

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва**  
**Кафедра технології виробництва продукції тваринництва**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти  
бакалавр

на тему: «Удосконалення технології ведення галузі скотарства у ДП «ДГ ім.  
Декабристів»

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
Технологія виробництва і переробки  
продукції тваринництва  
спеціальності 204 Технологія  
виробництва і переробки продукції  
тваринництва  
ступеня вищої освіти бакалавр  
групи 204ТВППТбд 41  
Лагойда В. А.  
Керівник: Павло Ващенко  
Рецензент: Світлана Усенко

**Полтава – 2023 року**

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва**  
**Кафедра технології виробництва продукції тваринництва**

Освітньо-професійна програма Технологія виробництва і переробки  
продукції тваринництва

Спеціальність 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва  
Ступінь вищої освіти бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Анатолій ПОЛЩУК

4 квітня 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Лагойда Валерія Андріївна

(прізвище, ім'я та по-батькові здобувача вищої освіти)

1. Тема роботи: «Удосконалення технології ведення галузі скотарства у ДП  
«ДГ ім. Декабристів»

керівник роботи д. с.-г. н., с. н. с., професор кафедри ТВПТ Ващенко П. А.

(наукове звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)

затвержені наказом ПДАУ від 03 квітня 2023 року № 298-ст.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «01» «червня» 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали первинного зоотехнічного та  
племінного обліку, результати власних експериментальних досліджень та  
вимірювань

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

1.1. Розвиток високотехнологічних методів у тваринництві

1.2. Айрширська порода великої рогатої худоби

1.3. Органічне виробництво продукції молочного скотарства

Розділ 2. Матеріал та методика досліджень

2.1. Характеристика бази досліджень

2.2. Методи досліджень

Розділ 3. Результати власних досліджень

3.1. Аналіз стада айрширської породи в ДП «ДГ ім. Декабристів» за даними відомості бонітування

3.2. Моніторинг фізіологічного стану корів, етології телят та раннє виявлення можливих проблем із здоров'ям за використання діджиталізації

3.3 Автоматизація та роботизація технологічних процесів у галузі молочного скотарства в ДП «ДГ ім. Декабристів»

3.4. Економічна ефективність досліджень

Висновки

Пропозиція виробництву

Список інформаційних джерел

5. Перелік графічного матеріалу: схеми, рисунки, графіки, діаграми за темою та об'єктом дослідження.

6. Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання і підготовки до захисту кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи.	квітень 2023	
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	квітень 2023	
3	Опрацювання літературних джерел	квітень 2023	
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	квітень 2023	
5	Виконання теоретичного розділу роботи	квітень 2023	
6	Засвоєння та опробування методик досліджень	квітень 2023	
7	Виконання власних досліджень	травень 2023	
8	Оформлення тексту роботи	травень 2023	
9	Попередній захист роботи на кафедрі	травень 2023	
10	Нормоконтроль та перевірка на плагіат	травень 2023	
11	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	травень 2023	
12	Захист кваліфікаційної роботи	червень 2023	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Валерія ЛАГОЙДА  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Павло ВАЩЕНКО  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	3
Вступ	4
Розділ 1. Огляд літератури	7
1.1. Розвиток високотехнологічних методів у тваринництві	7
1.2. Айрширська порода великої рогатої худоби	16
1.3. Органічне виробництво продукції молочного скотарства	22
Розділ 2. Матеріал та методика досліджень	31
2.1. Характеристика бази досліджень	31
2.2. Методи досліджень	32
Розділ 3. Результати власних досліджень	33
3.1. Аналіз стада айрширської породи в ДП «ДГ ім. Декабристів» за даними відомості бонітування	33
3.2. Моніторинг фізіологічного стану корів, етології телят та раннє виявлення можливих проблем із здоров'ям за використання діджиталізації	40
3.3 Автоматизація та роботизація технологічних процесів у галузі молочного скотарства в ДП «ДГ ім. Декабристів»	46
3.4. Економічна ефективність досліджень	49
Висновки	50
Пропозиція виробництву	50
Список інформаційних джерел	51

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

<i>n</i>	– кількість голів у вибірці;
LCA	– Life Cycle Assessment [Оцінка життєвого циклу]
PLF	– Precision Livestock Farming [Високотехнологічне ведення тваринництва]
ВРХ	– велика рогата худоба
га	– гектар
гол	– голів
грн	– гривень
ДГ	– дослідне господарство
ДП	– державне підприємство
к.од.	– кормова одиниця
кг	– кілограм
МОП	– міжотельний період
ПП	– приватне підприємство
р	– рік
рр	– роки
т	– тонн
хв.	– хвилини
ц	– центнер

## ВСТУП

### *Обґрунтування актуальності теми.*

Високотехнологічне ведення тваринництва (Precision Livestock Farming, PLF) поширюється по всьому світу для застосування на фермах як в інтенсивних, так і в органічних системах. PLF почали впроваджувати лише нещодавно, але потреба в технологічній підтримці на фермах стає все більш важливою та полегшує її розповсюдження на фермах. Величезна кількість досліджень і наукових робіт доступна в літературі про впровадження технологій, датчиків і комп'ютерних інструментів майже для всіх видів, що використовуються у виробництві сільськогосподарської тваринницької продукції (Lovarelli et al., 2020; Панасова та ін., 2021 Stijn et al., 2023).

З основних висновків можна підкреслити, що PLF приносить екологічну, економічну та соціальну стійкість на фермах, але ці переваги ще не були кількісно визначені за допомогою спеціальних методів оцінки стійкості. Тому для найближчих майбутніх досліджень важливо зосередитися не лише на технологічних удосконаленнях інструментів і датчиків, але й на аспектах екологічної, економічної та соціальної стійкості тваринницького виробництва, що впливає як на фермерів, так і на громаду та споживачів (Banhazi et al., 2012; Lovarelli et al., 2020; Verckmans, 2017).

Роль PLF стає все більш і більш важливою і підтримуватиме процес прийняття рішень фермерами, змінюватиме їхню роль на фермі та їхні погляди на управління, а також зробить можливим відстеження продукції та контроль якості продукції та тварин (Garcia et al., 2020; Lovarelli et al., 2020).

Проте застосування високих технологій у тваринництві України досі ще не набуло значного поширення. Поточний стан молочної промисловості в Україні далекий від задовільного. Висока вартість основних виробничих ресурсів і відносно низькі ціни на молоко зробили більшість молочних ферм нерентабельними та призвели до швидкого виснаження їхніх активів. У результаті поголів'я корів скорочується, а виробництво молока падає. За

даними державної служби статистики, 2021 року в Україні було вироблено 8,72 млн тонн молока. З них 2,75 млн тонн було вироблено сільськогосподарськими підприємствами, а основними виробниками молока в Україні були індивідуальні фермерські господарства, які виробили 5,97 млн тонн. Однак, порівняно з 2020 роком, у 2021 році підприємства виробили на 0,4% менше молока, а господарства населення - на 8,2% (Zakharenko et al., 2021; <http://ukrstat.gov.ua/>).

Для забезпечення стабільного постачання високоякісної сировини на молокопереробні підприємства необхідне створення спеціалізованих і рентабельних молочних ферм, технологія виробництва яких відповідає сучасним стандартам і гарантує виробництво високоякісного, доступного за ціною молока [63]. Щоб зробити молочні ферми рентабельними та продуктивними, необхідно комплексно реорганізувати кожен технологічний ланку виробництва молока. Ці проблеми тією чи іншою мірою вирішено в кількох господарствах нашої країни. Вони використовують нові технології виробництва молока, виробляють високоякісне молоко і є рентабельними в молочній промисловості. Одним із таких прикладів є ДП «ДГ ім. Декабристів» у Миргородському районі Полтавської області.

Практичний досвід найкращих фермерів України в галузі молочного тваринництва, а також наукові дослідження, демонстрація та поширення ефективних технологій виробництва високоякісного молока мають сьогодні велике значення. У зв'язку з цим предметом цього дослідження є технологія виробництва молока на державному підприємстві «ДГ ім. Декабристів».

**Мета дослідження** полягає у встановленні ефективності технології виробництва молока у ДП «ДГ ім. Декабристів» та пошуку шляхів її покращення.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

- 1) Проаналізовано розвиток високотехнологічних методів у тваринництві та їх застосування у ДП «ДГ ім. Декабристів»

- 2) Досліджено особливості продуктивності та відтворювальної здатності айрширської породи ВРХ у ДП «ДГ ім. Декабристів»;
- 3) Вивчено принципи органічного виробництва продукції скотарства;
- 4) Охарактеризовано цифрові технології моніторингу стану корів та телят у господарстві;
- 5) Досліджено Автоматизація та роботизація технологічних процесів у галузі молочного скотарства в ДП «ДГ ім. Декабристів»;
- 6) Визначено економічну ефективність галузі в господарстві.

*Об'єкт дослідження* – корови айрширської породи, нетелі, ремонтні телиці.

*Предмет дослідження* – молочна продуктивність, технологія доїння, спосіб утримання корів, інноваційні технології у молочному скотарстві.

*Матеріал і методи дослідження.* Дослідження проведено в умовах господарства ДП «ДГ ім. Декабристів» на коровах, нетелях і ремонтних теличках айрширської породи.

У роботі використовували наступні методи: аналітичні (огляд літератури, аналіз і узагальнення результатів досліджень), зоотехнічні (показники продуктивності свиней), математичні (біометрична обробка отриманих даних і встановлення достовірності різниць між середніми показниками в групах), економічні (розрахунок економічної ефективності виробництва свинини).

*Практичне значення дослідження.* Було визначено економічний ефект від застосування цифрових технологій та інноваційного обладнання у молочному скотарстві.

*Відомості про обсяг і структуру роботи.* Роботу викладено на 59 сторінках комп'ютерного тексту, з них основна частина – 47 сторінок, що включає: вступ, огляд літератури, матеріал і методику досліджень, результати власних досліджень, висновки, пропозиції виробництву. Робота містить 10 таблиць та 8 рисунків. Список інформаційних джерел налічує 64 найменувань, у тому числі 57 латиницею.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Розвиток високотехнологічних методів у тваринництві

У літературі широко визнається, що розвиток інтелектуального або точного сільського господарства позитивно впливає на систему виробництва і що стійка інтенсифікація сільськогосподарського сектора є одним із найважливіших викликів найближчого майбутнього (Lindblom et al., 2017; Lovarelli et al., 2017<sup>a</sup>; Wathes et al., 2008; Lovarelli et al., 2020). Це стосується як точного землеробства в сільському господарстві, так і точного виробництва у галузі тваринництва. Однак на практиці строгий технологічний підхід для підвищення ефективності виробництва ще не отримав широкого визнання, а ефективне застосування технології на фермі все ще обмежене (Wathes et al., 2008).

Зосереджуючись на точному тваринництві (PLF), моніторинг поведінки, добробуту та виробництва тварин є основоположним для вдосконалення систем сталого виробництва (Fournel et al., 2017). Використання датчиків і технологій дозволяє збирати значну кількість даних, які необхідно проаналізувати за допомогою передових статистичних методів, щоб зрозуміти та передбачити поведінку, здоров'я та умови добробуту тварин. Нещодавній інтерес до цієї теми спонукав до широкого вивчення нових технологічних підходів до систем тваринництва та визначення та оцінки найбільш перспективних рішень, представлених у літературі. Зокрема, Bell et al. (2011) та Hou et al. (2015) досліджували вплив ІТ-рішень на можливе скорочення викидів забруднюючих речовин у повітря, ґрунт і воду, а Dominiak & Kristensen (2017) розглянули датчики, доступні для управління проблемами навколишнього середовища, здоров'я та добробуту, а також їх використання для покращення рівні продуктивності.

У всьому світі більшість країн відчувають скорочення кількості ферм з невеликою кількістю тварин на користь великих і ефективних ферм, які

характеризуються великою наявністю землі для вирощування сільськогосподарських культур і розкидання гною, а також великою кількістю племінних тварин (Fournel et al., 2017). Невеликі тваринницькі ферми стикаються з численними труднощами, щоб утриматися на ринку через роль економії масштабу та можливостей глобального ринку, а також сприйняття тваринницької діяльності споживачами (Cavaliere and Ventura, 2018).

Останніми роками споживач демонструє зростаючий інтерес до добробуту тварин і якості харчових продуктів (Becker and Ellis, 2017; Eldesouky et al., 2018). Тим часом інтерес фермерів зосереджується на виробничих аспектах, які є джерелом його доходу. Однак, оскільки дослідження продемонстрували вплив добробуту та методів управління тваринами на продуктивні аспекти, фермери стають обережнішими за своїми тваринами, але зі збільшенням розмірів ферми та худоби увага до кожної окремої тварини зменшується (Meen et al., 2015). У цьому контексті технологічна підтримка фермерів є багатообіцяючим кроком для всіх аспектів, пов'язаних з ефективним та сталим розведенням тварин. PLF має великий потенціал для підтримки фермерів у вирощуванні тварин у хороших умовах, а також для безпечного виробництва їжі та з меншим впливом на навколишнє середовище (Berckmans and Guarino, 2017). Вигода для навколишнього середовища досягається, серед іншого, завдяки ефективному використанню кормів і поживних речовин (Uwizeye et al., 2016), ранньому попередженню хвороб, гарантіям добробуту та скороченню викидів забруднюючих речовин у повітря, ґрунт і воду. Крім того, здатність моніторингу та прогнозування автоматичного обладнання PLF дозволяє підтримувати рішення фермерів як у системах інтенсивного, так і в органічному тваринництві, які є все більш важливими для підтримки глобальних продовольчих і соціальних потреб (Charlton and Rutter, 2017; Zucali et al., 2020).

Інтенсивне тваринництво — це практика, при якій багато тварин вирощуються на обмежених територіях, тоді як органічне тваринництво дозволяє навпаки: вирощувати тварин у великих просторах (Bahlo et al., 2019). В обох системах основні труднощі, пов'язані з моніторингом шляхом простого спостереження людини, полягають у тому, що в інтенсивному землеробстві важко контролювати в кращому випадку всіх вирощуваних тварин, тоді як в органічній системі великий доступний простір викликає труднощі в контролі розташування стада і управління (Berckmans & Guarino, 2017). Інструменти GPS та GIS є найважливішими для цієї типології управління худобою (Barbari et al., 2006). Таким чином, PLF може бути рішенням або частиною вирішення цих проблем, хоча все ще є багато можливостей для вдосконалення його можливостей (Arcidiacono et al., 2018). Три основні проблеми, пов'язані з ІТ та збором даних, стосуються:

- 1) величезних обсягів даних із різних джерел, які нечасто обмінюються між собою;
- 2) надійність даних не завжди є достатньою, що може призвести до неправильних рішень;
- 3) аналіз цих великих даних має бути ефективним, прямим і зрозумілим для фермера (Van Hertem et al., 2017).

Фактично щодо останнього аспекту слід підкреслити, що перевага PLF пов'язана з підтримкою фермера, а не з заміною фермера в прийнятті рішень (Bahlo et al., 2019; Lindblom et al., 2017). Дійсно, прийняття рішення є важкою фазою, на яку впливають кілька суб'єктивних аспектів; відсутність знань про те, як фермери приймають рішення, негативно вплине на будь-який вибір, а PLF матиме шкідливе значення для сталого виробництва (Lindblom et al., 2017).

Як уже згадувалося, стале виробництво може бути досягнуто лише за допомогою інновацій та ІТ-підтримки (Berckmans and Guarino, 2017), оскільки вони забезпечують швидке та раннє виявлення захворювань, сприяють кількісній оцінці викидів у навколишнє середовище та оптимізації

виробництва. Точність розподілу корму також можна вважати значним досягненням для високої ефективності корму на тварину (Peña Fernández et al., 2019), оскільки також як і система автоматичного доїння принесла суттєві зміни на ферми.

Другий аспект, який слід враховувати, полягає в тому, що як тільки фермери переходять на точні технології, ці технології повинні мати перевірену результатами високу точність, оскільки вони повинні визначити ефективну вигоду від інвестування в прилади (Van Hertem et al., 2017; Rojo-Gimeno et al., 2019). Чим більше даних спостереження за тваринами, тим легше передбачити несподівану поведінку та адекватно оцінити аномалії (Bishop et al., 2019; Meunier et al., 2018). Дослідження, проведені щодо застосування інструментів моніторингу для різних видів тварин, включають: інструменти моніторингу здоров'я, які використовуватимуться для виявлення таких патологій, як респіраторно-репродуктивний синдром свиней та інші респіраторні захворювання (Silva et al., 2009); інструменти широкого спектру, які використовуються для аспектів здоров'я, добробуту та поведінки, таких як швидкість жування, частота серцевих скорочень, час відпочинку (Grinter et al., 2019); датчики навколишнього середовища, які використовуються для моніторингу умов навколишнього середовища в приміщеннях для тварин. Раннє виявлення патологій допомагає втрутитися до спалаху епідемії, таким чином скорочуючи як витрати, так і тривалість непродуктивного періоду.

Стала система виробництва тваринництва вимагає прибуткового виробництва з мінімізацією екологічних і соціальних впливів, а також з оптимальним здоров'ям і добробутом тварин (Wathes et al., 2008). PLF визнається як підхід до ефективного використання вхідних даних і отримання найкращих результатів з точки зору прибутковості. З цієї точки зору PLF можна визначити як стійкий підхід з багатьох точок зору. Останнім часом термін «стійкість» все частіше вживається в кількох контекстах виробництва, оскільки стійкість є основою, на якій починаються всі

виробничі системи. Екологічна стійкість зазвичай кількісно визначається за допомогою підходу оцінки життєвого циклу (Life Cycle Assessment / LCA; ISO 14044, 2006), який є найпоширенішим підходом, прийнятим у всьому світі для цих оцінок. Загальновідомо, що тваринництво відповідає за значну частку впливу людської діяльності на навколишнє середовище, і, головним чином, розведення тварин і поводження з гноєм відповідальні за значну частку глобальних викидів парникових газів, процесів підкислення та евтрофікації та використання ресурсів. У цьому контексті PLF є екологічно стійким методом, оскільки кожне рішення, яке дозволяє підвищити ефективність системи, оптимізувати використання вхідних ресурсів, коли виробляється той самий обсяг продукції, або використовувати екологічно безпечні вхідні ресурси, тоді воно також є екологічно стійким. Однак, як показано в наукових роботах, ще не було проведено жодного дослідження LCA, яке б порівнювало системи тваринництва з використанням PLF та без нього. Натомість у літературі представлена велика кількість досліджень щодо впровадження інструментарію моніторингу та моделей прогнозування, які дозволяють заздалегідь зрозуміти, що станеться, і вони також показують, що PLF дозволяє зменшити виробничі ризики та побічні ефекти для навколишнього середовища, такі як викиди забруднюючих речовин в повітря, ґрунт і воду. Високі умови добробуту, міцне здоров'я та висока продуктивність разом є синонімами екологічно стійкого тваринництва науковці (Tullo et al., 2019) повідомляють про результати досліджень, у яких автори оцінювали можливості зменшення шкоди для навколишнього середовища завдяки впровадженню PLF. Переваги обумовлені зменшенням виникнення проблем зі здоров'ям (наприклад, мастит, низька фертильність, смертність) і, як наслідок, безперебійним виробництвом молока, уникненням використання ліків і зменшеними викидами газів (Lovarelli et al., 2020).

Проте, однієї екологічної стійкості недостатньо. Також необхідно враховувати економічні та соціальні перспективи для належного сталого виробництва. Якщо економічна стійкість є основою кожного

підприємництва, то соціальна стійкість лише нещодавно набуває значення, особливо через погляди споживачів. Соціальна стійкість надає ваги правам фермерів і працівників, життю та добробуту тварин, з погляду споживачів продукції. Дослідження, які намагалися взяти до уваги екологічні аспекти, включають зміну клімату в оцінку стійкості систем тваринництва, особливо акцентуючи увагу на тому факті, що вразливість сільськогосподарської діяльності зростатиме внаслідок зміни клімату (Lovarelli et al., 2020).

На думку Neethirajan & Kemp (2021) можна багато переваг отримати від індивідуального зворотного зв'язку в режимі реального часу від фізичних активів на тваринницькій фермі. Технології, що створюють цифрових двійників корів мають потенціал радикально змінити модель ведення тваринництва, щоб майбутнє фермерство базувалося на даних у реальному часі, оброблених за допомогою аналізу штучного інтелекту, що потім може підштовхнути до кращих бізнес-рішень, покращити здоров'я та благополуччя тварин і максимізувати віддачу від сільськогосподарські ресурси. Додатковою перевагою є те, що дії можна виконувати дистанційно й не обов'язково перебувати на фермі.

Хоча технологія цифрових двійників у тваринництві все ще перебуває в зародковому стані, використання точного тваринництва (PLF) скористалося перевагами поточної технології для покращення управління добробутом тварин і, отже, виробництва продукції тваринництва (Neethirajan & Kemp, 2021).

Зростаючий попит на автоматизацію в тваринницькій галузі в поєднанні зі зростанням вартості робочої сили стимулює тенденцію до PLF. Насправді очікується, що ринок PLF значно зросте: з 3,1 мільярда доларів США у 2020 році до 4,8 мільярда доларів США у 2025 році [28].

Продемонстровані унікальні способи вирішення проблем у галузі тваринництва за допомогою PLF відкривають шляхи для впровадження технології цифрових двійників на тваринницьких фермах. Датчики для тварин, ключовий інструмент для розробки технології цифрових двійників,

уже використовувалися в PLF. Нижче наводимо кілька прикладів потенціалу сенсорних технологій як інструментів для цифрових двійників у тваринництві [31, 32, 33, 35]:

1) Теплові інфрачервоні датчики, які можуть вимірювати температуру тіла тварин, реєструючи рівень інфрачервоного випромінювання.

2) Датчики частоти дихання, які зазвичай складаються з пояса навколо грудної клітки (схожого на недоуздок) для вимірювання рухів грудної клітки та живота.

3) Імуносенсори, які можуть вивчати слину та піт, щоб забезпечити оцінку гормонів, таких як кортизол і лактат, у біологічних рідинах тварин. Це також призводить до неінвазивних тестів.

4) Фотоплетизмографія (PPG) використовує інфрачервоне світло для виявлення змін об'єму крові в мікросудинному руслі тканини. Це неінвазивний і економічно ефективний спосіб визначення змін об'єму крові.

5) Датчик із носовою стрічкою, також відомий як годинник Румі, який відстежує їжу та жування молочних корів, може допомогти фермерам ідентифікувати та контролювати стресових тварин.

6) Датчики потоку води можуть стежити за питною поведінкою великих стад тварин. Вважається, що вони дають точні рекомендації.

7) Акселерометри використовують електромеханічні сигнали для вимірювання сил прискорення, коли тварина рухається. Було доведено, що вони дуже точні в моніторингу діяльності та пересування тварин.

8) Крокоміри можуть об'єктивно вимірювати загальну кількість кроків, які кожна тварина робить за день, і обчислювати загальну відстань, яку вона пододала за допомогою алгоритму. Вони можуть допомогти визначити кульгавість і стрес.

9) Бездротові інtrarумінальні болюсні датчики, які вводяться через стравохід, були розроблені для моніторингу температури та значень рН рубця та ретикулума. Вони можуть допомогти виявити такі захворювання, як ацидоз рубця та гіпокальціємія.

10) Нарешті, існує можливість використовувати ці датчики та декілька інших у поєднанні один з одним, щоб відчувати численні точки стресу, хвороби чи фізичного болю [31, 32, 33, 35].

Застосування технології цифрових двійників у тваринництві починає з'являтися у наукових роботах та, як очікується, буде швидко розвиватися протягом наступних кількох років (Neethirajan & Kemp, 2021). Багатообіцяючими напрямками розвитку є:

1. Етологічні стани тварин. Використовуючи алгоритми машинного навчання генеративних змагальних мереж, фермери можуть генерувати в режимі реального часу тривимірні зображення своєї худоби як віртуального цифрового двійника. Вивчаючи такі речі, як положення вух і області очей, присутні на віртуальній моделі, фермери можуть краще передбачити поведінку тварин, передбачити стрес худоби та спостерігати ранні ознаки болю та хвороби (Neethirajan & Kemp, 2021).

2. Енергоменеджмент приміщення для тварин. Такі фактори, як температура, вологість і рівень аміаку, можуть суттєво вплинути на комфорт і здоров'я тварин, які годуються в приміщенні. Створивши цифрового двійника приміщення перед фактичним будівництвом, фермери можуть перевірити ефективність вікон, вентиляторів і обігрівачів у створенні оптимальних умов. Використовуючи моделювання в EnergyPlus і реальний комерційний свинарник у Кореї, дослідники створили цифрового двійника, щоб визначити найбільш енергоефективні вентилятори для встановлення. Дані про температуру та вологість збирали на фактичному свинарнику та використовували в моделюванні. Дослідники протестували різні потужності та положення вентиляторів і використали результати, щоб вибрати найбільш енергоефективне та ефективне рішення на основі отриманих результатів (Jo et al., 2019).

3. Спостереження за рухом пасовищної худоби. Використовуючи глобальні системи позиціонування (GPS) і технологію відстеження бездротової сенсорної мережі (WSN), тваринники можуть не тільки

ідентифікувати місцезнаходження конкретних тварин на великій території випасу, але також можуть спостерігати моделі та поведінку випасу. Крім того, якщо захворювання виявлено на ранній стадії, технологія відстеження дозволяє фермерам легко визначити, які тварини перебували в безпосередній близькості від хворої худоби, запобігаючи поширенню хвороби та втраті худоби (Park & Park, 2020).

4. Розуміння росту та розвитку молочних тварин. Цифрові двійники молочних корів можна використовувати для кращого розуміння етапів росту та розвитку тварини від теляти до дорослої особини. Багатоагентні технологічні платформи поєднують сенсорні та поздовжні дані для розробки фенотипових ознак тварин. Форма, поведінка та фізіологічні функції тварини можуть бути записані та використані для багатоагентного планування розвитку тварини та керування життєвими етапами та виробничими циклами (Neethirajan & Kemp, 2021).

5. Комп'ютерне бачення на основі штучного інтелекту для моніторингу худоби. Cainthus, ірландський стартап, використовує розумну систему камер для цілодобового спостереження за тваринами та роботою. У поєднанні з передовою технологією штучного інтелекту ця система камер перетворює ці візуальні дані в режимі реального часу в практичну інформацію, яку фермер може переглядати на телефоні, настільному комп'ютері чи мобільному пристрої. Американська сільськогосподарська компанія Cargill співпрацює з Cainthus для відстеження здоров'я худоби (Neethirajan & Kemp, 2021).

6. Доповнена реальність порівнює очікувану та фактичну поведінку тварин. Спостерігаючи за активністю свиней і курей і записуючи життєво важливі показники за допомогою сенсорної технології, фермери можуть розробляти нові рішення, використовуючи цифрові двійники, щоб передбачити та запобігти шкідливій поведінці, такій як кусання хвоста та клювання пір'я. Використовуючи дані в реальному часі та симуляції, фермери можуть передбачити, як свині та кури реагуватимуть на певне

середовище, а також на зміни в корівниках, загонах і популяціях. Технологія доповненої реальності дозволяє порівнювати прогнозовану та фактичну поведінку, надаючи розуміння для покращення добробуту худоби (Neethirajan & Kemp, 2021).

7. Високотехнологічні крокоміри виявляють цикли тепла для розмноження. У рамках проектів прискорювача SmartAgriFood і Fractals цифрові близнюки використовувалися для визначення рухів молочних корів за допомогою високотехнологічних крокомірів, що допомагає визначити, коли молочна корова перебуває в тічці та готова до розмноження. Такий моніторинг дозволить фермерам максимально підвищити ефективність зусиль штучного осіменіння (Verdoux et al., 2017).

Таким чином, розробка нових підходів до високотехнологічного «розумного» тваринництва є перспективним напрямом досліджень, яке в значній мірі може вплинути на ефективність ведення галузі.

## **1.2. Айрширська порода великої рогатої худоби**

Айрширська порода великої рогатої худоби виникла в графстві Айр в Шотландії до 1800 року. Округ ділиться на три райони Каннінгем, у більш північній частині, Кайл, який знаходиться в центрі, і Керрік, який утворює південну частину округу. Під час свого розвитку він іменувався спочатку як Данлоп, потім Каннінгем і, нарешті, Айршир. Яким чином різні породи великої рогатої худоби були схрещені, щоб утворити породу, відому як айршир, точно не відомо. Є вагомі докази того, що кілька порід були схрещені з місцевою худобою. У «Agriculture, Ancient and Modern», праці опублікованій у 1866 році описується тубільна худоба регіону як «дрібну за розміром, погано вгодовану та з малими надоями». До 1800 року велика рогата худоба Айрширу була чорною, хоча до 1775 року почали з'являтися коричневі та плямисті кольори [10].

Ймовірно, покращення місцевого поголів'я почалося приблизно в 1750 році, коли його схрещували з іншими породами. Основною породою, яка

використовувалася для поліпшення, було відріддя тівсотерського поголів'я, яке пізніше було значною мірою використане для формування породи шортгорн в Англії. Більша частина племінного поголів'я в Тівсотері походила від голландської або фламандської великої рогатої худоби, яка також була використана для формування голштинської породи. Тварини із Вестхема та покращені шортгорни ймовірно використовувались для удосконалення поголів'я айрширів на початкових етапах формування породи. Є також значні докази того, що худобу з Нормандських островів використовували для поліпшення скотарства у Айрширі. Заслуга шотландських фермерів у тому, що вони використовували будь-який доступний покращений поголів'я, який, на їхню думку, покращить їхню худобу для практичного використання в їхній місцевості [10].

Незалежно від деталей походження, селекціонерами на початковому етапі створення породи було проведено ретельну і кропітку роботу щодо схрещування та відбору різних порід великої рогатої худоби, результатом якої стало виведення айрширських корів. Порода добре підходила для використання у умовах клімату графства Айр. Вона ефективно використовує пасовища; відзначається міццю та ефективністю виробництва молока. Порода айршир особливо відрізняється гарною формою та відмінними функціональними властивостями вимені. Завдяки складу її молока воно ідеально підходить для виробництва масла та сиру. Айршири бувають червоними та білими, а чистокровні айршири дають лише червоно-біле потомство. Насправді червоний колір айрширів - це червонувато-коричневий відтінок, який варіюється від дуже світлого до дуже темного. У деяких биків колір червоних плям настільки темний, що здається майже чорним на відміну від білого. Втім у Англії немає обмежень у внесенні чистопорідних тварин до племінного реєстру айрширської породи через масть. Масть може варіюватись від майже повністю червоної до майже повністю білої. Кольорові плями зазвичай дуже нерівні по краях і часто невеликі і розкидані по всьому тілу корови. Зазвичай плями чіткі, з розривом між рудим і білим

волоссям. Деякі айршири демонструють плямистий малюнок червоної пігментації на шкірі, покритій білим волоссям. Тигрові та червоні кольорові візерунки колись були поширені в Айрширі, але сьогодні ці візерунки зустрічаються рідко [10, 63].

Протягом багатьох років «айрширські роги» були візитною карткою породи. Ці роги часто досягали 35 см або більше в довжину. При правильному рості вони вигинаються в боки, потім вгору і трохи назад. Такі роги були цікавими для заводчиків, у той час коли породу використовували для показових вистав. Проте, для молочної продуктивності такі роги були не дуже практичні, і сьогодні майже всі айршири є комолими [10].

Айршири — це велика рогата худоба середнього розміру і повинна важити понад 545 кг у момент зрілості. Це сильна, міцна худоба, яка пристосовується до всіх систем утримання, включаючи промислову технологію на молочних комплексах з безприв'язною системою та доїльними залами. Айршири відрізняються формою вимені і не схильні до надмірних проблем із копитами і ногами. Кілька інших порід можуть зрівнятися зі здатністю айрширів пастися і добувати собі їжу в несприятливих умовах годування або кліматичних умов. Айрширська велика рогата худоба буде працювати краще на пасовищах, ніж інші основні молочні породи, і, коли пасовища бідні, їм потрібно менше зерна, щоб підтримувати їх продуктивність. Суворість рельєфу та несприятливі кліматичні умови місць де порода була виведена зумовили відбір резистентних тварин. Ці риси роблять айрширів видатним товарним молочним поголів'ям [10].

Інші риси, які роблять айрширів привабливим для комерційних виробників молока, включають енергійність айрширських телят. Вони міцні, їх легко виростити. Ейрширські бички не схильні до утворення «жовтого жиру», який знижує вартість туші, тому айрширських бичків можна вигідно відгодовувати до великовагових кондицій [10].

Порода айршир особливо ціниться виробниками масла завдяки своїй жирномолочності [10]. Фактичний середній показник продуктивності для

всіх айрширів за офіційним тестом асоціації Dairy Herd Improvement Registry становить понад 5443 кг молока з вмістом жиру 3,9 %. Айршири реагують на належні методи утримання та годівлі, а окремі стада айрширів в середньому дають 7700 кг молока та 318 кг молочного жиру. Надої у кращих виробників молока, що розводять породу айршир регулярно перевищують 9000 кг за лактацію. Нинішній світовий рекорд для айрширської породи належить Lette Farms Betty's Ida. За 305 днів при дворазовому доїнні вона дала 16860 кг молока і 722 кг молочного жиру. Асоціація селекціонерів айрширської породи офіційно не визнає рекордів зафіксованих за лактацію понад 305 днів, але поза межами даної організації було зафіксовано рекордний надій 18600 кг молока та 817 молочного жиру за 365 днів [10].

На початку XIX сторіччя айрширська порода була завезена до Сполучених Штатів (Віндзор, Коннектикут). Це відбулось завдяки Генрі Хіллу приблизно в 1822 році. Фермери Нової Англії потребували дійної корови, яка б використовувала пасовища на кам'янистих почвах і була пристосована до холодних, часто суворих зим. Багато в чому умови середовища були дуже схожі з тими до яких тварини звикли у Шотландії, тому порода швидко поширилась на новому місці. Навіть сьогодні айрширська порода дуже популярний у Сполучених Штатах, а її стада тепер розташовані в усіх частинах даної країни, включаючи глибокий південь. На початку двадцятого століття айрширська порода відзначалася своїм надзвичайно хорошим екстер'єром. Старі фотографії айрширської худоби підтверджують цей факт. Протягом двадцятих і тридцятих років поблизу міст було створено багато айрширських стад. Деякі з цих господарств розливали та розповсюджували власне молоко. Наприкінці тридцятих років Асоціація заводчиків айрширської породи заснувала бренд «Підтвержене айрширське молоко». Програма служила меті просування породи, шляхом просування їх молока. Щоб отримати право маркувати молоко даним брендом, стадо повинно було повністю складатися з айрширів, а власник стада повинен був підтримувати найвищі стандарти здоров'я тварин. У рекламних матеріалах

того часу стверджувалося, що айрширське молоко має кращий смак. Також у них підкреслювався унікальний склад айрширського молока і його користь для здорового харчування, особливо для дітей і немовлят. Маркетинг молока, як і управління стадом, на сучасному етапі змінився, і програма «Підтвердженого айрширського молока» більше не діє. Однак цікаво відзначити, що методи програми «Підтвержене айрширське молоко» були дуже схожі на методи сучасних молочних маркетингових кампаній та можуть бути використані в подальшому для збереження породи та підвищення попиту на її продукцію в Україні [10].

На теперішній час, айрширська порода є загальноновизнаною і є корисною і прибутковою. При належному годуванні та догляді виробництво молока від айрширської корови буде ефективним і прибутковим для свого власника. Використовуючи сучасні інструменти покращення породи, такі як тестування ДНК, оцінку типових ознак і штучне осіменіння, селекціонер при роботі з айрширською породою може бути впевнений у тому, що його стадо буде відповідати вимогам сучасної молочної промисловості [10].

В дослідженнях [52] було встановлено, що за першу лактацію у корів айрширської породи, найвищий удій серед представників п'яти ліній становив 7193 кг у дочірнього потомства бика лінії K.Kelly 40347 і 7152 кг у Рейми 23597. Представники лінії K.Kelly 40347 перевершували корів інших ліній на 41-1172 кг кожна, Рейма 23597 перевершувала корів інших ліній на 326-131 кг. У другій лактації найбільш продуктивними виявилися корови лінії K.Kelly 40347, які виробили 7694 кг молока, що на 444-1086 кг більше за представників інших ліній. Молочна продуктивність корів третьої лактації варіювалася на рівні 6913-7519 кг, при цьому найвищий показник був у дочки бика генеалогічної лінії Рейм 23597. Вміст жиру в молоці корів першої лактації коливався в межах 3,85-3,96%, без чіткої залежності від удою та належності до лінії. Збільшення віку лактації не сприяло значному підвищенню вмісту жиру в молоці корів різного походження. Встановлено, що впровадження передової технології виробництва молока значно

підвищило молочну продуктивність айрширських корів і знизило вихід телят на 100 корів. Період лактації айрширських корів коливається від 374,2 до 444,2 днів, що свідчить про неможливість отримання отелень щорічно. Не було виявлено чіткої кореляції між тривалістю лактації та збільшенням віку корів при отеленні. Корови в першій, четвертій, п'ятій і шостій лактаціях мали менше 400 днів виробництва молока. Періоди другої, третьої, сьомої та восьмої лактації були тривалішими, тобто корови не осіменялися протягом тривалішого періоду після отелення [52].

В другій-восьмій лактаціях корови виробляли на 457-1731 кг молока більше, ніж у першій лактації, але чіткої тенденції до збільшення продуктивності зі збільшенням віку не спостерігалось. Було встановлено, що виробництво молока рівномірно збільшується до п'ятої лактації і коливається в наступні лактації. Водночас удій не збігався з періодом лактації. Так, у сьомій лактації (442,4 дня) було отримано 7539 кг молока, а в п'ятій лактації (389,8 дня) - 7364 кг. Інакше кажучи, різниця в 52,6 дня лактації знизилася удій корів лише на 175 кг. Водночас 7160 кг у другій лактації 429,5 дня і 7556 кг у третій лактації 396,3 дня, тобто різниця становила 396 кг, що дає перевагу останній, хоча після третього отелення корови лактували на 33,2 дня менше. Те ж саме стосується й інших періодів лактації: коефіцієнт кореляції між періодом лактації та надоєм за 305 днів становив -0,48: I період лактації - 0,487, II період лактації -0,047, III період лактації +0,318, IV період лактації - 0,515, V період лактації -0,319, VI період лактації +0,726, VII період лактації +0,726, VIII період лактації +0,856, що свідчить про наявність як слабкого, так і сильного зв'язку між показниками [52].

Таким чином, айрширська порода корів, хоча і була виведена відносно давно, є однією із ефективних порід у молочному скотарстві, яка поряд з достатньо високими надоями, відрізняється кращими показниками жирномолочності та якості молока, що вказує на перспективи її розведення, особливо у господарствах, що націлені на отримання молочних продуктів високої якості.

### 1.3. Органічне виробництво продукції молочного скотарства

Органічне виробництво молока набуває все більшого значення в Європі. Європейський Союз запровадив правила стандартизації органічного виробництва в усіх країнах-членах. Ринок органічної продукції постійно зростає і досі не досяг ринкової стабільності. Різниця в ціні органічних продуктів може підтримувати ферми в прибуткових умовах. У багатьох випадках ринок усе ще сприяє виробництву органічної продукції, через меншу її доступність. Існує велика кількість досліджень, які порівнюють органічні та традиційні системи тваринництва, але більшість із них ігнорує місцеві та специфічні фактори. Для органічного та традиційного землеробства характерні різні системи годівлі. Обмеження використання концентратів у кормовому раціоні знижує рівень виробництва молока. Якість молочних продуктів не змінилася в європейському молочному скотарстві завдяки застосуванню органічних правил. Вважається, що більш «природне» управління молочним виробництвом на органічних фермах покращує добробут і здоров'я тварин. Однак реальність не завжди схожа на це поширене переконання. Більше використання пасовищ порівняно з більш інтенсивною молочною системою для звичайних стад, безумовно, покращує добробут тварин, але через обмеження використання ліків в органічних системах здоров'я тварин не завжди покращується. Системи органічного землеробства є більш «дружніми до навколишнього середовища», ніж звичайне управління, особливо з огляду на нижчий потенціал евтрофікації органічних стад. Тим не менш, в органічному виробництві така ж кількість молока отримується при використанні більшої площі пасовищ [42].

Тим не менш, ринок органічних продуктів харчування зростає [42] і є перспективним. Багато авторів обговорювали майбутні ринкові можливості. Останнім часом зростаючі проблеми з безпекою продуктів тваринного походження підштовхнули, принаймні тимчасово, європейських споживачів купувати більше органічних продуктів харчування. Імідж безпечності

органічних продуктів харчування підвищує попит споживачів, тим самим стимулюючи виробництво органічних продуктів тваринного походження. Маркетинг цього продукту зростає, але експансія неоднорідна, оскільки на неї впливає епізодичний імідж кризи, що виникає в продуктах тваринного походження. За останні роки зросла обізнаність споживачів про органічні продукти харчування. Сьогодні споживачі більш досвідчені щодо якості та значення органічної їжі. Ставлення до продуктів тваринного походження різко змінилося в Європі за останні десятиліття, але, очевидно, існує велика різниця між країнами та всередині них. Узагальнюючи різноманітні погляди в різних регіонах Європи, можна стверджувати, що до 30 років тому занепокоєння щодо закупівлі м'яса в основному було пов'язане з ціною, але лише кілька років потому увага перемістилася до питань якості, здоров'я та дієти (Woodward, 1988). За останні 20 років проблема охорони здоров'я набувала дедалі більшої актуальності, про що свідчить довгий список епідемій у галузі виробництва продуктів тваринного походження: *Listeria*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, BSE, туберкульоз, чума свиней та ящур. Через увагу ЗМІ та проблеми з дієтою споживачі більше не вважають продукти тваринного походження здоровими продуктами. Органічні виробники повинні враховувати цю неймовірну зміну ставлення, щоб отримати частку ринку. Можна також показати, що органічне землеробство стимулювалося як реакція на різні проблеми зовнішнього вигляду продуктів тваринного походження. Сьогодні європейські споживачі вважають, що органічна їжа не містить залишків, вироблена екологічно чистим способом і з урахуванням добробуту тварин, має кращий смак і є більш здоровою. Оскільки органічні продукти харчування вважаються дорожчими у виробництві, вища ціна також вважається виправданою. Очевидно, що всі ці переконання науково не підтверджені, але це, здається, не має великого значення для споживачів (Kirk et al., 2002).

Стабільність ринку органічних продуктів ще не досягнута, оскільки, хоча деякі обмеження все ще залишаються, споживчий попит на органічні

продукти харчування в Європі все ще зростає [42]. Статистика ЄС показує, що зростання органічного сільського господарства незмінно становило близько 25% на рік протягом десятиліття. Згідно з аналізом ринок органічних продуктів харчування становить 7–8% від загального обсягу. продовольчий ринок у Сполученому Королівстві вартістю понад 1 мільярд, тоді як у 1993 році він становив лише 100 мільйонів. В Італії тенденція з 1992 до 2000 року для виробництва кормових площ, призначених для органічного розведення великої рогатої худоби, зросла в 32 рази, з 8128 до 265 000 га (Pirani and Gaviglio, 2002). Більш детальний аналіз цієї тенденції показав, що після вступної стадії спостерігалось постійне — але не дуже високе — зростання на 56 500, а потім була стадія розвитку з дуже високим зростанням. Рівень придатних для використання сільськогосподарських площ в ЄС, призначених для органічного землеробства, становив 10% у 2005 року та 30% у 2010 році. Однак у випадку органічного молока ця ціль важко досягається оскільки корови з органічного виробництва виробляють на 20–30% менше молока за лактацію. Обмеження та потенційні можливості цього конкретного ринку необхідно враховувати, щоб збільшити частку ринку органічних продуктів харчування в Європі. Аналіз лімітів проводився шляхом опитування споживачів в Ірландії. Існуючі причини негативного ставлення до органічної продукції – це ціна, менша доступність і відсутність особливої цінності, яку відчувають багато споживачів. Негативне ставлення європейських споживачів зменшувалося при переході від низького до високого рівня освіти та при переході від низького до високого рівня доходу. Крім того, великого значення набуває місце проживання та частота купівлі продуктів у супермаркетів. Проблема доступності, здається, для деяких дослідників, є найважливішою межею для розширення ринку органічних продуктів харчування. Думка про те, що обмеження доступності важливіше, ніж обмеження ціни, вказує на перспективи, оскільки серед тих, хто фактично не купує, є багато споживачів, які мають проблеми з пошуком органічних продуктів харчування [42].

Більша доступність органічних продуктів харчування майже автоматично перетворить згадану категорію споживачів на покупців. Економічні аспекти органічних продуктів перешкоджають низькій мінливості вхідних витрат і нижчій продуктивності рослин і тварин. Проте було добре задокументовано, що валовий прибуток і доходи ферм все ще вищі, ніж у звичайних системах землеробства. Економічний аспект і постійність попиту мають вирішальне значення для стійкості кожної органічної ферми разом із екологічною надійністю та технічною здійсненністю. Екологічний аспект також є дуже важливим для стратегій ЄС щодо загальної ролі сільського господарства у збереженні навколишнього середовища. Для конкретної системи управління, необхідної в органічному землеробстві, фермерам, які використовують органічні системи тваринництва, часто допомагає державне фінансування (як у Швейцарії) [42].

Технічно системи органічного виробництва мають інші потреби в управлінні по відношенню до звичайних систем, але велика проблема пов'язана у першу чергу з економічними аспектами, оскільки стійкість органічного тваринництва в основному зумовлена наявністю різниці в ціні з продуктами зі звичайних ферм. Чи вдасться зберегти цю різницю, є головним питанням для майбутньої системи органічного тваринництва. Органічне землеробство загалом і органічне тваринництво зокрема можуть створювати додаткові доходи в умовах, коли важко підтримувати бізнес і, отже, повну зайнятість. Органічне землеробство допомагає підтримувати, якщо не розширювати, зайнятість у сільській місцевості. Багато прикладів несприятливого розташування сільського господарства було відроджено завдяки прийняттю органічного землеробства. Це створює хороші приклади для наслідування в майбутньому. Останнє актуально, особливо для малих фермерських господарств, нішевих видів діяльності та ферм у гірських регіонах. Іноді позитивна тенденція виробництва органічного молока протягом багатьох років не виконується через ринкові проблеми з низьким споживчим попитом, високою собівартістю виробництва, браком засобів

виробництва або іншими більш специфічними місцевими причинами. Приклад Швейцарії може бути поясненням деяких із перелічених проблем. Загальний обсяг органічного молока, виробленого в Швейцарії, становить 0,15 Мт/рік, що становить менше 5% загального національного виробництва молока (3,2 Мт/рік молока). Органічне молоко в основному виробляється на пагорбах. Сьогодні швейцарські виробники стикаються з надлишком органічного молока відносно споживчого попиту, що створює серйозні економічні проблеми, які не повністю покриваються зниженням витрат виробництва та субсидіями з боку держави [42].

Дослідження органічного тваринництва в останні кілька років зосереджено на зростаючому інтересі до цього типу вирощування тварин [42]. Реальні відмінності між звичайним і органічним тваринництвом сприяють різним цілям дослідження. У зв'язку з тим, що органічне землеробство тісно пов'язане з середовищем, у якому воно працює, дослідницькі цілі органічного тваринництва є різними для кожного регіону та застосовуються до системи управління тваринництвом. Спроба виявити відмінності у складі молока, виробленого на органічних і традиційних молочних фермах, була описана Pirisi та ін. (2002). Молоко аналізували з обох систем: органічної системи, в якій тварини їдять корми, удобрені згідно з правилами ЄС для органічного виробництва, і корми, удобрені звичайним способом. Виявлено відмінності за надоїми; було виявлено вищу продуктивність молока на гектар кормів завдяки вищій продуктивності кормів у звичайних системах. Склад молока був подібним, за винятком більшого виробництва казеїну для традиційної системи. Тим не менш, сирний потенціал молока з органічних або звичайних молочних систем був однаковим. Виявлено, що надої молока у за традиційної системи утримання вищі, ніж у органічних, через нижчу ефективність використання енергії через дисбаланс енергії та білка в раціоні групи тварин, які годуються органічними продуктами. Weller (2002) провів інше порівняння між двома системами органічного молочного скотарства: однією з високою щільністю поголів'я з

використанням привезених концентратів, а іншою – системою самозабезпечення. Очевидно, що самодостатня система створює більше проблем для енергетичного балансу, спричиняючи зниження виробництва молока та більше проблем зі здоров'ям після отелення та зниження репродуктивної продуктивності. Weller (2002) також показав, що існує велика різниця між коровами в системах, і коли порівнюється продуктивність систем органічного молока, різниця, яка існує між окремими коровами, є такою ж значною, як різниця між породами.

Органічне тваринництво чітко спрямоване на досягнення високого рівня здоров'я та добробуту тварин [23]. Дійсно, переконання в тому, що високий рівень здоров'я та добробуту тварин досягаються при органічному виробництві, є важливою рушійною силою купівлі споживачами органічних продуктів тваринництва. Презумпція регулярного досягнення хорошого стану здоров'я та добробуту також відображена в органічних правилах ЄС. Регламент (ЄС) 834/2007, наприклад, вимагає, щоб здоров'я та добробут тварин досягалися шляхом задоволення поведінкових потреб тварин, забезпечення належного та відповідного утримання, забезпечення високоякісними кормами та впровадження належної практики господарювання. Багато приватних органічних торгових марок, наприклад, Bioland (Німеччина), KRAV (Швеція) і Bio Cohérence (Франція), забезпечують дотримання стандартів вище цих мінімумів ЄС. Однак ці приватні торгові марки також обмежуються встановленням стандартів через специфікацію вимог щодо ресурсів та управління. У той час як покращені рівні введення ресурсів і визначені зобов'язання щодо управління можуть надати тваринам розширені можливості для виконання природної поведінки (наприклад, випас на пасовищі та комфортний відпочинок у стійлах) і покращити афективні стани (наприклад, шляхом зменшення хворобливих процедур і забезпечення комфортного середовища), просте надання більшої та кращої кількості не гарантує покращення фізіологічного здоров'я. Тому не дивно, що здоров'я тварин було визначено як основний ризик для добробуту

в органічних системах тваринництва. Такий стан речей становить значний ризик для сприятливого іміджу органічного сільського господарства, що сприятиме добробуту; ризик, який зростає разом із зростанням сектора, а також зростаючим домінуванням органічних фермерів, мотивованих економічними, а не ідеологічними міркуваннями [45].

Замість того, щоб покладатися виключно на встановлення стандартів і моніторинг вхідних ресурсів, органічний сектор, як засіб для більшого досягнення цих суспільних благ, міг би також забезпечити дотримання стандартів, орієнтованих на результат, і контролювати відповідність за допомогою показників, які безпосередньо вимірюють стан здоров'я та добробуту. Досягнуте таким чином поліпшення здоров'я та добробуту тварин збереже довіру споживачів до органічної концепції. Особливий виклик для законодавців у сприянні таким розробкам полягає в тому, що концепція органічного землеробства була розроблена учасниками ринку, включаючи виробників, і підтримувалася споживачами через спеціалізовані ринки. Деякі стверджують, що з цієї причини уряд не має права в односторонньому порядку змінювати законодавчі вимоги органічного тваринництва, а радше повинен працювати з відповідними приватними зацікавленими сторонами або через них, щоб зберегти цілісність концепції [23].

Визначення порід, які найкраще підходять для органічного виробництва, є предметом багатьох дискусій [40]. Породи або лінії тварин слід вибирати, щоб уникнути специфічних захворювань або проблем зі здоров'ям, пов'язаних з органічним виробництвом. Основне занепокоєння пов'язане зі здатністю високопродуктивних порід адаптуватися до органічного середовища, що характеризується меншим споживанням енергії та білка та обмеженим використанням антибіотиків. Стійке органічне тваринництво також має бути адаптоване до місцевих умов, і різні типи тварин можуть знадобитися для різних виробничих ситуацій. Органічне молочне скотарство є молодим сектором, що розвивається, і пошук відповідних порід великої рогатої худоби знаходиться на ранній стадії.

Також бракує достовірної інформації про якість та продуктивність порід і схрещувань для органічного виробництва [40].

Загально визнано, що місцеві породи більш міцні та генетично краще пристосовані до навколишнього середовища, ніж промислові породи, такі як голштино-фризькі корови [49]. Корови локальних порід, до яких відноситься і айширська добре пристосовуються до органічних систем, оскільки використовують корм нижчої якості, більш стійкі до кліматичних навантажень і більш стійкі до місцевих паразитів і хвороб, ніж голштино-фризькі корови. Використання місцевих порід також зберігає генетичне біорозмаїття видів. Такі породи можна зберегти для майбутніх поколінь фермерів шляхом повторного введення їх у системи органічного землеробства. Крім того, вирощування автохтонних порід може субсидуватися ЄС або регіональними урядами для збереження генетичних ознак або культурної спадщини (Регламент Комісії (ЄС) № 702/2014 2014) і може використовуватися як маркетинговий інструмент.

Було проведено кілька досліджень [49] для оцінки продуктивності інших чистих порід порівняно з голштино-фризькою в системах органічного молочного скотарства. Найповніше дослідження на сьогоднішній день було проведено в Нідерландах із вісьмома різними породами: голштино-фризька, голландська фризська, коричнева швейцарська, монтбельярдська, джерсейська (вважаються молочнопридатними породами) і породи з подвійною здатністю гронінгенська білоголова, Маас Рейн Іссель і Fleckvie. В умовах дослідження голштино-фризька порода давала найвищі надой молока, за нею йшли коричнева швейцарська і монтбельярдська (90 і 82% виробництва молока голштино-фризької породи відповідно), тоді як корови джерсейської породи дали найнижчу продуктивність (61%). Проте вміст білка та жиру в коров'ячому молоці джерсейської породи був набагато вищим, ніж у молоці голштино-фризької породи (лише Fleckvie отримав нижчі бали). Крім того, SCC (показник якості молока) був вищим (гіршим) у коров'ячому молоці Джерсі, ніж у молоці інших порід, як було виявлено в

інших дослідженнях, проведених у звичайних системах. Оцінка репродуктивної продуктивності показала, що корови породи гронінгенська білоголова і Fleckvie отримали найвищі бали за плодючість, тоді як корови голштино-фризької та бурої швейцарської породи отримали найнижчі бали.

Подібні результати були отримані в дослідженні, проведеному в Швейцарії (Roesch et al., Reference Roesch, Doherr and Blum 2005) для оцінки продуктивності молочних корів за органічного виробництва (за участю 60 ферм із різноманітністю породи 55,1% голштино-фризька × флеквіє, 19,7 % голштино-фризької, 18,8 % Fleckvie та 6,4 % коричневої швейцарської, джерсійської та монбельярдської). Порода сильно вплинула на надої: корови породи Fleckvie давали мало молока, тоді як чистопородна голштинська худоба і корови інших порід (монбельярд, бура швейцарська і навіть джерсійська) давали відносно великі обсяги молока.

У дослідженнях, проведених в Австрії, порівнювали лише бурих швейцарських і голштино-фризьких корів (Horn et al., 2012); голштино-фризькі корови, включені в дослідження, були відібрані за їх репродуктивними характеристиками, а бурі швейцарські корови вирощувалися за звичайними системами. Цікаво, що бурі швейцарські корови виробляли більше молока з вищим вмістом жиру та білка, але демонстрували нижчу репродуктивну ефективність (вимірювану як інтервали між пологами), ніж голштино-фризькі корови. Автори дійшли висновку, що голштино-фризькі корови можуть бути відібрані для використання в системах, заснованих на пасовищах, хоча і за рахунок зниження виробництва молока. Результати цього дослідження можуть здатися суперечливими, але вони лише підтверджують той факт, що важливі як порода, так і тип відбору. Незалежно від порід, які використовуються в органічному молочному скотарстві, конкретні відібрані корови повинні бути адаптовані до конкретних умов навколишнього середовища та умов утримання. Саме цим обумовлена перспективність розведення айрширської породи корів за інноваційних та органічних технологій.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Характеристика бази досліджень

Рік заснування господарства – 1930.

Розміщення господарства. Державне підприємство „ДГ ім. Декабристів” розміщене у Миргородському районі Полтавської області на відстані 120 км від обласного центру та в 26 км від районного центру. Найближча до господарства залізнична станція знаходиться у м. Миргород.

Кліматична характеристика території де розміщено господарство є типовим для Полтавської області помірно-континентальний. Характеризується холодними зимами та жарким літнім періодом. Зволеження нестійке, літом бувають засухи. Найбільш холодним місяцем у даній місцевості є січень, середньомісячна температура у цьому місяці знаходиться на рівні  $-3,7^{\circ}\text{C}$ , слід відзначити, що порівняно із даними спостережень з 1961-1989 років, середньомісячна температура у січні підвищилась на  $2,9^{\circ}\text{C}$ , оскільки раніше вона становили  $-6,6^{\circ}\text{C}$ . Найбільш жарким місяцем на території розміщення господарства є липень, середньомісячна температура за останні 30 років знаходиться на рівні  $21,4^{\circ}\text{C}$ , що на  $0,7^{\circ}\text{C}$  більше ніж було зафіксовано впродовж періоду з 1961 по 1989 роки.

За рік у середньому випадає 500 мм опадів, у тому числі сніг може випасти починаючи з листопада і тримається до третьої декади березня, у середньому висота снігового покриву може досягати 20 см, при глибині промерзання до 70 см. Сучасною проблемою агрокліматичною проблемою даної території є те, що недостатні запаси води у ґрунті, сильні вітри, значна глибина залягання ґрунтових вод (на рівні 10-20 м) та досить значні коливання температури призводять до висушування покриву, що тягне за собою зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Галузь тваринництва у ДП «ДГ ім. Декабристів». У господарстві розводять різні види сільськогосподарських тварин, у тому числі свиней,

овець, птицю (курей та перепелів), коней, 100 бджолосімей, проте основною тваринницькою галуззю є молочне скотарство – господарству присвоєно статус племінного репродуктора з розведення айрширської породи великої рогатої худоби.

Чисельність племінного поголів'я великої рогатої худоби айрширської породи пробонітована станом на 01.01.2022 року наведена у таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1*

**Чисельність племінного поголів'я стада айрширської породи  
у ДП «ДГ ім. Декабристів»**

Група тварин	Чисельність поголів'я
Корови	543
Телиці у віці до 12 місяців	155
від 12 до 18 місяців	95
старше 18 місяців	99
Разом	892

## **2.2. Методи досліджень**

Оцінку молочної продуктивності корів дойного стада проводили за надоєм за 305 днів лактації (кг); середньодобовим надоєм за лактацію (кг); вмістом молочного жиру у молоці (%); кількістю молочного жиру (кг); вмістом та кількістю білку у молоці (% та кг).

Біометричну обробку отриманих результатів проводили згідно методик викладених Лакіним Г. Ф. [59] за використання засобів комп'ютерної програми MS Excel 2016.

Економічна оцінка проведених досліджень проводилась за методикою визначення економічної ефективності зоотехнічних експериментів [60] на основі бухгалтерського обліку господарства ДП «ДГ ім. Декабристів».

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Аналіз стада айрширської породи в ДП «ДГ ім. Декабристів» за даними відомості бонітування

Племінне стадо дослідного господарства представлено 543 чистопорідними коровами айрширської породи, з яких 27,4 % оцінені класом еліта-рекорд та ще 32,6 % – класом еліта, що свідчить про високу якість материнського поголів'я. Вимогам першого класу відповідає 40,0 % корів дійного стада (табл. 3.1).

*Таблиця 3.1*

#### Породний і класний склад стада айрширської породи, голів

Група тварин	Усього оцінено	У тому числі			
		чисто-породні	розподілено за класом		
			еліта-рекорд	еліта	I
Бугаї	-	-	-	-	-
Корови	543	543	149	177	217
Телиці у віці до 12 місяців	155	155	-	112	43
від 12 до 18 місяців	95	95	-	86	9
старше 18 місяців	99	99	29	70	-
Разом	892	892	178	445	269

У структурі стада дійні корови займають 60,9 %, решта приходить на телиць різного віку, що свідчить про достатній потенціал для саморемонту стада. У стаді ведеться досить жорсткий відбір племінних телиць для відтворення, серед телиць віком до 12 місяців до класу еліта віднесено 72,3 % голів, у віці від 12 до 18 місяців частка телиць оцінених класом еліта складає вже 90,5 %, і лише 9,5 % було оцінено першим класом. Тоді як, серед телиць старшого віку (18 місяців і старше) тварин, що не відповідають класу еліта

немає взагалі: 70,7 % телиць оцінено класом еліта, а 29,3 % телиць отримали оцінку «еліта-рекорд».

Слід зазначити, що в дійному стаді та серед телиць немає позакласних або навіть другокласних тварин. Відсутність племінних бугаїв пояснюється застосуванням методів штучного осіменіння з використанням замороженої сперми від племінних тварин айрширської породи найвищої якості: 4 бугаї перевірені за якістю потомства (табл. 3.2-3.3).

Таблиця 3.2

**Оцінка племінної цінності за будовою тіла бугаїв-плідників айрширської породи, сперма яких використовується для штучного осіменіння корів стада**

Бугай-плідник	LPI	Ознаки будови тіла					
		досто- вірність	конст итуція	вим'я	кін- цівки	моло- чний тип	крижі
MODEM	2722	98	+6	+6	+5	+3	+1
JUPITER	2711	97	-1	-1	-1	0	-1
POKER	2350	97	+3	-3	+11	+2	+3
NORMANDIN	2110	98	+3	+4	0	-1	+2

Таблиця 3.3

**Оцінка племінної цінності за продуктивністю бугаїв-плідників айрширської породи, сперма яких використовується для штучного осіменіння корів стада**

Бугай-плідник	LPI	Оцінка показника продуктивності					
		повторю- ваність	надій	к-ть жиру	к-ть білку	% жиру	% білку
MODEM	2722	99	+182	+18	+22	+0.15	+0.20
JUPITER	2711	99	+591	+22	+24	-0.02	+0.05
POKER	2350	98	-87	+10	+10	+0.18	+0.16
NORMANDIN	2110	99	+229	-6	+4	-0.19	-0.04

З таблиць 3.2 та 3.3 можемо побачити, що майже всі бугай-плідники айрширської породи сперму яких використовують для осіменіння є покращувачами як за типом будови тіла, так і за молочною продуктивністю. За надоями та кількістю молочного жиру й білку кращим є бугай JUPITER, а за відсотком жиру у молоці найкращу оцінку отримав бугай-плідник POKER.

Корови дійного стада у ДП «ДГ ім. Декабристів» є відносно молодими за віком, проте мала частка корів з 6-9 отеленнями та відсутність корів з 10 і більше отеленнями з одного боку позитивно характеризує рівень селекційної роботи в стаді (швидка зміна поколінь), з іншого боку вказує на можливі проблеми з тривалістю продуктивного довголіття дійних корів стада та їх передчасну вибраковку (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

#### Аналіз розподілу корів за кількістю отелень

Показник	n	У тому числі кількість голів за отеленнями						
		1		2	3	4-5	6-9	10 і старше
		усього	у т.ч. із закінченою лактацією					
Все стадо	543	238	13	120	91	75	19	-
Питома вага, %	100	44	2	22	17	14	3	-
Селекційне ядро, голів	72	12	2	20	21	8	11	-

Майже половина стада (43,8%) складається з корів-первісток, більшість з яких ще не закінчили першу лактацію. Дослідження [63] показують, що корови зазвичай досягають піку виробництва молока після третього отелення, тож основним завданням під час роботи з цим стадом є поліпшення «продуктивного довголіття» корів. Найбільш продуктивний період життя

корови припадає на третє-п'яте отелення, водночас у даному стаді тільки 31% корів відноситься до цієї категорії.

Вік першого отелення впливає на удій і подальші репродуктивні показники [63]. У державному підприємстві "Дослідне господарство імені Декабристів" цей показник становить у середньому 25 місяців у стаді та 26 місяців у племінному ядрі, що є оптимальним для айрширської породи.

Характеристика молочної продуктивності та живої маси корів для оцінюваних тварин наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

### Молочна продуктивність і жива маса корів

Група корів	n	Надій, кг	Вміст та кількість				Жива маса, кг	
			молочного жиру		молочного білка			
			%	кг	%	кг		
Середнє по стаду	326	7396	3,89	288	3,01	223	538	
за лактаціями	1	120	7293	3,90	282	3,01	218	531
	2	91	7423	3,89	289	3,01	224	541
	3 і >	115	7537	3,89	293	3,01	227	545
у т.ч. селекційне ядро	72	7337	3,89	285	3,01	221	538	
за лактаціями	1	30	7283	3,89	283	3,01	219	529
	2	22	7340	3,87	284	3,01	221	545
	3 і >	20	7415	3,90	289	3,01	223	542

У ДП «ДГ ім. Декабристів» приділяють велику увагу не тільки молочної продуктивності корів, але і їх добору за формою вимені та інтенсивністю молоковіддачі, результати оцінювання корів племінного стада за цими показниками наведено у таблиці 3.6.

Оцінка великої рогатої худоби за типом статури також має велике значення: На рисунку 3.1 зображено типову айрширську корову в умовах ДП

«ДГ ім. Декабристів», а в таблиці 3.7 наведено результати оцінки великої рогатої худоби за типом будови тіла.

Таблиця 3.6

**Результати оцінювання корів-первісток за формою вимені та інтенсивністю молоковіддачі**

Показник	n	Форма вимені		Інтенсивність молоковіддачі, кг/хв.				
		ванно-подібне	чашо-подібне	< 1.5	1.5-1.79	1.8-2.19	2.20 та >	Середня
Голів	120	62	58	-	27	85	8	1,93
Відсотки	100	52	48	-	23	71	6	x



Рис.3.1. Типова корова айрширської породи в ДП «ДГ ім. Декабристів»

Таблиця 3.7

**Зведені результати оцінки корів за будовою тіла**

Група тварин	Од. виміру	n	У т. ч. кількість голів з оцінкою					
			відмінно	дуже добре	добре з +	добре	задовільно	незадовільно
Корови	голів	543	220	252	71	-	-	-
	%	100	41	46	13	-	-	-
у т. ч. первістки	голів	120	43	47	30	-	-	-
	%	100	36	39	25	-	-	-

Селекційна робота в цьому стаді та відбір придатних для розведення тварин дозволила отримати групу тварин-рекордисток з відмінною продуктивністю для айрширської породи. Показники продуктивності та живої маси «корів-рекордисток» наведені в таблиці 3.8.

Популяція айрширської великої рогатої худоби характеризується стабільними і високими показниками молочної продуктивності в межах 6,0-6,2 тис. кілограмів молока та вмістом жиру і білка в молоці відповідно 3,98 і 3,23 %, невибаглива до умов годівлі та утримання, стійка до різних інфекційних захворювань. Молочна рогата худоба айрширської породи за своїми генотиповими та продуктивними ознаками задовольняє виробничі потреби вітчизняних виробників молока і використовується в багатьох регіонах [46]. Водночас розвиток молочного скотарства зумовлює необхідність створення сучасних, консолідованих та однорідних екстер'єрно-конституційних ознак. Цього можна досягти шляхом удосконалення селекційно-технологічних характеристик айрширської породи великої рогатої худоби.

Лінійна оцінка екстер'єру корів айрширської породи [46] показала, що контрольні показники за основними групами ознак (маса тіла, стан кінцівок, показники вимені, екстер'єр тварин) були в межах 5,00-5,90 балів. Найбільш

близькими до бажаних значень технологічними ознаками при селекції є розташування задніх сосків та товщина плюсової кістки.

Таблиця 3.8

**Молочна продуктивність та жива маса корів-рекордисток  
стада ДП «ДГ ім. Декабристів»**

Кличка та ідент. номер	№ лак- тації	Надій	Вміст та к-ть				Жива маса, кг
			молочного жиру		молочного білка		
			%	кг	%	кг	
Корівка UA8011540997	1	9717	3,85	374	3,01	292	540
Капля UA5300530646	2	9698	3,67	356	3,13	304	535
Бубна UA8011540834	2	9697	3,91	379	3,00	291	560
База UA5300530663	3	9357	3,78	354	3,02	283	530
Зерниста UA8011540622	2	9316	3,84	358	3,01	280	535
Неміда UA8011540483	2	9258	3,85	356	3,00	278	560
Болгарія UA5300481177	3	9214	3,65	336	2,92	269	545
Чечня UA8010769489	1	9208	3,96	365	3,02	278	560
Афіна UA5300401842	6	9184	3,8	349	3,02	277	540
Радуга UA8010769189	3	9179	3,9	358	3,00	275	550
Зара UA8011540543	1	9120	3,98	363	3,04	277	560
Ямка UA8012510836	1	9082	3,9	354	3	272	545

До ознак які мають середньо (нейтральну) оцінку відносяться характеристика руху, ріст, нахил крупа, довжина передніх сосків, довжина крупа, глибина вимені, задні ноги, кутність ребер. Оцінки нижче 5 балів і потреба в покращенні шляхом селекції: ширина крупа, розміщення передніх

сосків, ширина і висота прикріплення вимені, прикріплення передньої частини вимені, стан скакального суглоба, стан копит, задні кінцівки, ширина грудей. Аналіз фактичного та бажаного профілю айрширської породи показав, що для досягнення бажаних параметрів необхідно було б підвищити у племінних стадах такі ознаки: довжина тулубу має покращитися на + 1,3 бали; ширина грудей +1,7; глибина грудей +1,5; кутність ребер +1,9; задні кінцівки, вид ззаду +1,2; задні кінцівки, вид збоку + 1,5; кут нахилу копит +1,7; стан скакального суглоба +2,3; товщина плюсової кістки +2,7; передне кріплення вим'я + 2,9; висота кріплення вимені + 2,5; ширина прикріплення вимені + 2,2; глибина вимені +2,3; розміщення передніх сосків + 2,3; довжина передніх сосків +1,1; розташування задніх сосків +0,4; кут нахилу крупа +1,6; ширина крупа +1,9; вгодованість +0,8 [46].

Основні недоліки екстер'єру корів стада ДП «ДГ ім. Декабристів» пов'язані зі зниженням технічних характеристик вимені після другого отелення та загальною градацією деяких характеристик (центральна зв'язка вимені, глибина і висота з'єднання вимені з тулбом). Тому, при підборі корів до бугаїв слід звертати увагу на покращення стану вимені та ніг матері.

### **3.2. Моніторинг фізіологічного стану корів, етології телят та раннє виявлення можливих проблем із здоров'ям за використання діджиталізації**

Інтернет речей (IoT) мав великий вплив на сільське господарство з моменту його застосування в цьому секторі [20]. У ДП «ДГ ім. Декабристів» широко використовуються інтелектуальні технології у сільському господарстві та впроваджуються найсучасніші технології для інтелектуального сільського господарства, включаючи інтернет речей та штучний інтелект. У даній роботі висвітлено виклики інтелектуальних технологій для сільського господарства, висвітлено проблеми, визначені в існуючій структурі SMART тваринництва та запропоновано подальші дослідження для покращення поточного виробництва продуктів харчування в

господарстві, щоб забезпечити краще управління виробництвом та заходи сталого розвитку.

Розумні технології в тваринництві сприяють нарощуванню виробництва, оскільки автономні системи більш ефективно керують виконавчими механізмами, покращують інтенсивність виробництва, контролюють використання ресурсів і забезпечують відповідність продукції вимогам ринку, максимізуючи прибуток і мінімізуючи собівартість. Розумне тваринництво означає використання таких технологій, як IoT, для моніторингу моделей поведінки худоби, розташування тварин усередині та поза межами фермах, збільшення виробництва продукції тваринництва

Для корів і телят у господарстві використовують бездротові нашийники із датчиками, які постійно підключені до хмарного комп'ютера і передають дані від тварини під час переміщення в межах ферми (рис. 3.2-3.3).



*Рис. 3.2. Нашийник з датчиком на теляті*



*Рис. 3.3. Нашийники з датчиками на коровах*

Існують різні системи нашійників для моніторингу поведінки корів, одним із найбільш поширених є система ідентифікації корів Lely Qwes, розроблений компанією SCR (рис. 3.4).

Система включає нашійник і програмне забезпечення, яке обробляє та зберігає дані з датчиків для ідентифікації корів та вимірювання їхньої активності; додатковою особливістю системи Qwes-HR є те, що вона також вимірює активність жування, що є показником стану здоров'я корови. Загальна активність вимірюється за допомогою акселерометрів, а не традиційного ртутного індикатора, що використовується в таких випадках. Ртутні індикатори вже заборонені в багатьох країнах. Система характеризується високим ступенем точності в наданні інформації про поведінку худоби, оскільки активність худоби відстежується з двогодинним

інтервалом щодня: технологія моніторингу часу жуйки, надає дані про стан здоров'я кожної окремої корови.



*Рис. 3.4. Система ідентифікації корів Lely Qwes [64]*

Раптове зниження активності жування порівняно з нормальним часом жування може вказувати на поганий апетит, перегодовування концентратами на кілограм фактичного грубого корму, стан охоти або хворобу. Система моніторингу також сумісна з роботизованими системами доїння. Основною перевагою системи є те, що інфрачервоний ідентифікаційний блок, що завантажує інформацію, може бути розміщений у кількох місцях корівника, зокрема ззовні роботизованої системи доїння, у доїльній залі та біля поїлки. Датчики мають вбудований акселерометр, мікропроцесор і пам'ять для запису загальних показників активності. Ці показники кількісно оцінюють рухи великої рогатої худоби, такі як ходьба, біг, лежання, вставання та рух головою. Показники активності зберігаються окремо в пам'яті датчиків кожні дві години. Такий роздільний запис даних дає змогу молочним фермерам відстежувати активність корів у часі з високим ступенем точності, незалежно від інтервалу між показаннями. Ця додаткова інформація разом з керуючим програмним забезпеченням також дає змогу відрізнити незвичайну активність, пов'язану зі статевим потягом, від інших видів діяльності,

наприклад, випасання. Датчики на нашійниках можуть зберігати дані протягом 24 годин.

Впровадження інноваційних систем моніторингу за поведінкою корів супроводжувалось переходом на не безприв'язну систему утримання, що сприяло покращенню благополуччя тварин (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Система утримання корів у ДП «ДГ ім. Декабристів»**

У державному підприємстві «Дослідне господарство імені Декабристів» використовують Heatime - автоматизовану систему, що відстежує стан здоров'я, лактацію і фізіологію корів і може визначати стан охоти в 98% випадків без втручання людини, а також попереджувати спеціалістів про можливі проблеми зі здоров'ям, виявлені датчиками жування і руху. Система також може попередити фахівця про можливі проблеми зі здоров'ям, виявлені датчиками жування і руху.

Автоматична система моніторингу здоров'я також застосовується і для телят. Система називається "CalfMonitoring", і її сенсорна частина встановлюється на огорожі, як показано на рис. 3.6.



*Рис. 3.6. Датчик CalfMonitoring прикріплений до огорожі клітки*

Оптичні датчики у встановленій сенсорній частині реєструють поведінку теляти й передають інформацію в комп'ютерну систему, яка за допомогою спеціального програмного забезпечення визначає поведінкові ознаки, що вказують на сприйнятливність теляти до хвороби. Цю інформацію негайно надсилають ветеринару за допомогою push-повідомлення, який потім ухвалює рішення щодо необхідних заходів для запобігання втрат.

Поліпшення благополуччя тварин та застосування сучасних технологій доїння, про що буде сказано далі, сприяло підвищенню відтворювальної здатності й продуктивності корів та покращило економічну ефективність молочного скотарства.

### **3.3. Автоматизація та роботизація технологічних процесів у галузі молочного скотарства в ДП «ДГ ім. Декабристів»**

Офіційне відкриття сучасної доїльної зали (вартістю 21,8 млн гривень) у ДП «ДГ ім. Декабристів» відбулось у 2019 році [61]. Розрахована доїльна зала на тисячу корів і здатна обслуговувати 32 корови одночасно (рис. 3.7).

Доїльна зала допомагає оптимізувати роботу операторів, під час доїння традиційними методами операції проводяться в положенні сидячи або навпочіпки, тоді як у доїльній залі оператори стоять нижче рівня підлоги на якій знаходяться корови. При традиційній системі, процес присідання та підйому передбачає обтяжливі рухи, які стає важко витримати, якщо вони відбуваються дуже часто, тому більшість операторів сприймають доїння в положенні стоячи в доїльній залі як відносно легке.

Висота платформи стійла над підлогою доїльної ями має велике значення для підтримки вертикального положення операторів під час діяльності на вимені. Це залежить від висоти операторів і висоти основи вимені над платформою.

В цьому ж році одночасно із доїльною залою ввели в дію відреставровану будівлю корівника, де тварин було переведено на безприв'язне утримання.



**Рис. 3.7. Сучасна доїльна зала у дослідному господарстві  
«Імені Декабристів»**

Під час доїння, операції з вименем займає 29-50% часу дояра. Це демонструє важливість добре спроектованого стійла та висоти платформи. Оптимальна робоча зона становить від 0,25 до 0,50 м перед дояром. Завдяки хвилястим краям і бар'єрним рейкам, спеціально сформованим для полегшення доступу до корів, оператори можуть підійти приблизно на 0,03 м ближче до корови, не нахиляючись. Бар'єрні рейки повинні бути розташовані безпосередньо над краєм платформи, щоб корови стояли якомога ближче до дояра. Одна перегородка на висоті 1,70-1,80 м над дном боксу має дві ергономічні переваги: вільний рух рук і доступ до вимені; безперешкодний огляд корови. Бар'єрна рейка регульованої висоти бажана для адаптації до коливань висоти доярів.

Доїльні апарати у залі обладнані датчиками які враховують надій з кожної долі вимені.

Автоматизація та механізація у доїльному залі знаходиться на найвищому рівні і забезпечує високу якість молока та його стерильність. Молоко по трубопроводу потрапляє до ємності і охолоджується до 4°C.

Роботизація технологічних процесів на фермі втілена у процесі підгортання кормів за допомогою робота-підгортача Butler Gold компанії Wasserbauer, що представлено на рисунку 3.8.



**Рис. 3.8. Робот-підгортач Butler Gold**

Цей робот здійснює до 30 циклів виїзду для підгортання на день, забезпечуючи постійну доступність корму для худоби. Що у свою чергу збільшує споживання корму тваринами. Крім того, використання транспортного шнека для виштовхування корму з дороги позитивно впливає на його споживання, оскільки одночасно розпушує корм.

### 3.4. Економічна ефективність досліджень

Розрахунок економічної ефективності був заснований на порівнянні продуктивності корів і економічних показників, що залежать на неї, при різних технологіях утримання - прив'язному і безприв'язному (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

#### Економічна ефективність галузі молочного скотарству у ДП «ДГ ім. Декабристів за різних способів утримання та доїння за 305 днів лактації

Показники	Прив'язне утримання, доїння у молокопровід	Безприв'язне утримання, доїння у залі
Кількість корів	555	555
Середня продуктивність однієї голови за добу, г	22.3	24.2
Вироблено молока від всіх дійних корів за 305 днів, тонн	3774.8	4096.5
Собівартість 1 кг молока, грн.	10.37	9.56
Загальні затрати на виробництво молока, тис. грн.	39145.01	39145.01
Закупівельна ціна одиниці продукції, грн./кг	12	12
Вартість виробленого молока, тис. грн.	45297.99	49157.46
Чистий прибуток, тис. грн.	6153.0	10012.4
Чистий прибуток на одну корову, тис. грн.	11.1	18.0
Економічний ефект, тис. грн.	0	3859.5
Рентабельність, %	15.7	25.6

Доїльна зала та безприв'язний метод утримання обумовили зниження собівартості виробництва одного кг молока на 8,5 %, впровадження нової технології збільшило чистий прибуток у 1,6 рази та сприяло підвищенню рентабельності на 9,9 відсоткових пункти.

## **ВИСНОВКИ**

В ДП «ДГ ім. Декабристів» впроваджуються елементи високотехнологічного ведення тваринництва (Precision Livestock Farming) які полягають у роботизації й автоматизації виробничих процесів та цифрових системах моніторингу за здоров'ям та фізіологічним станом тварин.

Селекційна робота із стадом айрширської породи великої рогатої худоби ведеться в господарстві на досить високому рівні про що свідчить високий відсоток корів оцінених класами еліта-рекорд (27,4 %) та еліта (32,6 %) та рівень молочної продуктивності, який в середньому по стаду складає 7396 кг молока за лактацію, при жирності 3,89 % та вмісту білку 3,01 %.

Корови-рекордистки стада дослідного господарства характеризуються надоями від 9082 до 9717 кг молока за лактацію при вмісті жиру до 3,98 % та вмісті білку до 3,13 %.

Системи цифрового моніторингу за станом здоров'я телят і коров, а також автоматичне визначення охоти позитивно вплинули на добробут тварин стада, що сприяло збільшенню надоїв на 8,52 %.

Роботизація технологічних процесів та цифровий моніторинг фізіологічного стану сприяли покращенню економічної ефективності виробництва молока: собівартість виробництва знизилась на 8,5 %, чистий прибуток виріс у 1,6 рази, рентабельність зросла на 9,9 відсоткових пункти.

## **ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ**

Для покращення відтворювальної здатності та підвищення продуктивності корів дійного стада на 8-10 % використовувати цифрові системи моніторингу за фізіологічним станом корів і телят «Heatime» та CalfMonitoring для всього стада великої рогатої худоби в господарстві.