умов для організації годівлі тварин на фермі.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Зоотехнічні та технологічні вимоги до запарника-змішувача кормів.

Запарник-змішувач кормів одновального типу періодичної дії призначений для приготування вологих кормових сумішей із різноманітних місцевих кормових ресурсів. Його застосовують як у складі технологічних ліній кормоцехів, оснащених комплексом машин і обладнання для підготовки та змішування кормів, так і як автономний агрегат на тваринницьких фермах невеликої та середньої потужності. Використання даного обладнання забезпечує механізацію процесів приготування кормів, підвищує якість кормосумішей та сприяє більш ефективному використанню кормових ресурсів господарства.

Конструкція та технічні характеристики агрегату повинні забезпечувати його надійну експлуатацію в усіх природно-кліматичних зонах України. Робота обладнання допускається в закритих виробничих приміщеннях за температури навколишнього середовища не нижче +5 °С та відносної вологості повітря до 85 %, що відповідає типовим умовам експлуатації кормоприготувальних цехів.

Електропривід змішувача повинен живитися від трифазної мережі змінного струму напругою 380/220 В частотою 50 Гц із глухозаземленою нейтраллю. Для забезпечення стабільної роботи обладнання допускаються коливання напруги електромережі в межах від -7,5 % до +10 % від номінального значення. Усі електротехнічні елементи агрегату повинні відповідати вимогам електробезпеки та мати необхідні засоби захисту від перевантажень і коротких замикань.

Основним технологічним призначенням запарника-змішувача є приготування повноцінних кормосумішей відповідно до раціонів різних виробничих та вікових груп тварин. Машина повинна забезпечувати якісне змішування компонентів різного походження - грубих, соковитих, концентрованих та мінеральних кормів - із отриманням готової суміші

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологістю від 60 до 95 %. Такий діапазон вологості дозволяє використовувати агрегат для підготовки кормів для великої рогатої худоби, свиней та інших видів сільськогосподарських тварин.

Якість змішування є одним із найважливіших показників роботи обладнання. Ступінь однорідності готової кормової суміші повинен становити не менше 90 %, що гарантує рівномірний розподіл поживних речовин, мінеральних добавок та біологічно активних компонентів у всьому об'ємі корму. Досягнення такого показника сприяє повноцінній годівлі тварин і підвищенню продуктивності тваринницького виробництва.

За необхідності агрегат повинен виконувати не лише операцію змішування, а й термічну обробку кормів шляхом їх запарювання. Технологічний процес передбачає подачу пари в робочу камеру, прогрівання кормової маси до заданої температури, після чого здійснюється введення інших компонентів рецептури та їх інтенсивне перемішування. Запарювання кормів сприяє підвищенню їх перетравності, знезараженню та покращенню смакових властивостей.

За конструктивним виконанням агрегат повинен належати до стаціонарних машин із корисною місткістю робочої камери 3 м³. Таке виконання забезпечує можливість обслуговування тваринницьких ферм різної виробничої потужності та дозволяє готувати значні обсяги кормосумішей за один технологічний цикл.

Продуктивність обладнання при роботі в режимі змішування без проведення запарювання (без урахування часу на завантаження компонентів) повинна становити не менше 4,7 т/год. При використанні режиму запарювання, залежно від виду кормів, їх фізико-механічних властивостей та тривалості теплової обробки, продуктивність агрегату може перебувати в межах від 0,5 до 1,5 т/год.

Для підвищення рівня автоматизації технологічного процесу запарник-змішувач повинен бути оснащений датчиком контролю рівня кормової маси та водомірним пристроєм для точного дозування води. Наявність цих

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементів забезпечує контроль за наповненням робочої камери, дотримання заданої вологості кормосуміші, зменшення похибок під час приготування кормів і покращення загальної ефективності роботи агрегату.

4.2. Загальна будова, принцип роботи, технічна характеристика та регулювання запарника-змішувача СКО-Ф-3,0.

Запарник-змішувач кормів СКО-Ф-3,0 призначений для приготування високоякісних вологих кормових сумішей із подрібнених кормових компонентів різного походження. Агрегат забезпечує отримання однорідної кормової маси з вологістю в межах 60–80 %, що відповідає зоотехнічним вимогам до годівлі сільськогосподарських тварин. Технологічний процес може здійснюватися як із попереднім запарюванням кормів, так і без термічної обробки залежно від складу кормової суміші та прийнятої технології годівлі.

У процесі приготування кормів до складу суміші можуть вводитися різноманітні рідкі добавки, зокрема кормові дріжджі, розчини меляси, мінеральні та вітамінні компоненти, мікро- і макроелементи, а також інші біологічно активні речовини. Внесення цих компонентів здійснюється після завантаження до резервуара основних складових кормосуміші, що забезпечує їх рівномірний розподіл у всьому об'ємі кормової маси.

Конструктивно запарник-змішувач СКО-Ф-3,0 складається з корпусу, рами приводу, електродвигуна, редуктора, клинопасової передачі, сполучної муфти, системи зрошувачів, пульта керування, завантажувальної горловини, оглядового люка, термометра, механізму керування засувкою, мішалки, вивантажувальної горловини, системи паророзподілу, вивантажувального шнека, приводу вивантажувального шнека та обслуговуючої драбини.

Основним несучим елементом конструкції є корпус змішувача, який виконує одночасно дві функції: слугує базою для монтажу всіх складальних одиниць та механізмів і є робочою ємністю для приготування кормових сумішей. Корпус має достатню міцність і герметичність, що дозволяє виконувати процес запарювання кормів без втрат теплової енергії та вологи.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У нижній частині корпусу розташований горизонтальний вивантажувальний шнек, призначений для механізованого вивантаження готової кормової суміші. Шнек приводиться в рух від мотор-редуктора через сполучну муфту та транспортує кормову масу до вивантажувальної горловини, забезпечуючи швидке і повне спорожнення робочої камери після завершення циклу змішування.

У верхній частині корпусу за допомогою болтових з'єднань закріплена кришка, яка забезпечує доступ до внутрішньої порожнини змішувача під час технічного обслуговування, очищення та ремонту. Для контролю технологічного процесу в кришці передбачено оглядовий люк, що дозволяє оператору спостерігати за станом кормової маси без зупинки обладнання.

У торцевих стінках корпусу встановлені зрошувачі, через які до робочої камери подається вода. Їх призначення полягає у зволоженні кормових компонентів та доведенні суміші до необхідної вологості. Для контролю кількості поданої води система оснащена водоміром (витратоміром), який забезпечує точне дозування рідини відповідно до рецептури кормосуміші.

До корпусу жорстко приварена рама приводу, на якій монтуються електродвигун та редуктор. Електродвигун є джерелом механічної енергії для роботи змішувального механізму, а редуктор забезпечує зниження частоти обертання та збільшення крутного моменту до величин, необхідних для ефективного перемішування кормової маси. Передача руху від електродвигуна до робочих органів здійснюється за допомогою клинопасової передачі та муфти, що забезпечують плавність роботи приводу і захист елементів трансмісії від перевантажень.

Принцип роботи запарника-змішувача полягає у послідовному виконанні операцій завантаження кормових компонентів, їх зволоження або запарювання, інтенсивного перемішування та подальшого вивантаження готової кормосуміші. Після завантаження компонентів у робочу камеру вмикається мішалка, яка забезпечує безперервне перемішування кормової маси. За необхідності в резервуар подається пара через систему паророзподілу,

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що забезпечує термічну обробку кормів. Після завершення процесу приготування відкривається вивантажувальна засувка та вмикається вивантажувальний шнек, який транспортує готовий корм до транспортних засобів або роздавального обладнання.

Регулювання роботи змішувача передбачає налаштування тривалості змішування, кількості води, що подається до робочої камери, режиму запарювання, а також контроль температури кормової маси за допомогою термометра. Правильне регулювання цих параметрів забезпечує отримання однорідної кормової суміші необхідної вологості та поживної цінності, що сприяє підвищенню ефективності годівлі тварин і раціональному використанню кормових ресурсів господарства.

4.2.1. Система контролю температури, механізм вивантаження та електрообладнання запарника-змішувача СКО-Ф-3,0.

Для контролю температурного режиму під час термічної обробки кормів на торцевій стінці корпусу змішувача встановлено дистанційний термометр. Даний прилад призначений для безперервного спостереження за температурою кормової маси в процесі її запарювання та змішування. Конструктивно термометр складається з температурного датчика, капілярної трубки та покажчика зі стрілочним індикатором. Внутрішня порожнина вимірювальної системи заповнена технічним ефіром, який використовується як робоче середовище для передачі температурних змін.

Принцип роботи термометра базується на зміні тиску робочої рідини при нагріванні. У процесі підвищення температури кормової маси ефір у датчику розширюється, що викликає зростання тиску в герметичній системі. Створений тиск через механічний передавальний механізм впливає на стрілку покажчика, яка переміщується по шкалі приладу та відображає поточне значення температури.

Для полегшення контролю технологічного процесу шкала термометра має кольорове маркування. Діапазон температур від 40 до 70 °С позначений білим кольором і характеризує режим початкового нагрівання кормової маси.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зелений сектор, що охоплює температурний інтервал від 75 до 90 °С, відповідає оптимальному режиму запарювання кормів. Червоний сектор шкали в межах від 95 до 120 °С сигналізує про надмірне підвищення температури, що може призвести до погіршення якості корму та перевитрати енергоносіїв.

Для герметичного перекриття вивантажувальної горловини змішувача використовується засувка спеціальної конструкції. Її основним призначенням є відкривання та закривання отвору для вивантаження готової кормосуміші. У закритому положенні система важелів забезпечує щільне притискання засувки до посадкової поверхні, що гарантує герметичність робочої камери під час змішування та запарювання кормів. Це дозволяє запобігти втратам тепла, вологи та виходу пари назовні.

Керування положенням засувки здійснюється за допомогою штока привідного механізму. Під час завершення технологічного циклу та початку вивантаження кормосуміші вмикається електродвигун приводу засувки. Обертальний рух електродвигуна перетворюється на поступальний рух штока, який переміщує засувку вгору та відкриває вивантажувальну горловину. Після досягнення верхнього крайнього положення спеціальний копіювальний механізм через систему важелів впливає на ролик кінцевого вимикача. У результаті електродвигун приводу засувки автоматично вимикається, а одночасно подається команда на запуск приводу вивантажувального шнека. Така послідовність операцій забезпечує автоматизацію процесу вивантаження та виключає можливість помилок з боку обслуговуючого персоналу.

Електрообладнання запарника-змішувача СКО-Ф-3,0 призначене для керування всіма виконавчими механізмами агрегату, забезпечення його безпечної роботи та захисту електродвигунів від аварійних режимів. До складу електрообладнання входять шафа керування, електродвигуни приводів, кінцеві вимикачі та допоміжні електротехнічні пристрої.

Шафа керування виконана в пилозахищеному виконанні, що забезпечує надійну роботу електричних елементів в умовах кормоцеху, де можливе

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворення значної кількості пилу та підвищеної вологості. Усередині шафи розміщена пускова та захисна апаратура, призначена для запуску, зупинки й захисту електродвигунів від перевантажень, коротких замикань і аварійних режимів роботи. На бічній поверхні шафи встановлено пакетний вимикач для відключення електроживлення агрегату, електричну розетку для підключення допоміжного обладнання та сигнальну сирену, яка використовується для подачі звукових сигналів під час роботи машини або виникнення нештатних ситуацій.

Застосування автоматизованої системи керування, засобів контролю температури та механізованого вивантаження забезпечує надійну експлуатацію запарника-змішувача СКО-Ф-3,0, підвищує продуктивність праці та сприяє отриманню якісних кормових сумішей відповідно до встановлених зоотехнічних вимог.

4.3. Технологічний розрахунок запарника-змішувача СКО-Ф-3,0.

4.3.1. Розрахунок продуктивності мішалки.

Для приготування вологої кормової суміші з компонентів добового раціону у запарнику-змішувачі СКО-Ф-3,0 запропоновано використання вдосконаленої конструкції мішалки (рис. 4.1). Особливістю модернізованого робочого органу є наявність шести похилих лопатей у кожному ряду, встановлених під кутом нахилу $\alpha = 45^\circ$ до осі обертання валу. Конструкція мішалки передбачає розташування двох рядів лопатей із правим напрямком нахилу та двох рядів із лівим напрямком нахилу, що забезпечує формування зустрічних потоків кормової маси та інтенсифікує процес її перемішування.

Кожна лопать має ширину 230 мм і довжину 290 мм. Площа робочої поверхні однієї лопаті становить $F_{\text{л}} = 0,0525 \text{ м}^2$, а її проекція на площину, перпендикулярну напрямку руху кормової маси, визначається боковою площею $F_{\text{лб}} = F_{\text{л}} \cdot \sin \alpha = 0,0372 \text{ м}^2$.

Для додаткового руйнування ущільнених зон кормової суміші та підвищення інтенсивності перемішування на протилежній стороні кожної труби встановлено по десять радіальних пальців. Довжина пальців становить

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$l_n = 0,08$ м, а діаметр - $d_n = 0,01$ м. Наявність пальців сприяє активному розпушуванню кормової маси, запобігає утворенню застійних зон і забезпечує більш рівномірний розподіл компонентів по всьому об'єму змішувача.

Під час одного проходу лопатей із радіальними пальцями через кормову масу відбувається складний динамічний процес переміщення, розпушування та перемішування компонентів. У результаті створення зустрічних і циркуляційних потоків кормосумішка рівномірно розподіляється по всій довжині робочої камери. Одночасно покращуються умови змішування в локальних об'ємах, що сприяє вирівнюванню концентрації окремих компонентів і підвищенню однорідності готового продукту.

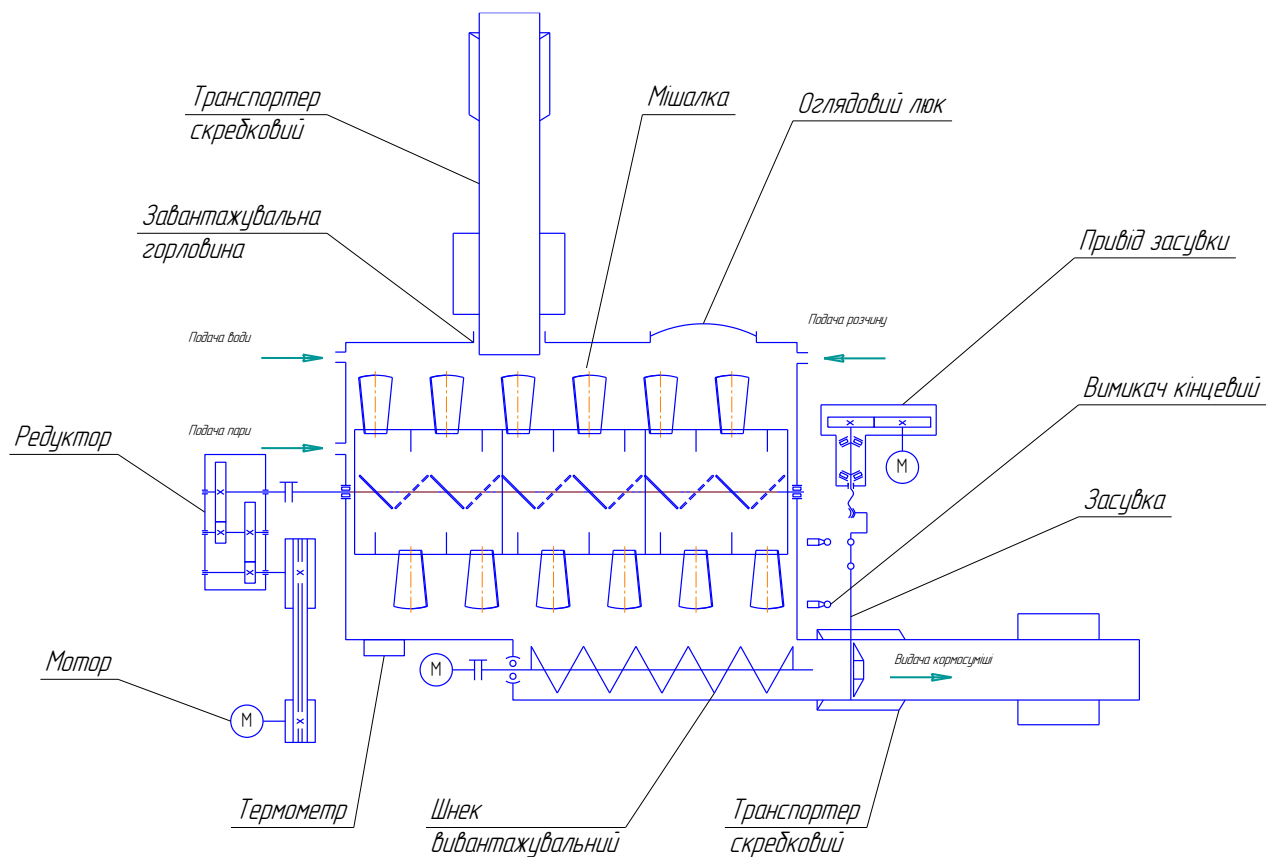


Рис. 4.1. Вдосконалена схема одновального лопатевого запарника-змішувача СКО-Ф-3,0.

Застосування вдосконаленої конструкції мішалки дозволяє суттєво підвищити ефективність технологічного процесу. Завдяки інтенсивнішому впливу робочих органів на кормову масу кількість повторних циклів

					БР 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

перемішування зменшується у 8–10 разів порівняно з базовою конструкцією. Це забезпечує скорочення тривалості технологічного циклу, зниження питомих енерговитрат та підвищення продуктивності агрегату.

Продуктивність удосконаленого одновального змішувача періодичної дії визначається для процесу приготування вологої кормосуміші без урахування часу завантаження компонентів та їх запарювання. При цьому приймається, що для досягнення необхідної однорідності кормової маси достатньо не більше десяти циклів одноразової обробки кожної порції корму. Розрахунок продуктивності змішувача виконується за відповідною аналітичною залежністю:

$$Q_{зм} = \frac{3,6 \cdot \theta \cdot K \cdot F_{лб} \cdot \omega \cdot R_{л} \cdot \rho \cdot \chi_1 \cdot \chi_2 \cdot (t-1) \cdot n}{k_{ц}}, \text{ т/год}, \quad (4.1)$$

де: θ - чинник заповнення розробленої лопаті, що становить $\theta = 0,83$;

K - чинник кратності обробітку однієї порції корму за 1 оберт валу;

$F_{лб}$ - проекція площі бічної поверхні плоскої лопаті даної мішалки, м²;

$R_{л}$ – максимально вибраний радіус, а саме від центру валу до крайньої точки тієї ж лопаті, м;

$\rho = 300 - 335 \text{ кг/м}^3$ - чинник, що підкреслює щільність всіх компонентів згідно раціону, кг/м³;

χ_1 - показник, що підкреслює обертання порції кормів лопаттю в зону вільного, тобто інерційного, руху і він є $\chi_1 = 0,9 \dots 0,95$;

$\chi_2 = \frac{\sin \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}$ - чинник, який враховує достатньо вагомий вплив кута тертя і кута установки лопаті до самої вісі валу мішалки;

t - кількість закріплених лопатей, що обробляють завантажений матеріал по одному сліду з встановленим кроком s в одному ряду;

n - показник рядів, що є в конструкції виготовленої мішалки;

$k_{ц}$ - повторна циклічність в процесі обробки порції.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, всі відомі параметри підставляємо до формулу 4.1 і розрахунок продуктивності нашого змішувача:

$$Q_{зм} = \frac{3,6 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,0372 \cdot 1,9 \cdot 0,58 \cdot 310 \cdot 0,96 \cdot \sin 45^{\circ} \cdot (6-1) \cdot 4}{(1 + \operatorname{tg} 45^{\circ} \cdot \operatorname{tg} 27^{\circ}) \cdot 50} = 7,43 \text{ т/год.}$$

Користуючись наведеною залежністю, визначаємо продуктивність модернізованого змішувача СКО-Ф-3,0 при роботі в режимі приготування вологої кормової суміші без виконання операції запарювання. У даному випадку технологічний цикл включає послідовне завантаження в робочу камеру попередньо підготовлених і дозованих компонентів кормового раціону, їх інтенсивне перемішування за допомогою вдосконаленої мішалки та подальше вивантаження готової кормосуміші в транспортні або кормороздавальні засоби.

При розрахунку приймається, що всі складові кормосуміші попередньо подрібнені до необхідних розмірів, мають задану вологість та подаються до змішувача відповідно до встановленої рецептури. За таких умов виключаються додаткові витрати часу на теплову обробку компонентів, що дозволяє оцінити безпосередній вплив модернізації мішалки на продуктивність агрегату:

$$t_{ц} = 2 + 7,7 + 6,9 = 16,6 \text{ хв.}$$

$$Q_{зм} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 60}{16,6} = 2,98 \text{ т/год.}$$

Далі за аналогічною методикою виконуємо визначення продуктивності модернізованого змішувача-запарника СКО-Ф-3,0 з урахуванням повного технологічного циклу приготування кормової суміші. На відміну від попереднього випадку, до загальної тривалості робочого циклу включаються витрати часу на завантаження компонентів кормового раціону, їх теплову обробку шляхом запарювання, подальше інтенсивне перемішування та вивантаження готової кормосуміші в кормороздавальні засоби.

У процесі запарювання відбувається нагрівання кормової маси до необхідної температури з одночасним підвищенням її вологості. Така обробка

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сприяє розм'якшенню грубих компонентів, покращує засвоюваність поживних речовин, підвищує санітарно-гігієнічні показники корму та створює сприятливі умови для рівномірного розподілу додаткових поживних і мінеральних компонентів у суміші:

$$t_{\text{ц}} = 2 + 40 + 7,7 + 6,9 = 56,6 \text{ хв.},$$

$$Q_{\text{зм}} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,35 \cdot 60}{56,6} = 0,87 \text{ т/год.}$$

4.4. Кінематичний розрахунок

4.4.1. Розрахунок частоти обертання валу вдосконаленої мішалки.

Одним із важливих параметрів, що визначають ефективність роботи мішалки, є швидкість руху її лопатей. При виборі раціонального швидкісного режиму необхідно враховувати умови взаємодії частинок кормової маси з робочими органами змішувача. Надмірне збільшення частоти обертання мішалки може призвести до виникнення значних відцентрових сил, під дією яких частинки корму будуть відриватися від поверхні лопатей і втрачати безпосередній контакт з робочими органами. У такому випадку ефективність перемішування знижується, оскільки частина кормової маси виключається з активного процесу обробки.

Для забезпечення стійкого переміщення кормових частинок по поверхні лопатей необхідно, щоб відцентрова сила, яка діє на частинку масою m , не перевищувала силу її ваги. Ця умова записується у вигляді:

$$\omega_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{g}{R_{\text{лоп.}}}} \quad (4.2)$$

де: $R_{\text{лоп.}}$ - це найбільше значення для радіусу лопаті, що становить наступне: $R_{\text{лоп}} = 0,576 \text{ м}$;

$$\omega_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,576}} = 5,36 \text{ с}^{-1}.$$

А зараз, для встановлення якісної та надійної роботи вдосконаленого змішувача використаємо наступну формулу:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega = \frac{\omega_{кр}}{2}, \quad \omega = \frac{5,36}{2} = 2,68 \text{ с}^{-1}.$$

Тепер встановимо частоту обертання валу вдосконаленої мішалки користуючись при цьому наступною формулою:

$$\kappa = \frac{30\omega}{\pi}, \quad \kappa = \frac{30 \cdot 2,68}{3,14} = 25,6 \text{ об/хв.} \quad (4.3)$$

Округлюємо значення частоти обертання валу мішалки та приймаємо 26 об/хв.

4.4.2. Обчислення частоти обертання валу вивантажувального шнеку.

З метою визначення раціонального режиму роботи системи вивантаження необхідно обчислити частоту обертання вивантажувального шнека, яка забезпечує своєчасне та повне видалення готової кормової суміші з робочої камери змішувача. Від правильного вибору цього параметра залежать тривалість операції вивантаження, продуктивність агрегату та безперервність роботи всієї технологічної лінії.

Частоту обертання вивантажувального шнека визначаємо за відповідною аналітичною залежністю, яка враховує конструктивні параметри шнека, його геометричні розміри, коефіцієнт заповнення міжвиткового простору та необхідну продуктивність транспортуючого органу:

$$\kappa = \frac{Q_{ш}}{47,1 \cdot \left[(D + 2\sigma)^2 - d^2 \right] \cdot S \cdot \psi \cdot i \cdot N}, \text{ об/хв,} \quad (4.4)$$

де: $Q_{ш}$ - це значення показника продуктивності шнеку для вивантаження вже готової продукції з ємності змішувача, т/год;

$$Q_{ш} = \frac{g \cdot \psi \cdot i}{t_g}, \quad Q_{ш} = \frac{3 \cdot 0,83 \cdot 0,35 \cdot 60}{7} = 6,98 \text{ т/год.}$$

де: D, d – це показники обох діаметрів, як шнеку так і валу, відповідно становлять таке: $D = 0,271 \text{ м}, d = 0,073 \text{ м}$);

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

σ - значення радіального зазору, а саме між гвинтовою поверхнею шнека та відповідно поверхнею самого кожуха, ($\sigma = 0,012$ м);

S - чинник, що характеризує крок гвинта, тобто $S = 0,24$ м;

ψ - чинник, що враховує повноту заповнення конструкції шнеку, він становить $\psi = 0,96$;

λ - об'ємна маса кормів, $\lambda = 0,35$ т/м³;

N - чинник зниження продуктивності в залежності від нахилу самого шнека, $N = 1$.

Нарешті, обґрунтовані показники підставляємо до формули 4.4 та отримуємо значення частоти обертання шнеку, отже:

$$K = \frac{6,98}{47,1 \left[(0,271 + 2 \cdot 0,012)^2 - 0,073^2 \right] \cdot 0,24 \cdot 0,96 \cdot 0,35 \cdot 1} = 23,22 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо частоту обертання шнеку 23 об/хв.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Розроблені заходи стосовно забезпечення безпечних умов праці під час експлуатації запарника-змішувача.

Під час модернізації запарника-змішувача особлива увага приділялася питанням охорони праці та забезпечення безпечних умов роботи обслуговуючого персоналу. Конструктивне виконання машини, розташування приводних механізмів та допоміжного обладнання відповідають вимогам чинних нормативних документів з безпеки праці, що забезпечує зручність виконання монтажних робіт, експлуатації, технічного обслуговування, регулювання та ремонту обладнання.

Компонування основних вузлів і механізмів виконано таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до елементів, які потребують періодичного контролю, очищення або заміни. Робочі органи та поверхні, що можуть забруднюватися кормовими матеріалами під час роботи, мають конструкцію, яка дозволяє швидко та безпечно виконувати очищення без застосування складних допоміжних операцій. Це сприяє підтриманню належного санітарно-гігієнічного стану обладнання та зменшує ризик виробничого травматизму.

Для підвищення рівня безпеки експлуатації привід завантажувального транспортера обладнаний пристроями аварійної зупинки, які дозволяють оперативно припинити роботу механізму в разі виникнення небезпечної ситуації, несправності або загрози для персоналу. Розміщення органів аварійного керування забезпечує можливість їх швидкого використання оператором незалежно від його місця перебування поблизу машини.

Система мащення агрегату спроектована з урахуванням вимог безпечного обслуговування. Точки змащування розташовані в місцях, доступних для виконання профілактичних робіт без необхідності демонтажу захисних огорожень або контакту з небезпечними рухомими деталями. Для вузлів, доступ до яких ускладнений конструктивними особливостями обладнання, передбачено використання довготривалих мастильних матеріалів

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одноразового закладання, що дозволяє скоротити частоту технічного обслуговування та підвищити безпеку праці.

Запарник-змішувач оснащений системою передпускової звукової сигналізації, яка інформує персонал про початок роботи обладнання. Наявність такої системи дозволяє своєчасно попередити працівників про запуск механізмів та запобігти виникненню небезпечних ситуацій, пов'язаних із перебуванням людей у зоні дії рухомих частин машини.

Електрообладнання та електропривод змішувача розроблені з урахуванням специфічних умов експлуатації в тваринницьких приміщеннях, для яких характерні підвищена вологість, запиленість та наявність агресивних газових середовищ. Конструкція електрообладнання відповідає вимогам чинних стандартів з електробезпеки та забезпечує надійну роботу обладнання протягом усього терміну експлуатації.

В електричній схемі керування передбачено комплекс заходів захисту від аварійних режимів роботи. Для електродвигунів встановлено пристрої захисту від перевантажень, перегрівання та коротких замикань. З метою захисту людей і тварин від ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції електрообладнання передбачено систему захисного заземлення та автоматичного відключення живлення. Зазначені заходи забезпечують зниження ризику виникнення електротравм і підвищують загальний рівень безпеки експлуатації машини.

Усі рухомі та потенційно небезпечні механізми обладнані захисними огороженнями. Огороження вузлів, які потребують періодичного огляду, регулювання або ремонту, виконані відкидними та закріплені на нерухомих елементах конструкції за допомогою шарнірних з'єднань. У відкритому положенні вони надійно фіксуються спеціальними пристроями, що виключає їх випадкове закривання під час виконання робіт. Конструкція огорожень забезпечує можливість їх відкривання вручну із зусиллям не більше 60 Н, що відповідає вимогам ергономіки та безпеки праці.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для запобігання доступу до небезпечних зон під час роботи агрегату захисні огороження обладнані блокувальними пристроями. Система блокування виключає можливість запуску приводу робочих органів при відкритих огороженнях або знятті захисних елементів. Це унеможливорює випадковий контакт працівників із рухомими деталями машини та суттєво підвищує рівень виробничої безпеки.

Запропонований комплекс організаційних і технічних заходів забезпечує відповідність модернізованого запарника-змішувача сучасним вимогам охорони праці, сприяє зниженню ризику виробничого травматизму, підвищує надійність роботи обладнання та створює безпечні умови праці для обслуговуючого персоналу.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі виконано комплексний аналіз сучасного стану механізації технологічних процесів виробництва молока та обґрунтовано напрями їх подальшого вдосконалення. На основі вивчення виробничих умов функціонування тваринницьких підприємств, існуючих технологічних рішень і технічних засобів розроблено пропозиції щодо підвищення ефективності технології виробництва продукції тваринництва та вдосконалення системи механізації основних виробничих процесів на молочній фермі.

У технологічній частині роботи розроблено технологічну схему потоково-цехової системи організації виробництва молока, що забезпечує раціональну організацію виробничих процесів та ефективне використання наявних ресурсів господарства. Виконано обґрунтування проектної структури стада, визначено середньорічне поголів'я тварин за окремими технологічними групами, проведено розподіл виробничих приміщень за цехами та секціями відповідно до прийнятої технології утримання. На основі отриманих результатів удосконалено генеральний план ферми на 200 корів із замкнутим циклом виробництва молока, що забезпечує оптимізацію внутрішньогосподарських транспортних потоків та покращення організації виробництва.

Проведено проектування потоково-механізованих технологічних процесів виробництва молока і м'яса яловичини, виконано необхідні технологічні розрахунки потоково-технологічних ліній та визначено потребу господарства в сучасних машинах, обладнанні та комплектах технічних засобів. Запропоновані рішення забезпечують комплексну механізацію виробничих процесів, зниження затрат ручної праці та підвищення продуктивності виробництва.

В інженерній частині роботи на підставі аналізу сучасних технологій приготування кормових сумішей, конструктивних особливостей існуючих змішувачів та тенденцій розвитку кормоприготувальної техніки розроблено

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пропозицію щодо модернізації запарника-змішувача СКО-Ф-3,0. Запропоновано вдосконалену конструкцію одновального змішувача, призначеного для приготування збалансованих кормових сумішей для великої рогатої худоби. Конструкція передбачає використання горизонтального циліндричного корпусу та модернізованої мішалки з рядами плоских лопатей, розташованих під певним кутом до осі валу та встановлених із правим і лівим напрямками нахилу. Таке конструктивне рішення забезпечує формування зустрічних потоків кормової маси, підвищує інтенсивність перемішування та покращує однорідність готової кормосуміші.

У розділі з охорони праці розроблено комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці під час експлуатації запарника-змішувача. Передбачено застосування захисних огорожень, блокувальних пристроїв, систем аварійного вимкнення, заземлення електрообладнання та інших засобів безпеки, що забезпечують відповідність модернізованої машини вимогам чинних нормативних документів з охорони праці та електробезпеки.

Виконані технологічні, конструктивні, кінематичні та інженерні розрахунки підтвердили технічну доцільність запропонованої модернізації змішувача СКО-Ф-3,0. Запропоновані конструктивні зміни дозволяють підвищити інтенсивність процесу змішування, скоротити тривалість технологічного циклу приготування кормів, покращити якість кормових сумішей та підвищити продуктивність обладнання. Реалізація запропонованих технічних рішень сприятиме підвищенню ефективності функціонування кормоцеху та покращенню техніко-економічних показників виробництва молока на фермі.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько та ін.; За ред. І.І. Ревенка. — К.: Урожай, 1994. — 264 с.
2. Монтаж, експлуатація і ремонт машин у тваринництві / М.В. Брагінець, П.В. Педченко, І.Г. Резчик. — К.: Вища школа, 1991. — 359 с.
3. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / За редакцією О.П. Скорика, О.І. Фісяченко. — Харків, ХДТУСГ, 2004 — 256 с.
4. Механізація тваринництва / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, М.І. Ікальчик. — Ніжин, видавець ПП Лисенко М.М., 2015. — 328 с.
6. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва / О.А. Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін. За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М. — Харків, ХНТУСГ, 2009. — 429 с.
7. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник/[Ібатуллін І.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В., та ін.]; під ред. академіка НААН України І.І. Ібатулліна. — К.: 2015. — 422 с.
8. Кісільов, Р. В., Лузан, П. Г., Амосов, В. В., & Васильковський, М. О. (2025). Дослідження впливу конструктивних параметрів змішувача на якість приготування кормової суміші. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, (12(43).1), 187–194 с.
9. Дослідження процесу сумішоутворення лопатевим змішувачем для ВРХ / Р.В. Кісільов, П.Г. Лузан, Д.В. Богатирьов, О.В. Нестеренко — Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 52. — Кропивницький: ЦНТУ, 2022.- С. 66-72.
10. Підпала Т.В. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини / Т.В. Підпала. — Миколаїв: Видавничий відділ МДАУ, 2008. — 369 с.
11. Технологія виробництва молока і яловичини : методичні рекомендації для виконання курсового проекту студентами напряму

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підготовки 6.090102 – ТВППТ / Т.В. Підпала, О.К. Цхвітава. – Миколаїв, МНАУ, 2014. – 61 с.

12. Механізація тваринницьких ферм / Б.П. Шабельник, М.М. Троянов, І.Г. Бойко та ін.; За ред. М.М. Троянова, - Харків, 2002. – 208 с.

13. Машини і обладнання для тваринництва : Електронний підручник / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. – Київ, ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти», 2019.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ