

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

Виконав: студент 4 курсу, групи ЗДЕ-42
спеціальності: 101 «Екологія»

(шифрі назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Анастасія КОЛОМІЙЦЕВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / проф. Алла НЕКОС
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри _____ / проф. Алла НЕКОС
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / ст. лаб. Вікторія КОШЕЛЬКОВСЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / доц. Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків–2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В.Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології

Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____/ проф. Алла НЕКОС
підпис ім'я та прізвище

27 січня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Анастасії КОЛОМІЙЦЕВІЙ

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Екологічна безпека функціонування тваринницьких комплексів та їх вплив на довкілля

Керівник роботи _____ Алла НЕКОС д-р.геогр.наук, професор

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

Затверджені наказом по університету від 16.04.2025 р. № 4301-5/966

Строк подання студентом роботи _____ 01 травня 2025 р.

2. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Опрацювати наукову літературу та довідкові видання щодо питань розвитку галузі тваринництва в Україні та світі.

2. Визначити вплив тваринницьких комплексів на навколишнє середовище, його компоненти та на здоров'я людини.

3. Визначити концентрації важких металів в ґрунтах тваринницьких

комплексів України та Німеччини за допомогою методу атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

4. Сформулювати висновки роботи.

3. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Аналіз наукових джерел та інтернет-ресурсів, цифрових баз даних
2	Оформлення розділів кваліфікаційної роботи, розробка ілюстративних матеріалів
3	Визначення концентрацій важких металів в ґрунтах тваринницьких комплексів України та Німеччини за допомогою атомно–абсорбційного спектрофотометра у навчально–дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень
4	Формулювання висновків, оформлення списку використаних джерел

4. Дата видачі завдання 27 січня 2025 р.

Студент

підпис

Анастасія КОЛОМІЙЦЕВА

Керівник роботи

підпис

проф. Алла НЕКОС

АНОТАЦІЯ

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ
КОМПЛЕКСІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ**

Анастасія КОЛОМІЙЦЕВА

Кваліфікаційна робота «Екологічна безпека функціонування тваринницьких комплексів та їх вплив на довкілля» містить 44 сторінок, 3 розділи, 1 таблицю, 9 рисунків, 34 використаних джерела.

Мета дослідження. Визначити вплив сучасних тваринницьких комплексів на довкілля та здоров'я людей.

Актуальність дослідження. Зростаючий попит на тваринницьку продукцію вимагає оцінки впливу тваринництва на довкілля та здоров'я населення. Дослідження проблем екобезпеки функціонування тваринницьких комплексів можуть оптимізувати галузь та досягти цілей стійкого розвитку.

Завдання дослідження: Опрацювати наукову літературу та дослідити актуальні проблеми екологічної безпеки тваринництва, дослідити методи утилізації відходів, аналізувати вміст важких металів у ґрунтах тваринницьких комплексів.

Методи дослідження. Аналіз науково–літературних джерел, синтез і статистична обробка даних, порівняльний аналіз, системний підхід, польові дослідження, візуальний моніторинг, атомно–абсорбційна спектрофотометрія.

Результати. Визначено, що тваринницькі комплекси несуть негативний вплив на довкілля та на здоров'я людей. Досліджено вміст важких металів у ґрунтах тваринницьких комплексів, зокрема на території українського комплексу утримання тварин було виявлено перевищення концентрацій ГДК за Cu у 2 рази, незначне перевищення ГДК за Zn та Pb у пробі ґрунту, відібраній біля корівника. У пробі ґрунту, відібраній біля місця накопичення гною, зафіксовано перевищення ГДК за Zn та Cu майже у 1,5 рази.

ТВАРИННИЦЬКІ КОМПЛЕКСИ, ВІДХОДИ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА,
ВАЖКІ МЕТАЛИ, ЗАБРУДНЕННЯ

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL SAFETY OF LIVESTOCK COMPLEXES OPERATION AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Anastasiia KOLOMIISTEVA

The qualification thesis "Environmental Safety of Livestock Complexes and Their Impact on the Environment" contains 44 pages, 3 chapters, 1 table, 9 figures, and 34 references.

Research objective. To assess the impact of modern livestock complexes on the environment and human health.

Relevance of the study. The growing demand for livestock products requires evaluation of the environmental and public health impacts of livestock production. Research into the environmental safety of livestock complexes can help optimize the industry and support sustainable development goals.

Research tasks. To review scientific literature and explore current environmental safety issues in livestock farming, investigate waste disposal methods, and analyze heavy metal content in soils near livestock complexes.

Research methods. Literature review, data synthesis and statistical analysis, comparative analysis, systems approach, field research, visual monitoring, atomic absorption spectrophotometry.

Results. It was found that livestock complexes have a negative impact on both the environment and human health. The study of heavy metal content in soils showed that at the Ukrainian livestock site, Cu concentrations exceeded the permissible level by 2 times, and there was a slight excess of Zn and Pb in a soil sample near the cowshed. In another sample, taken near the manure accumulation area, Zn and Cu exceeded the permissible concentrations by nearly 1.5 times.

LIVESTOCK COMPLEXES, WASTE, ENVIRONMENTAL SAFETY, HEAVY METALS, POLLUTION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУЧАСНОЇ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА.....	11
Історія розвитку галузі тваринництва в незалежній Україні.....	11
Сучасні тенденції розвитку галузі тваринництва в Україні та світі.....	13
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ.....	19
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	22
3.1 Вплив тваринницьких комплексів на компоненти довкілля...	22
3.2 Особливості утворення відходів на тваринницьких комплексах та поводження з ними.....	27
3.3 Вплив тваринницьких комплексів на здоров'я людини.....	33
3.4 Результати аналізу проб ґрунтів на вміст важких металів.....	36
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Галузь тваринництва відіграє роль стратегічно важливого сектору економіки та забезпечує продовольчу безпеку. Молочні та м'ясні вироби є невід'ємною частиною раціону майже кожної людини, однак високий попит на тваринницькі продукти та зростання світової популяції спричиняють збільшення негативного впливу галузі на навколишнє середовище та здоров'я населення. Дослідження впливу тваринництва дозволить виявити ключові негативні чинники та розробити у майбутньому ефективні шляхи зменшення їх впливу для забезпечення сталого розвитку та збереження природних ресурсів.

Мета дослідження. Визначити вплив сучасних тваринницьких комплексів на довкілля та здоров'я людей.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні **завдання**:

1. Опрацювати наукову літературу та довідкові видання щодо питань розвитку галузі тваринництва в Україні та світі.
2. Визначити вплив тваринницьких комплексів на навколишнє середовище та на здоров'я людини.
3. Визначити вміст важких металів у ґрунтах тваринницьких комплексів України та Німеччини методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.
4. Сформулювати висновки роботи.

Об'єкт дослідження. Тваринницькі комплекси.

Предмет дослідження. Екологічна безпека на тваринницьких комплексах та їх вплив на навколишнє середовище.

Методи дослідження. Аналіз науково–літературних джерел, синтез і статистична обробка даних, порівняльний аналіз, системний підхід, польові дослідження, візуальний моніторинг, атомно–абсорбційна спектрофотометрія.

Робота написана за матеріалами науково–літературних джерел, довідкових видань, статистичних та фондових матеріалів, особистих досліджень автора.

РОЗДІЛ 1.

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУЧАСНОЇ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА

1.1. Історія розвитку галузі тваринництва в незалежній Україні

У 1990–х роках сільськогосподарський сектор України зазнав значних трансформацій: була усунена державна централізована система управління, проведена лібералізація цінової політики, це спричинило різкий дисбаланс цін на сільськогосподарську та промислову продукцію. В результаті цих процесів зникла державна підтримка сільських громад. Зниження прибутковості виробництва яловичини змусило великі аграрні підприємства, які раніше мали значну частку поголів'я великої рогатої худоби, відмовитися від її вирощування через нерентабельність [1]. Реформи, проведені у 90–х роках ХХ століття, спричинили значні зміни в усіх галузях економічної діяльності держави, що призвело до перерозподілу поголів'я худоби та птиці на користь приватних господарств населення. Це збільшило антропогенне навантаження на присадибні ділянки, а також спричинило посилення соціальних проблем в сільських громадах. Сільські господарства стикнулися з проблемами бідності, безробіття, переміщення робочої сили до міських районів, зниження рівня соціальної інфраструктури та зникненням населених пунктів із плином часу. Після реформування сільського господарства в Україні, поголів'я худоби перейшло від великих державних господарств до малих приватних господарств. Станом на 1 січня 2001 року, у приватних господарствах утримувалося близько 63% корів.

Протягом наступних десяти років, до 2010 року, кількість корів у приватних господарствах зростає до 78%, при цьому поголів'я великої рогатої худоби продовжувало скорочуватись [2]. Станом на 2015–2019 рік ситуація у тваринницькому секторі України значно погіршилася через постійне скорочення поголів'я худоби у всіх категоріях господарств, – протягом цього періоду поголів'я великої рогатої худоби зменшилося на 17,6%. Зустрічалися

випадки незначного зростання поголів'я тварин, що зумовлені введенням програм відновлення та інтенсивного розвитку тваринництва у середніх і малих родинних господарствах. Перепоною для відновлення потенціалу тваринницьких господарств усіх категорій і стабільного розвитку галузі стала відсутність ефективного механізму залучення фінансових ресурсів із різних джерел, оптимального догляду та реалізації генетичного потенціалу тварин, що призвело до руйнівних процесів у цій галузі. Отже, чисельність сільськогосподарських тварин стала стрімко зменшуватися майже у всіх категоріях господарств [3].

Скотарство визнається однією з найскладніших та найважливіших галузей тваринництва, тому слугує індикатором стану галузі. Скотарство засноване на розведенні великої рогатої худоби. Умовне продуктивне поголів'я худоби цієї галузі складає 65% від загальної кількості серед сільського господарства. Головною продукцією є м'ясо, молоко та молочні вироби [4]. За даними державної статистичної служби, станом на 2024 рік поголів'я великої рогатої худоби зменшилось відносно 1991 року у 11 разів (рис. 1.1), загалом станом на 2024 рік його кількість становила 2156 тис. голів, у тому числі поголів'я корів становило 1262,9 тисяч і зменшилося відносно 1991 року у 6 разів.

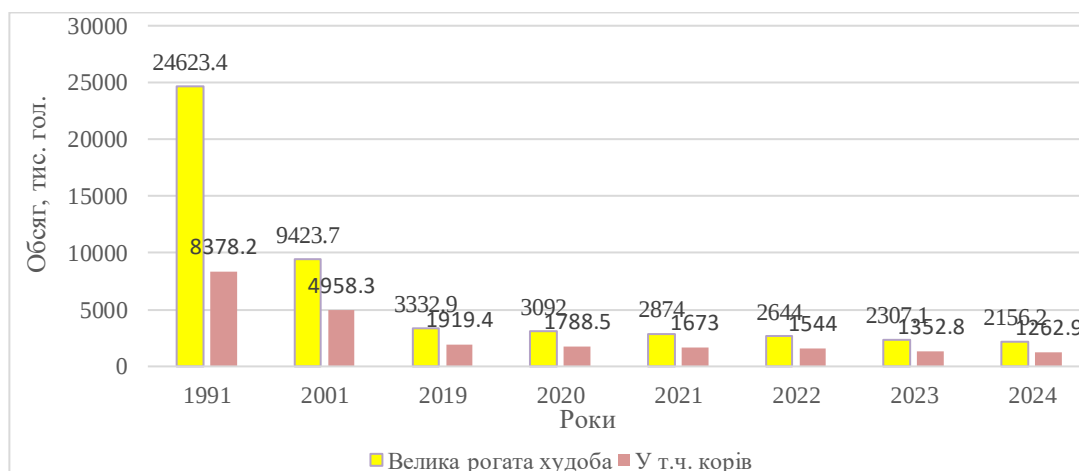


Рис.1.1 Динаміка поголів'я великої рогатої худоби за період 1991-2024 рр. серед господарств усіх категорій в Україні, тис. гол. [5]

Якщо дослідити показники виробництва м'яса (рис. 1.2), то можна побачити що на період із 1991 по 2021 рік його темпи поступово зростали і збільшилися у 0,81 раз, проте обсяги виробництва молока зменшилися більш ніж у 2 рази за той самий проміжок часу [5]. Аналізуючи ці дані, можна зробити висновок, що на сьогодні галузь тваринництва має негативні тенденції розвитку.

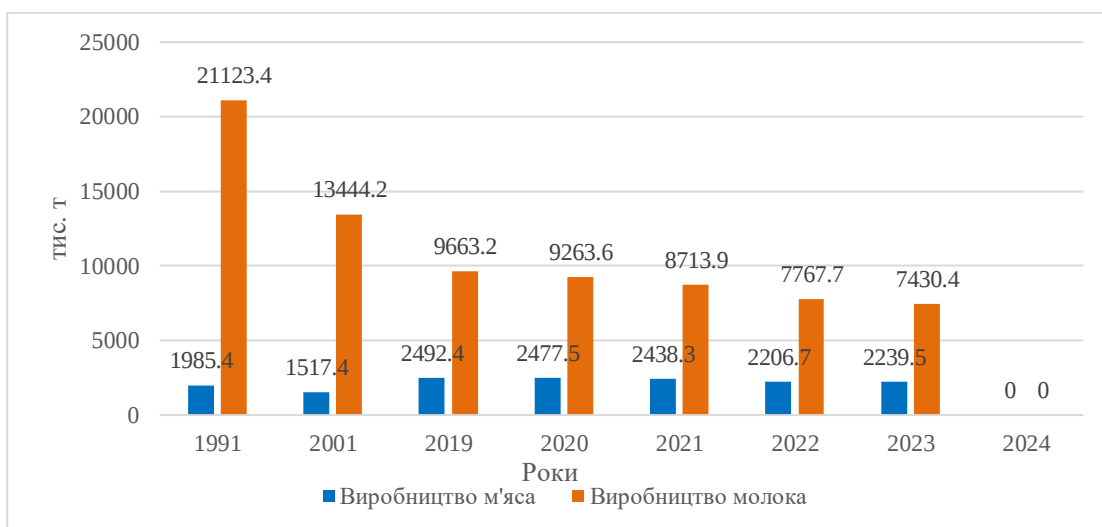


Рис. 1.2 Динаміка виробництва продукцій за період із 1991-2024 рр. серед господарств усіх категорій в Україні, тис. т [5]

1.2. Сучасні тенденції розвитку галузі тваринництва в Україні та світі

Екологічна безпека тваринницьких комплексів в Україні регулюється низкою законів та нормативно-правових актів, зокрема: Закон України «Про охорону навколишнього середовища» (1991р.), який визначає основні принципи, задачі та напрямки розвитку екологічної політики в Україні; Закон України «Про охорону атмосферного повітря» (1992р.), який встановлює нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря та регулює викиди забруднюючих речовин, пов'язаних із виробництвом тваринницької продукції та функціонуванням тваринницьких комплексів; Закон України

«Про управління відходами» (2022 р.), який регулює порядок поводження з гноєм, стічними водами, іншими відходами тваринництва тощо.

У наш час сталий розвиток є ключовим напрямом світового розвитку, для досягнення його цілей на державному рівні в Україні здійснюються нові програми і проекти, які в майбутньому забезпечать економічну стійкість, екологічну стабільність та соціальну єдність. Сталий розвиток – це такий розвиток суспільства, який задовольняє потреби сьогодення і не загрожує здатності майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби [6]. Впровадження цілей сталого розвитку (ЦСР), визначених Організацією Об'єднаних Націй, є важливим кроком до досягнення гармонійного балансу між економічним зростанням, соціальною справедливістю та екологічною стійкістю. Особливу увагу в цьому контексті приділяють розвитку тваринництва, оскільки ця галузь відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічного благополуччя країни. Однією з програм, які реалізуються у рамках досягнення цілей сталого розвитку, наразі є ініціатива в рамках Глобальної програми впливу на продовольчі системи, землекористування та відновлення (FOLUR, 2023р.) Цей проєкт стане каталізатором переходу до сталого тваринництва на Півночі України.

У січні 2025 року Кабінетом Міністрів України було схвалено Концепцію Державної цільової економічної програми розвитку тваринництва на період до 2033 року, стратегічним напрямком якої було визначено: перетворення галузі у економічно вигідний сегмент сільськогосподарського сектору, який не тільки гарантує продовольчу безпеку країни, але й сприяє сталому розвитку сільських місцевостей. Застосування сучасних технологій допоможе знизити рівень забруднення навколишнього середовища та забезпечити дотримання принципів сталого розвитку і екологічної безпеки, що спрямовані на збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь. Концепція також акцентує важливість виконання вимог щодо добробуту сільськогосподарських тварин та підтримки сталого розвитку тваринництва.

Серед актуальних проблем галузі в документі розглянуте питання наслідків повномасштабного вторгнення в Україну, яке є одним із чинників занепаду галузі. Численні підприємства змушені були припинити свою діяльність, а значна частина виробничих потужностей зазнала руйнувань або пошкоджень. Згідно з експертною оцінкою Київської школи економіки (KSE), станом на кінець 2023 року загальні збитки через скорочення поголів'я оцінюються в 254 млн. доларів США, не враховуючи непрямі збитки від зменшення обсягу виробництва тваринницької продукції. Внаслідок початку повномасштабної війни було втрачено 238 тис. голів великої рогатої худоби, 544 тис. голів свиней, 131 тис. голів овець та кіз і майже 13 млн. голів птиці. Ці втрати значно вплинули на можливість відновлення тваринницької галузі у наш час та в післявоєнний період, а також на забезпечення продовольчої безпеки країни та економічної стабільності. Відсутність ефективних механізмів державної підтримки та відновлення інфраструктури ускладнює процес відновлення тваринницьких підприємств, що потребує термінових заходів для стабілізації ситуації та негайних шляхів реалізації Концепції Державної цільової економічної програми розвитку тваринництва [7].

З метою покращення аграрної політики, важливо враховувати інноваційні підходи, які можуть значно посилити показники діяльності аграрних підприємств. Це досягається через розвиток технологічних, агротехнічних та організаційно-економічних можливостей в нових, інноваційних напрямках. Відповідно, однією з ключових умов досягнення стабільності та стійкого соціально-економічного розвитку держави є стимулювання інноваційної діяльності внутрішніх аграрних підприємств. Ефективність підприємств тваринницького сектору можлива за умов реалізації системних та цілеспрямованих новітніх підходів, які спрямовані на пошук нових можливостей у господарському середовищі. Такі сучасні підходи складають основу інноваційної діяльності, результати якої вдосконалюють внутрішні виробничі процеси та визначають напрямки

майбутнього розвитку, орієнтовані на нові підходи задля задоволення попиту [8].

Залучення до аналізу закордонного досвіду може стати важливим кроком для вдосконалення аграрної політики в Україні. Основні пріоритети у сучасному тваринництві спрямовані на використання інтелектуальних підходів для прискорення генетичного прогресу, забезпечення добробуту тварин та охорони навколишнього середовища шляхом зменшення та правильної утилізації відходів, зниження викидів парникових газів у атмосферу. Утримання меншої кількості тварин у гарному стані здоров'я, але з кращими продуктивними якостями, в результаті принесе вищу прибутковість ферми та виробництво меншої кількості гною, що має вирішальне значення для охорони навколишнього середовища та зменшення викидів газів від тваринницької галузі [9].

Цифровізація технологічного процесу та впровадження комп'ютерних алгоритмів для обробки отриманої інформації у тваринництві заснована на використанні трьох компонентів: Machine Learning (машинного навчання), залучення IoT (інтернету речей) та штучного інтелекту. Цифрова трансформація тваринництва може бути реалізована наступними підходами: оптимізація управління процесами виготовлення тваринницької продукції завдяки аналізу великих обсягів даних; використання штучного інтелекту та розробка інформаційно-аналітичних систем для покращення системи управління виробництвом; застосування цифрового моніторингу для контролю ветеринарно-санітарного становища господарств; впровадження роботизованих і автоматизованих технологічних рішень у господарствах тощо. Використання Інтернету речей дає можливість збирати данні на всіх етапах виготовлення продукції тваринництва за допомогою дистанційних датчиків. Накопиченні на фермах дані можна використовувати для моніторингу стану здоров'я тварин та запобігання захворювань тварин, підвищення добробуту тварин, оптимізації управління фермою, управління

відходів, управління екологічними ризиками та ризиками безпеки харчових продуктів [10].

Країни з розвиненою аграрною галуззю активно впроваджують інноваційні технології та адаптують свої системи до викликів сучасності. Німеччина є одним із лідерів Європи у сфері тваринництва, досвід цієї країни може бути корисним для аналізу та застосування ефективних рішень в тваринництві нашої країни. Станом на 2021 рік, Німеччина залишалась другим за величиною виробником свинини в ЄС після Іспанії та другим за величиною виробником яловичини в Європі після Франції. Федеральний уряд просуває тваринницьку та екологічну трансформацію сільськогосподарського тваринництва в Німеччині, щоб забезпечити майбутнє тваринництва в країні.

У рамках програми захисту клімату до 2030 року федеральний уряд Німеччини ухвалив низку заходів, спрямованих на зменшення викидів у сільському господарстві. Особлива увага приділяється збільшенню використання тваринного гною як органічного добрива і трансформації тваринництва. Геополітичні проблеми, викликані загарбницькою війною проти України, сприяли не тільки підвищенню цін на експлуатаційні ресурси в Німеччині, корми та паливо, а також зростанню цін на енергоносії. У зв'язку з цим, після лютого 2022 року розвиток і розповсюдження використання альтернативних видів енергії стали ще більш нагальною потребою для забезпечення енергетичної незалежності та стабільності. Біомаса, включаючи гній, наразі широко використовується як відновлюване джерело енергії. У 2022 році частка споживання енергії з відновлюваних джерел становила 57,6%, біоенергетичні джерела енергії, включаючи біогаз, постачали близько п'ятої частини відновлюваної електроенергії у 2022 році, що посідає третє місце після енергії вітру та фотоелектричної енергії. Шляхом залучення раніше невикористаних відходів тваринництва можна виробити близько 17,5 додаткових терават-годин від виробництва біогазу. У

2022 році біогазові установки випустили загалом близько 33,2 ТВт годин електроенергії, 20,9 ТВт годин тепла, 1 ТВт годин палива [11].

Починаючи із 1991 року об'єми викидів CO₂ в Німеччині від сільського господарства, включаючи тваринництво, поступово зменшувалися із 83,1 млн. тон до 61,7 млн. тон станом на 2022 рік (рис.1.2), що свідчить про ефективність екологічної політики, запровадженої федеральним урядом Німеччини. Серед реалізованих у Німеччині заходів, які сприяють підвищенню екологічної безпеки тваринництва та зменшення його впливу на довкілля, є наступні:

1. Оптимізація годівлі: ферментовані корми для кращого засвоєння та менших викидів; регіональні корми — для зменшення CO₂ від транспорту;
2. Управління гноєм: герметичне зберігання рідкого гною — для зниження аміачних втрат;
3. Переробка відходів: використання біогазових установок для переробки гною та виробництва енергії;
4. Покращені умови утримання худоби – відкриті, вентильовані приміщення;
5. Використання біогазу та оптимізація енергоспоживання на фермах;
6. Субсидії та стимули для екологічних інновацій та органічного тваринництва у рамках програм досягнення сталого розвитку.

Галузь тваринництва в Україні з моменту здобуття незалежності зазнала глибоких структурних змін і тривалого занепаду, зумовленого економічними трансформаціями, браком державної підтримки та наслідками війни. У сучасних умовах важливим є впровадження інноваційних та екологічно безпечних технологій, спрямованих на сталий розвиток галузі. Міжнародний досвід, зокрема Німеччини, демонструє ефективні шляхи адаптації тваринництва до сучасних викликів.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ

Для досягнення поставленої мети та реалізації завдань кваліфікаційної роботи були використані взаємопов'язані методи, які дали змогу здійснити теоретичне узагальнення, емпіричну перевірку та кількісне представлення аспектів екологічної безпеки функціонування тваринницьких комплексів в Україні та Німеччині.

Під час теоретичного етапу дослідження було здійснено ґрунтовний аналіз наукових джерел, нормативно–правової документації, статистичних даних і аналітичних звітів Державної служби статистики України з питань розвитку та сучасного стану тваринництва в Україні, а також екологічних аспектів функціонування цієї галузі. Порівняльний аналіз дав змогу зіставити екологічні підходи в організації тваринництва у двох країнах – Україні та Німеччині, зокрема підходи до реалізації екологічної політики на державному рівні. За допомогою системного підходу тваринницькі комплекси були розглянуті як елемент складної техногенно–екологічної системи, що взаємодіє з природними компонентами та впливає на стан довкілля та здоров'я людей.

Польовий етап дослідження передбачав відбір ґрунтових зразків на ділянках, розташованих у двох тваринницьких комплексів - в Україні та в Німеччині. Точки відбору проб визначалися з урахуванням характеру землекористування, відстані до джерела впливу, рельєфу місцевості та санітарно–захисної зони. Для фіксації просторового розташування точок відбору використовувались космічні знімки.

Також було здійснено візуальний моніторинг стану навколишньої території з метою попереднього оцінювання впливу тваринницьких об'єктів на довкілля: зверталася увага на наявність відкритих джерел відходів, зміни у ґрунтовому покриві, ознаки деградації, сліди техногенного навантаження.

У лабораторних умовах було проведено вимірювання концентрації важких металів у зразках ґрунту методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії. Виявлення рухомих форм важких металів: Zn, Cu, Pb, Co, Cr методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії проводилось згідно з Державними стандартами України: ДСТУ 4770.2:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно–ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії, ДСТУ 4770.6:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно–ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії, ДСТУ 4770.9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно–ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії, ДСТУ 4770.5:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно–ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії та ДСТУ 4770.8:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук хрому в ґрунті в буферній амонійно–ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно–абсорбційної спектрофотометрії.

Проби ґрунту були відібрані згідно з ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб та зазначеними вище стандартами й методичними рекомендаціями. Після проведення відбору, проби були просушені у сушильній шафі. Під час етапу підготовки проб до аналізу зразки були перетерті в ступці, звільнені від включень та сторонніх домішок, під час заключного етапу зразки були пропущені крізь сито із поліетилену з отворами діаметром 1 мм. Дослідження рухливих форм важких металів проводять із використанням амонійно–ацетатної буферної витяжки із рівнем рН 4,8. Аналіз було проведено за допомогою атомно–абсорбційного спектрофотометра моделі МГА – 915МД.

Перед початком аналізу було проведено підготовку приладу відповідно до інструкції з експлуатації та атомізацію проби у повітряно–ацетиленовому полум'ї. Процес визначення концентрацій важких металів проходив

наступним чином: спочатку була відміряна наважка ґрунту вагою 10 г, отриману наважку використовували для підготовки витяжки з ґрунту у колбі об'ємом 150 см³ із додаванням 50 см³ амонійно–ацетатного буферного розчину. Отриману суміш було струшено протягом 1 години на ротаторі, профільтровано через складчастий фільтр та залишено на 12 год. на відстоювання. В отриманих витяжках з ґрунту було визначено вміст важких металів.

На заключному етапі дослідження було застосовано методи статистичної обробки отриманих результатів: табличне та графічне представлення для обробки та узагальнення результатів. Зокрема, кількісні дані щодо утворення відходів тваринницькими комплексами, а також лабораторні результати, були згруповані, систематизовані, подані у табличному та графічному вигляді. Це дозволило у певній мірі показати вплив на ґрунти та характер екологічного навантаження від функціонування тваринницьких об'єктів та сформулювати висновки щодо рівня їхньої екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 3.

ВПЛИВ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

3.1. Вплив тваринницьких комплексів на компоненти довкілля

Тваринництво відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні харчової безпеки, воно постачає приблизно 33% білка, що споживає людство щорічно та 17% калорій раціону населення [13]. Проте, важливо також враховувати значний негативний вплив, який завдає промислове тваринництво на усі компоненти довкілля для вирішення існуючих глобальних проблем людства та забезпечення сталого розвитку.

Викиди парникових газів від світового тваринництва оцінюються приблизно у 8,1 гігатонн CO_2 на рік, що становить 14,5% загальних антропогенних викидів. Основні парникові гази, які надходять з тваринницьких комплексів, це: метан (CH_4), закис азоту (N_2O) та вуглекислий газ (CO_2). Згідно з глобальним дослідженням, проведеним ФАО у 2021 році, викиди з виробничих ланцюгів тваринництва складаються із 50% метану, 24% закису азоту та 26% вуглекислого газу.



Рис. 3.1 Розподіл парникових газів від тваринництва за джерелами викидів[14]

Комплекси розведення великої рогатої худоби є основними джерелами надходження парникових газів, становлячи більше половини загальних викидів галузі. За джерелами викидів (рис. 3.1) найбільша частка парникових газів надходить через ентеральне бродіння – 39,1%. Ентеральне бродіння відбувається у травній системі жуйних тварин, де рослинна їжа розщеплюється бактеріями, утворюючи метан. Обсяги викидів від ентерального бродіння залежать від характеристик та складу кормів, використання кормових добавок та стану здоров'я великої рогатої худоби.

Гній, утворений на тваринницьких комплексах, спричиняє викиди метану та закису азоту. Накопичений гній на підприємствах тваринництва зливають у відкриті або закриті гнойові лагуни, де в процесі анаеробного розкладання органічних речовин метаногенними бактеріями виділяється CH_4 . Саме молочні корови є одними із найбільших джерел викидів метану від галузі тваринництва. N_2O утворюються в основному в процесі розкладання аміаку із сечі тварин. Шляхи зберігання та обробки гною впливають на об'єм кінцевих викидів, насамперед при використанні методу обробки в ставках та лагунах. Оскільки для викидів закису азоту необхідні як аеробні, так і анаеробні умови, то при відкладанні гною на пасовищі його викиди відповідно будуть вищими, ніж викиди метану.

Непрямі викиди надходять, у першу чергу, в результаті виробництва кормів, та відповідно від пов'язаного з цим землекористування. Процеси вирощування кормових культур, переробки та транспортування готових кормів на ферми спричиняють приблизно 45% викидів при функціонуванні галузі. Внаслідок виробництва добрив та пестицидів, переробки та транспортування кормів, використання палива під час виробництва, в атмосферу надходять значні об'єми викидів вуглекислого газу. Викиди закисів азоту надходять також через використання добрив та внесення гною, в свою чергу обсяг викидів метану від забезпечення кормів є значно меншим.

За даними FAO, станом на 2021 рік, сільськогосподарські угіддя займають майже 40% поверхні суші, з них майже 26% залучені у галузі

тваринництва. Прогнозується, що внаслідок зростання популяції та урбанізації світове виробництво м'яса зросте на 76%, в результаті чого потреба в кормовій базі збільшиться вдвічі, а інтенсивність випасу зросте майже на 70%. Перетворення лісових масивів на землі сільськогосподарського призначення створює проблему поглинання вуглецю, який викидається в атмосферу. Відтак, знищення лісів та перетворення їх на пасовища та орні землі призводить до непоглинання 8% щорічних антропогенних викидів CO_2 [14]. Потреба у нових пасовищних ділянках з кожним роком тільки зростає, що спричиняє знищення великих площ лісових масивів щорічно. Вирубки лісів для виробництва кормів та розміщення худоби є особливо актуальними наразі у Китаї та Латинській Америці, зокрема близько 70% в минулому лісистих територій Амазонії наразі використовуються для вирощування кормових культур [16].

Для забезпечення опалення, охолодження, освітлення та вентиляції приміщень, доїння, та інших виробничих процесів (рис. 3.2) на тваринницьких комплексах споживається енергія, яка є ще одним джерелом викидів CO_2 від галузі тваринництва.

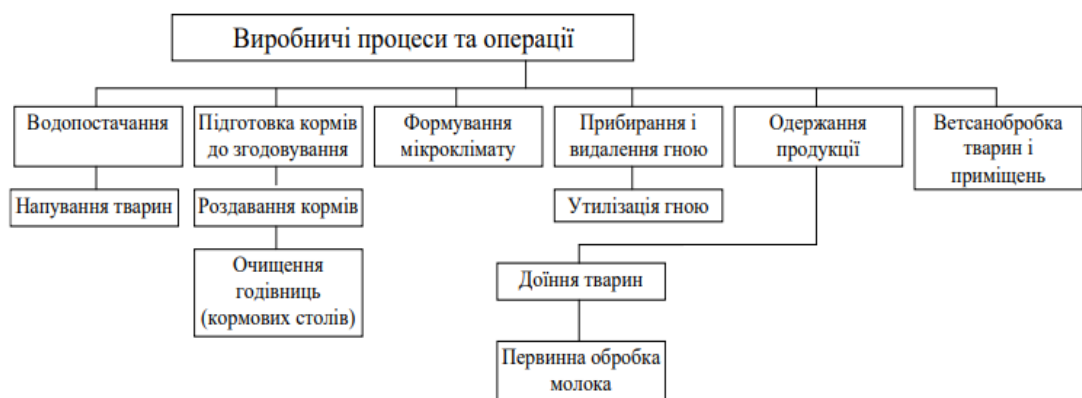


Рис. 3.2 Енергоємні процеси на комплексах утримання ВРХ [15]

Під час виробництва комбікормів залучаються енергетичні ресурси для виробництва, сушіння, транспортування готової продукції. Використовується паливо і для переробки тваринницьких продуктів, їх пакування та

транспортування до місць збуту [15]. Зазначені вище фактори спричиняють 25% викидів парникових газів від загальних викидів тваринництва.

Вплив тваринництва на ґрунти пов'язаний в першу чергу із фізичним впливом тварин на ґрунт та впливом фекалій та сечі худоби. Інтенсивний випас худоби спричинив деградацію 20–30% пасовищ світу, тому актуальною проблемою тваринництва на сьогодні залишається деградація ґрунтів. В той час, як загальна площа пасовищ у світі скоротилась на 3,4 млн. га за період з 2003 по 2018 рік, темпи виробництва м'яса та молока тільки збільшились за цей період і становили понад 23 млн. тон м'яса та 180 млн. тон молока. Збільшення обсягів виробництва продукції тваринництва та зменшення площ пасовищ свідчать про зростання навантаження на земельні ресурси. Фактори, які впливають на стан ґрунту під час випасу це – вид тварини, інтенсивність випасу та ступінь продуктивності рослинності на пасовищі. Велика рогата худоба (ВРХ) несе найбільший вплив на структуру ґрунту, ущільнюючи його та знищуючи рослинність на ділянках впливу, що в свою чергу призводить до ерозії ґрунтів під впливом вітру та поверхневого стоку води, зниженню водопроникності, втраті вологості та зменшення мікроелементів та обмеження їх накопичення.

Глобальне дослідження властивостей ґрунтів, проведене науковцями США у 2020 році відображає, що за період із 2003 по 2018 рік інтенсивний випас худоби підвищив щільність ґрунтів, залучених у тваринництві по всьому світу, в середньому на 11,3% та знизив вміст органічного вуглецю в ґрунті на 10,8%, знизив вологість ґрунту на 10,8%, зменшив вміст нітратів на 23,5% та мікробної біомаси на 27,9%(на глибині від 0 до 10 см). На глибині від 10 до 30 см спостерігалось зменшення органічного вуглецю на 22,5% та загального вмісту азоту на 19,9%.

Помірний випас суттєво підвищив щільність ґрунту на 7,5% та об'єми фосфору на 18,9% на глибині від 0 до 10 см, а також кислотність ґрунту на 4,1% на глибині від 10 до 30 см. Помірний випас худоби також значно

знижував вміст органічного вуглецю в ґрунті на 16,4%, загального вмісту азоту на 10,6% та фосфору на 23,9% на глибині від 10 до 30 см[17].

В протипагу щадний випас призвів до значного збільшення органічного вмісту вуглецю на 10,8% та вмісту амонію на 28,7% на глибині від 0 до 10 см. Органічний вуглець є одним із ключових показників родючості ґрунту та екологічної стабільності агроєкосистем, його зниження є ознакою деградації ґрунту. Процес ущільнення ґрунту знижує ефективність інфільтрації, аерації та збільшує поверхневий стік, відповідно зменшуючи вологість ґрунту та збільшуючи ризик водної ерозії. У 2015 році у Гані було проведено дослідження [18], в рамках якого протягом 3 тижнів на ділянці 7500 м² був здійснений випас 120 голів великої рогатої худоби. Швидкість інфільтрації на цій ділянці була втричі меншою, ніж на ділянках без випасу, що слугує індикатором деградації ґрунтової структури, пов'язаної з впливом інтенсивного тваринництва.

Приблизно 70% усіх водних ресурсів, залучених у антропогенній діяльності, використовуються для потреб сільського господарства, при цьому 29% з них використовуються для забезпечення потреб тваринництва. Тваринницькі комплекси утримання великої рогатої худоби є особливо водоемними – водний слід від виробництва 1 кілограму яловичини в середньому у 10 разів перевищує водний слід виробництва 1 кілограму зернових культур і становить приблизно 15500 л. Загальний водний слід від виробництва яловичини становить 33% від водного сліду тваринництва. Об'єми водоспоживання промислових тваринницьких комплексів можуть становити від 300 до 500 м³/добу [19], залежно від поголів'я худоби. Проте, ці показники враховують виключно обсяги водних ресурсів, необхідних для забезпечення життєдіяльності тварин, більша частина використання води в ланцюзі виготовлення продуктів тваринництва відбувається під час вирощування кормів – понад 98% загального обсягу. Вода, використана для напування тварин становить лише 1,1% від загального обсягу залучених водних ресурсів у галузі тваринництва, для виготовлення корму залучається

0,03% водних ресурсів та для технічних потреб, таких, як очистка приміщень тваринницьких комплексів – 0,8%. Загальний водний слід виробництва кормів у глобальному масштабі оцінюється у 2376 $\text{гм}^3/\text{рік}$, з них 1463 $\text{гм}^3/\text{рік}$ використовується безпосередньо для вирощування польових культур, решта – для випасу тварин. Проте більша частина залученої води, 87,2% – це волога з опадів, що не вилучається з природного кругообігу [20].

3.2 Особливості утворення відходів на тваринницьких комплексах та поводження з ними

В Україні згідно з переліком державного класифікатора відходів (ДК 005–96), до відходів I–IV класів небезпеки галузі тваринництва належать понад 60 класифікаційних угруповань, які були об'єднані за принципом подібності у 10 категорій і представлені на рис.3.4. За даними Державної служби статистики, найбільшу кількість відходів тваринницьких комплексів з 2017 по 2020 роки в Україні становили екскременти, сеча, гній та біогумус (рис. 3.3) [21].



Рис. 3.3 Утворення відходів I–IV класів небезпеки в Україні у 2017-2020 рр., т [21]

Якщо окремо досліджувати обсяги відходів інших категорій (рис. 3.4), то протягом 2017-2020 р., основну кількість відходів становили технологічні

рідкі відходи, мертві тварини та зіпсовані туші, кістки та тверді залишки, некондиційна продукція, тощо.

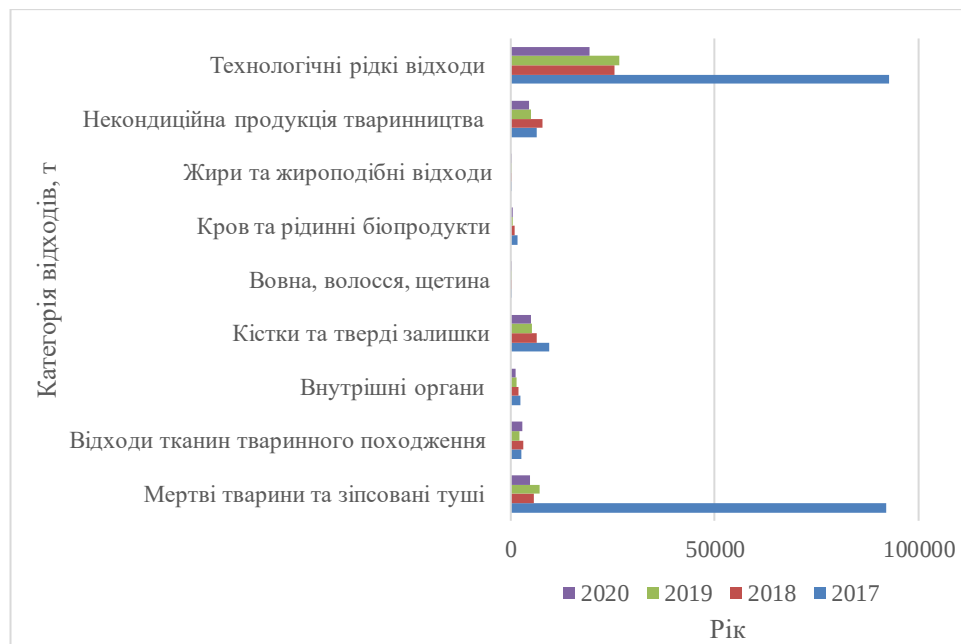


Рис. 3.4 Утворення відходів I-IV класів небезпеки в Україні у 2017-2020 рр. за класифікаційними угрупованнями, т [21]

Гній — це складна суміш органічних та неорганічних компонентів, які розчинені у воді. Гній формується з рідких та твердих екскрементів сільськогосподарських тварин, включає залишки корму, що не були перетравлені та сіно й соломку, які використовувались як підстилка. Його склад, структура та властивості варіюються в залежності від виду худоби, її раціону, використання підстилки, способу видалення гною з приміщення утримання худоби та умов подальшого зберігання. Гній класифікують на підстилковий, тобто, твердий, та безпідстилковий – рідкий або напіврідкий [22].

На сьогодні у тваринництві застосовуються різні **методи прибирання гною, посліду та сечі з приміщень**, вони загалом поділяються на механічні та гідравлічні (рис. 3.5).

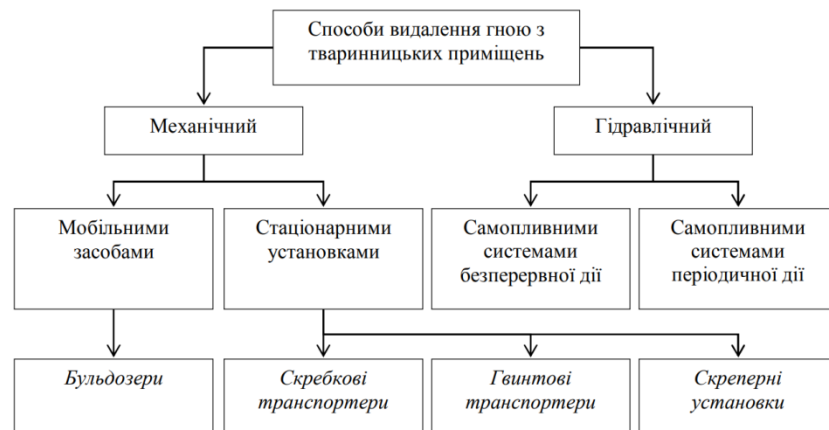


Рис. 3.5 Методи очистки приміщень тваринницьких комплексів [23]

До механічних систем видалення гною відносять мобільні бульдозери, скребкові транспортери, гвинтові транспортери та скреперні установки. До гідравлічних: способи із використанням самопливних систем безперервної дії та самопливних систем періодичної дії. У господарствах, де використовують глибоку підстилку, прибирання здійснюється за допомогою пересувних бульдозерів. У стаціонарних системах встановлюються спеціальні канали для транспортерів — гвинтових або скребкових. Більшість тваринницьких комплексів утримання великої рогатої худоби в Україні з прив'язним типом утримування обладнані скребковими транспортерами, тоді як на сучасних безприв'язних фермах застосовуються скреперні механізми [23]. У безпідстилкових системах утримання застосовують гідрозмив, який можливий лише за вологості гною не менше 90% та відсутності кормових залишків у каналах видалення гною. Недоліком використання цього способу є те, що при застосуванні гідравлічних технологій терміни виживання патогенних мікроорганізмів збільшуються у три рази. Рідкий гній, насичений неперетравленими частинками корму, містить в собі протеїни, жири, клітковину та легкозасвоюваний азот, що збільшує його позитивну дію на рослини в якості добрива.

Гній та стоки тваринницьких комплексів є потенційно небезпечними для навколишнього середовища, через що в Україні діють чіткі регламенти та нормативно-правові акти, що регулюють процес очищення гною та його

дезінфекції перед застосуванням. Серед них: Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища» 1991 р., Про управління відходами» 2022 р., Наказ Міністерства аграрної політики України №131 від 10.05.2007«Про затвердження Ветеринарно–санітарних вимог до поводження з побічними продуктами тваринного походження», ДСТУ 7168:2010 «Добрива органічні. Гній. Технічні умови», «Порядок використання тварин у сільському господарстві» тощо.

Гній є джерелом інфекційних агентів, які можуть потрапляти в зовнішнє середовище разом з екскрементами, сечею чи іншими виділеннями тварин. Вони здатні протягом тривалого терміну зберігатися в ґрунті й воді, створюючи ризик розповсюдження інфекцій. Стоки тваринницьких комплексів можуть містити як патогенну мікрофлору, так і великі концентрації азоту амонійного, нітритного та нітратного, фосфору, кальцію, магнію, що призводить до розвитку процесів евтрофікації у водоймах, до яких потрапили недоочищені стоки. Аміак у складі стоків здійснює токсичну дію на мікроорганізми водних об'єктів.

У тваринницьких господарствах використовуються різноманітні **методи обробки гною** залежно від його вологості: механічне очищення, розділення на фракції, компостування, зброджування (анаеробне та аеробне). Напіврідкий гній, вологість якого має становити до 90%, підстилковий гній, вологість якого 75–80% та гнойові стоки з вологістю більше 93% обробляють як правило за допомогою методів компостування та біологічної очистки. Обробка безпідстилкового гною передбачає біоферментацію з використанням біохімічних процесів.

Для обробки та **очистки рідкого гною** із вологістю від 86 до 93% **застосовують біологічні, хімічні та фізичні методи**. До біологічних методів належать компостування, відстоювання, окислення в лагунах та ставках. Штучні біологічні методи передбачають очищення в аеротенках та метантенках, окислення в траншеях. Принцип дії фізичних методів заснований на застосуванні тепла, іонізуючого опромінення та

гідродинаміки. Хімічна обробка базується на дезінфекції рідкого гною хлорним вапном, озоном, формальдегідом та іншими речовинами дезінфікуючої дії. В лагунах та окислювальних каналах застосовують метод збродження, під час якого тверда фракція осідає і розкладається в безкисневих умовах, а верхній шар очищується у аеробному середовищі. Але при застосуванні цього способу стоки залишаються забрудненими патогенами та яйцями гельмінтів, тому їх скид у водні об'єкти заборонено.

Компостування гною можливе як у пасивній, так і в активній формі. Пасивний метод триває 2–3 місяці, залежно пори року та відбувається у бетонованих або обладнаних польових майданчиках. До переваг цього виду компостування відносять можливість застосування при вологості широкого діапазону – від 60 до 90%, простота реалізації, відсутність різких запахів та зменшення кількості патогенних організмів у процесі компостування. Проте, у процесі компостування відбуваються значні втрати азоту, що знижує ефективність застосування компосту, як органічного добрива, компост дозріває нерівномірно і його дозрівання багато в чому залежить від температурних та погодних умов. Активне компостування відбувається із застосуванням ручної праці або технологій — для аерації, підігріву, додавання мікроорганізмів та хімічних речовин. Найчастіше застосовується метод буртів із примусовим нагнітанням повітря. Дозрівання компосту за умов активного компостування відбувається всього за 30–45 днів. Готовий продукт не має запаху, збагачений поживними речовинами та може бути внесений як органічне добриво [24].

Одним із ефективних заходів утилізації є анаеробне збродження гною із отриманням біогазу, до складу якого входять метан, водень та вуглекислий газ. Цей процес протікає під дією мезофільних (при температурі 30–350°С) та термофільних (при температурі 50–550°С) бактерій. Гній служить постійним джерелом біомаси, яке дозволяє виробляти енергію шляхом метанового бродіння протягом усього року за відносно короткий проміжок часу – від 7 до 20 днів. Біогазові установки можуть забезпечувати

енергонезалежність господарств, знижують витрати, використовують відновлювальну біомасу та можуть бути установлені фактично на кожному сільськогосподарському комплексі. У Європейському Союзі біогазові установки забезпечують потреби господарств та сіл, розташованих коло підприємства, термін окупності таких систем складає 6–14 років [25].

Окрім гною на тваринницьких комплексах **утилізації також підлягають мертві тварини**, відходи їх внутрішніх тканин та органів, кров, рідинні біопродукти, кістки та тверді залишки та ін. Утилізація трупів тварин у господарствах відбувається шляхом направлення на утильзаводи або знезараження в біотермічних ямах. Утильзаводи механізовані та забезпечують знезараження та переробку мертвих туш на такі продукти, як: м'ясо–кісткове борошно, технічні жири, клей. Вони обслуговують великі території – в середньому на один завод припадає зона, що вміщує до 200 тисяч тварин. В умовах скорочення поголів'я тварин, доцільно створювати локальні утильустановки на окремих господарствах, адже наразі більшість утильзаводів не працюють і на територіях, які не закріплені за утильзаводом, трупи прийнято спалювати. Проте необхідно підкреслити, що трупи тварин, загиблих внаслідок таких небезпечних інфекцій, як сибірська язва, сказ, чума та інші, підлягають обов'язковому спаленню із метою повного знешкодження тіла та недопущення розповсюдження інфекції.

Біотермічні ями, створені інженером Бекарі із ціллю знезараження міського сміття, ефективно знешкоджують також трупи тварин, адже сировина в них нагрівається до температур 65–70°C. В таких біотермічних ямах вже за 35–40 днів розпад завершується, і в результаті чого утворюється компост без запаху, придатний для застосування як добриво. Біотермічні ями Бекарі не потребують складних конструкцій, але мають бути побудовані на відповідних ділянках із низьким рівнем розміщення ґрунтових вод (12–13 метрів).

Закопування решток тварин на скотомогильниках є застарілим та малоефективним способом, що не гарантує повної біологічної безпеки та

може сприяти поширенню патогенних організмів. При похованні на скотомогильнику, труп розкладається спочатку в анаеробних умовах під дією мікрофлори, а згодом, при наявності повітря в ґрунті, починається процес тління та висихання, інтенсивність якого залежить від вологості ґрунту та проникнення повітря [26].

3.3. Вплив тваринницьких комплексів на здоров'я людини

Повітря у приміщеннях тваринницьких комплексів містить запахи, пил, потенційно небезпечні гази та мікроорганізми, які можуть негативно впливати на здоров'я респіраторних органів працівників ферм та населення, що проживає неподалік від великих підприємств утримання худоби. Було підтверджено підвищений ризик виникнення астми, риніту, дисфункції легенів та хронічної обструктивної хвороби легенів у працівників тваринницьких господарств [27]. Особливу небезпеку несуть мікроорганізми та ендотоксини – у повітрі тваринницьких комплексів виявлені стафілококи, стрептококи, кишкородібні бактерії, пліснява, гриби та дріжджі. Середня концентрація пилу у комплексах великої рогатої худоби становить 1,22 мг/м³, швидкість викиду – 20 мг/год в розрахунку на 500 кг живої ваги тварин. Основними джерелами викиду пилу є корми, підстилка для тварин та безпосередньо самі тварини, вони спричиняють розповсюдження пилу від клітин шкіри та частинок гною. Вплив, який частинки пилу здійснюють на здоров'я людини, залежить від природи утворення пилу, сполук, які містить пил та розміру частинок. Ті частинки, аеродинамічний діаметр яких становить менше 4 мкм, здатні проникати до гортані, трахеї, бронхів та навіть глибоко у легені людини. Водночас більші частинки осідають у носовій порожнині та носоглотці. Із частинками пилу в організм людини потрапляють мікроорганізми та ендотоксини, які провокують хронічні запальні процеси, розповсюдження інфекцій та алергічні реакції. Найбільшого впливу працівники тваринницьких комплексів зазнають під час обробки корму, розподілу підстилки та безпосередньо у процесі догляду за

тваринами. Перші два фактори також підвищують ризик розвитку онкологічних захворювань, що може бути обумовлено наявністю залишків пестицидів, гербіцидів та фунгіцидів у кормах, які разом із пилом потрапляють у дихальні шляхи та накопичуються в організмі [28]. Фурани, діоксини, поліхлоровані броміди та інші стійкі забруднювачі потрапляють до організму люди через споживання тваринницької продукції. Основним джерелом цих сполук у раціоні тварин є забрудненні пестицидами корми, комбікорми та пасовища. Унаслідок повторного використання жиру від таких тварин у годівлі інших тварин, концентрація небезпечних речовин збільшується, вони біоакумулюються у жировій тканині худоби. Згодом, при споживанні м'яса та молочних продуктів, ці токсичні сполуки надходять до організму людини. Діоксини та подібні їм сполуки характеризуються канцерогенною активністю та впливають на розвиток нервової системи плода та дітей раннього віку [29]. Дослідження канцерогенного впливу тваринництва на працівників галузі у Фінляндії свідчать, що у фермерів тваринницьких комплексів ризик розвитку раку легенів є найнижчим серед усіх працівників сільськогосподарського сектору, проте робота із залишками гербіцидів та пестицидів у кормах, зокрема гліфосату, та віруси тварин збільшують ризик розвитку мієломної хвороби та пухлин у мозку [30]. Певна група пестицидів, ГХБ (гексахлорбензол) та фунгіциди, залишки яких містяться в кормах та підстилкових матеріалах, підвищують ризик захворюваності на гіпотиреоз та рак щитовидної залози [31].

Тваринництво є одним із ключових факторів зростання ризику виникнення та **розповсюдження зоонозних інфекцій**: сальмонельозу, кампілобактеріозу, лептоспірозу, туберкульозу, грипу А/Н5N1 та коронавірусів. Утримання великої кількості тварин у замкнених приміщеннях сприяє стрімкому поширенню патогенних мікроорганізмів серед поголів'я, створюючи сприятливі умови для мутацій вірусів і бактерій. Особливо небезпечними є контакти з екскрементами, виділеннями, забрудненою водою або повітрям, що насичене мікроаерозолями.

Ще однією нагальною проблемою галузі, яка обумовлює негативний вплив тваринництва на організм людини є антимікробна резистентність (далі – АМР). Антимікробні засоби — це речовини, які застосовуються для профілактики, контролю та лікування інфекційних захворювань у людей, тварин і рослин. До цієї групи належать антибіотики, фунгіциди, противірусні засоби та паразитициди. За оцінками, у 2019 році 1,27 мільйона смертей населення планети були безпосередньо спричинені, а ще 4,95 мільйона — пов'язані з бактеріальною стійкістю до антимікробних препаратів. У ветеринарії антибіотики використовують для профілактики, контролю та лікування інфекційних хвороб у тварин. Однак вони застосовуються і як кормові добавки для стимулювання росту, що не має ветеринарного обґрунтування. Наслідки неналежного або надмірного використання антибіотиків включають не лише передачу антибіотикорезистентних бактерій від тварин до людей, але й поширення їх через продукти харчування та навколишнє середовище — зокрема через забруднену воду або сільськогосподарські культури, вирощені з використанням забрудненого гною. Практика застосування антибіотиків для стимулювання росту тварин є забороненою в Україні, але залишається поширеною у 40 країнах світу, зокрема, у США, Китаї, Індії, Бразилії тощо[32].

3.4. Результати аналізу проб ґрунтів на вміст важких металів

Для дослідження рівня забруднення ґрунтів важкими металами: цинк (Zn), мідь (Cu), свинець (Pb), кобальт (Co) і хром (Cr), було обрано два тваринницьких комплекси – Німеччині та в Україні, що спеціалізуються на розведенні великої рогатої худоби. Перший комплекс (рис. 3.6) знаходиться на території землі Саксонія, Німеччина. Загальна площа господарства становить 5,7 га, кількість поголів'я — до 50 голів великої рогатої худоби (ВРХ) м'ясного напрямку.



Рис. 3.6 Місце відбору зразків ґрунту №1 та №2

Основною спеціалізацією комплексу є вирощування корів м'ясних порід. Худоба утримується безприв'язно, на солом'яній підстилці. Територія розташована в зоні помірного клімату; зі східного боку комплекс безпосередньо прилягає до річки Чопау. Найближчий населений пункт із чисельністю населення близько 2500 осіб розташований на відстані приблизно 700 метрів від меж комплексу. У межах території було відібрано дві проби ґрунту з глибини до 20 см: пробу 1 — поблизу місця накопичення гною, на відстані приблизно 2 м від джерела впливу, пробу 2 — на ділянці випасу.

Другий тваринницький комплекс для дослідження — ТОВ «Агрофірма Соняшник» (рис. 3.7), що розташований у селі Великі Кринки Глобинської громади, Полтавська область, Україна.



Рис. 3.7 Місце відбору зразків ґрунту №3 та №4

Населення с. Великі Кринки становить 2313 осіб. Господарство утримує понад 500 голів великої рогатої худоби молочного напрямку. Загальна площа тваринницького комплексу становить 26 га, а під вирощування кормових культур додатково використовується ще близько 400 га орних земель. ВРХ утримується безприв'язно, на глибокій солом'яній підстилці. Комплекс розташований на території з типовими для регіону агрокліматичними умовами, характерними для лісостепової зони центральної України. Відбір ґрунтових зразків проводився у березні 2025 року з глибини до 20 см. Перша проба ґрунту була відібрана на відстані близько 1 метра від загону утримання ВРХ, а друга — поблизу місця накопичення гною, на відстані 1 м від джерела впливу.

За допомогою методу атомно-абсорбційної спектрофотометрії було визначено концентрацію рухливих форм важких металів у ґрунтах, з територій двох тваринницьких підприємств, що спеціалізуються на утриманні ВРХ та виробництві відповідної продукції. Важкі метали мають здатність до акумуляції в організмі худоби та потім до накопичення у екскрементах. Zn широко застосовується у ветеринарній практиці як компонент кормових добавок, вітамінно-мінеральних комплексів і преміксів. Введення цинку до раціону тварин сприяє нормалізації обміну речовин та стимулює імунну відповідь, однак надлишкові дози не засвоюються повністю і виводяться з організму з екскрементами. У результаті цього Zn накопичується в гної, що при тривалому застосуванні на полях сприяє підвищенню його концентрації в ґрунті. Крім того, джерелом Zn можуть бути оцинковані металеві конструкції, які зазнають корозії, особливо за умов постійного зволоження та дії агресивного середовища. Cu також входить до складу багатьох кормових добавок, оскільки бере участь у ферментативних процесах, синтезі білків і кровотворенні. Крім того, Cu може бути присутньою у складі засобів для обробки шкіри та дезінфекційних речовин, які використовуються в тваринницьких приміщеннях. При неналежному

зберіганні або утилізації таких речовин існує ризик контамінації навколишнього середовища, зокрема ґрунтів. Рb може потрапляти до ґрунтів тваринницьких комплексів внаслідок використання застарілих будівельних матеріалів, зокрема фарби із вмістом свинцю. Со відіграє важливу роль у метаболізмі жуйних тварин, зокрема у синтезі вітаміну В₁₂ у шлунку ВРХ, тому входить до складу кормових добавок. Джерелом Со можуть також бути мінеральні добрива, які використовуються для підвищення врожайності кормових культур. Сr у довкілля тваринницьких господарств надходить здебільшого як складова частина мийних та дезінфекційних засобів, які застосовуються під час санітарної обробки приміщень для тварин. Також потенційним джерелом є зношене обладнання з хромовмісних сплавів, наприклад, нержавіючої сталі. [28–31,33–34].

Дослідження зразків ґрунту виконувалося у навчально–дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень ННІ екології. Результати дослідження відображені у табл. 3.1. Дослідження передбачали визначення концентрацій рухомих форм важких металів у 4 зразках ґрунту, відібраних на території двох тваринницьких комплексів, що спеціалізуються на розведенні великої рогатої худоби, але відрізняються за типом ведення господарювання. Господарство в Німеччині є прикладом помірного випасу, тоді як комплекс в Україні демонструє модель інтенсивного тваринництва.

Місце відбору проби:

Фермерське господарство, Німеччина (рис. 3.6)

Проба 1 – біля місця накопичення гною

Проба 2 – на полі випасу

Фермерське господарство, Україна, Полтавська обл. (рис. 3.7)

Проба 3 – біля корівника

Проба 4 – біля місця накопичення гною

Таблиця 3.1

Результати дослідження проб ґрунтів з тваринницьких комплексів
в Україні та Німеччині, мг/кг

Назва речовини	Проба 1 Німеччина	Проба 2 Німеччина	Проба 3 Україна	Проба 4 Україна	ГДК Україна
Цинк	4,12	3,54	24,13	23,87	23,0
Мідь	1,48	1,58	5,25	4,13	3,0
Свинець	3,21	3,01	6,28	3,68	6,0
Кобальт	0,38	0,482	3,84	3,73	5,0
Хром	4,2	4,3	5,21	5,33	6,0

У Німеччині в обох зразках ґрунту зафіксовано відносно низькі концентрації важких металів: Zn — 4,12 та 3,54 мг/кг відповідно, Cu — 1,48 та 1,58 мг/кг, Pb — 3,21 та 3,01 мг/кг, Co — 0,38 та 0,482 мг/кг, Cr — 4,2 та 4,3 мг/кг. Усі значення залишаються нижчими за гранично допустимі концентрації (ГДК), що свідчить про мінімальний навантаження на ґрунти в умовах щадного способу ведення тваринництва. Можна зробити висновок, що у німецькому господарстві використовується ефективна система управління відходами, що пов'язано із екологічно орієнтованим веденням господарства.

На відміну від цього, українське господарство, що практикує інтенсивне утримання великої кількості худоби, показало вищі рівні забруднення ґрунту. Проба 3 (біля корівника) містила 24,13 мг/кг Zn, що у 1,05 рази перевищує ГДК. Cu — 5,25 мг/кг, при ГДК 3,0 мг/кг — перевищення майже у 2 рази. Pb — 6,28 мг/кг, при ГДК 6,0 мг/кг — перевищення у 1,05 рази. Перевищення ГДК не виявлено при вимірюванні Co — 3,84 мг/кг (ГДК 5,0 мг/кг), Cr — 5,21 мг/кг (ГДК 6,0 мг/кг). У пробі 4 (біля місця накопичення гною) вміст Zn становив

23,87 мг/кг, перевищення у 1,03 рази. Cu — 4,13 мг/кг перевищення майже у 1,5 рази. Pb — 3,68 мг/кг, Co — 3,73 мг/кг, Cr — 5,33 мг/кг – перевищення ГДК не зафіксовано. Проби, відібрані в українському комплексі мали значно вищу концентрацію, ніж проби ґрунту з території німецького комплексу. Зокрема, рівень Zn у пробах ґрунту 3 та 4 був більшим майже у 6 разів, ніж у пробах ґрунту з німецького комплексу. Вміст Cu у пробах 3 та 4 перевищував концентрації металів у 3,5 рази та 2,5 рази, ніж у пробах 1 та 2. Концентрація Pb у пробі 3 була вищою у 2 рази ніж у пробі 1 та 2. Вміст Co у пробах 3 та 4 був вищим майже у 10 разів, ніж у пробах 1 та 2.

Результати дослідження свідчать, що інтенсивне тваринництво створює значно більший ризик для забруднення ґрунтів важкими металами порівняно з помірним випасом. Інтенсивний спосіб ведення господарства є причиною виникнення більшої кількості відходів, зокрема екскрементів, сечі та гною, з ними виходять акумульовані важкі метали із організму тварини. При більшому поголів'ї великої рогатої худоби відповідно залучається більша кількість ресурсів, а саме кормів та кормових добавок, які містять важкі метали. З огляду на ситуацію на тваринницькому комплексі в Україні, можна припустити, що використовується неефективний спосіб утримання худоби – на глибокій підстилці. У соломі накопичується гній, який підвищує концентрацію важких металів та їх розповсюдження. Окрім того, підстилка не вивозиться регулярно, що спричинило деградацію дерновинного горизонту та зменшення його буферної здатності. Цей фактор, в свою чергу, тільки сприяє міграції важких металів у ґрунтовий профіль.

ВИСНОВКИ

1. Галузь тваринництва в Україні на сьогодні має негативні тенденції розвитку, про що свідчить скорочення поголів'я великої рогатої худоби у 11 разів станом на 2024 р. відносно 1991 року. Для оновлення галузі тваринництва у 2025 р. було схвалено Концепцію Державної цільової економічної програми розвитку тваринництва на період до 2033 року.

2. У процесі дослідження були використані методи аналізу літературних джерел, статистичний метод для обробки баз даних щодо утворення відходів, методи польових досліджень під час відбору ґрунтових проб, використано космічні знімки, візуальний моніторинг стану довкілля, а також лабораторний метод атомно–абсорбційної спектрофотометрії для визначення вмісту важких металів Zn, Cu, Pb, Co, Cr у ґрунтах.

3. Тваринництво є важливою складовою продовольчої безпеки, забезпечуючи близько 33% білка в харчуванні населення. Водночас воно спричиняє значний антропогенний вплив: на тваринництво припадає 14,5% глобальних викидів парникових газів (CH_4 – 50%, N_2O – 24%, CO_2 – 26%). Інтенсивне використання пасовищ призвело до деградації 20–30% їх площ у світі. Близько 70% водних ресурсів, що використовуються в сільському господарстві, спрямовані на потреби тваринництва, з яких 98% – на вирощування кормів.

4. Основна маса відходів галузі тваринництва формується з екскрементів, сечі та гною. У 2020 році їх обсяг в Україні сягнув 2 486 690 т (включно із сіном та соломою). Через потенційну небезпеку стоків для навколишнього середовища необхідним є їх знезараження шляхом хімічної, термічної, біологічної чи механічної обробки. Методами обробки напіврідкого та підстилкового гною є біологічне очищення та компостування. Для очистки рідкого гною застосовують методи компостування, відстоювання, окислення в лагунах та ставках, очищення в аеротенках та метантенках, окислення в траншеях, теплові, іонізуючого опромінення та

гідродинаміки, дезінфекції рідкого гною хлорним вапном, озоном, формальдегідом тощо.

5. Ефективним заходом утилізації є анаеробне зброджування гною із отриманням біогазу, процес вироблення якого займає 7–20 днів. Біогазові установки можуть забезпечувати енергонезалежність господарств, знижують витрати, використовують відновлювальну біомасу та можуть бути установлені на кожному сільськогосподарському комплексі.

6. Повітря у тваринницьких приміщеннях містить пил, аміак, сірководень, а також мікроорганізми, що можуть впливати на здоров'я працівників. Крім того, тваринництво є чинником поширення зоонозних інфекцій (сальмонельоз, туберкульоз, грип А/Н5N1, коронавіруси) і сприяє зростанню антимікробної резистентності внаслідок широкого застосування антибіотиків.

7. Під час досліджень, виконаних на території двох тваринницьких господарств – у Німеччині (помірне пасовищне тваринництво) та Україні (інтенсивне тваринництво), – проаналізовано 4 проби ґрунту. Найвищі концентрації важких металів виявлено у зразках, відібраних поблизу місць накопичення гною. У господарстві в Україні проби 3 та 4 показали максимальну концентрацію важких металів, перевищення ГДК було зафіксоване при вимірюванні концентрацій Zn – у 1,05 разів у пробі 3 та у 1,03 рази у пробі 4. Перевищення ГДК за Cu – майже у 2 рази у пробі 3 та майже у 1,5 рази у пробі 4. Перевищення ГДК за Pb у пробі 3 – у 1,05 разів. Дані свідчать про вищий вплив на ґрунти у господарствах з інтенсивним способом веденням тваринництва. Рівень Zn у пробах 3 та 4 був більшим майже у 6 разів, ніж у пробах 1 та 2 (у німецькому комплексі). Вміст Cu у пробах 3 та 4 перевищував концентрації ВМ у 3,5 рази та 2,5 рази відповідно. Концентрація Pb у пробі 3 була вищою у 2 рази, ніж у пробі 1 та 2. Вміст Co у пробах 3 та 4 був вищим майже у 10 разів, ніж у пробах 1 та 2.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурлака Н.І. Шляхи розвитку галузі тваринництва в Україні. *Збірник наукових праць ВНАУ. Безпека продуктів харчування та технологія переробки*. Вінниця, 2013. Вип. 1. С. 69 – 76.
URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/6787.pdf>.
2. Палапа Н.В., Білотіл В.Ю., Гончар С.М. Сільські території України: сучасний стан, проблеми, шляхи розв'язання. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2023. №1. С. 53 – 65.
URL: <https://surl.li/fyoilp>.
3. Палапа Н.В., Пронь Н.Б, Устименко О.В. Промислове тваринництво: еколого–економічні наслідки. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2016. №3. С 64 – 67.
URL: http://www.irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Zp_2016_3_12
4. Брик, М. М. Сучасний стан та перспективи розвитку галузі тваринництва в Україні. Економічний аналіз. Тернопіль, 2018. Том 28. № 4. С. 331-337.
URL: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/download/1649/6565656727>.
5. Тваринництво України 2023. *Державна служба статистики України*. 2023. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_tv_2021.pdf.
6. Корицька А.Є., Онопрієнко А.В. Досягнення цілей сталого розвитку в Україні. *Інноваційний розвиток інформаційного суспільства: Економіко-управлінські, правові та соціокультурні аспекти*: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., Чернігів, 2018. С 23 – 25.
URL: https://stu.cn.ua/wp-content/uploads/2021/06/2018-zbirnyk-tez-konferencziyi-innovacijnyj-rozvytok-2-12.12.2018-na-sajt_compressed.pdf#page=23.

7. Про схвалення Концепції Державної цільової економічної програми розвитку тваринництва на період до 2033 року. *Кабінет Міністрів України*. Київ, 2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/76-2025-%D1%80#Text>.
8. Шаманська О.І. Формування системи інноваційно-орієнтованого розвитку аграрних підприємств. *Інвестиції: практика та досвід*. Київ, 2018. № 19. С 17 – 23. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/19_2018/5.pdf.
9. Kistanova, E., Yotov, S., Zaimova, D. Intelligent Animal Husbandry: Present and Future. *Animals*. 2024. №14. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/11/1645>
10. Канівець Х.О., Коробченко А.О., Проценко С.В. Тенденції розвитку галузі тваринництва в умовах цифрової трансформації. *Таврійський науковий вісник*. № 121. С 133 – 139.
URL: https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/121_2021/21.pdf.
11. Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2023. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/agrarbericht-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=9.
12. Klimaschutz in der Tierhaltung. *Die Agentur für Erneuerbare Energien*. 2023. №66. P. 1–11. URL: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/6211.AEE_RenewsKompakt_Tierhaltung_Dez23.pdf
13. Rojas-Downing M.M., Nejadhashemi A.P., Harrigan T., Sean A. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*. 2017. Vol. 16. P. 145–163.
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221209631730027X/pdf?md5=d85ef2a5e1bf840b35f28d1645629ac0&pid=1-s2.0-S221209631730027X-main.pdf>
14. Cheng M., McCarl B., Fei C. Climate Change and Livestock Production: A Literature Review. *Atmosphere*. 2022. №13.
URL: <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/1/140>.

15. Ревенко І.І., Хмельовський В.С., Заболотько О.О., Ребенко В.І. Проектування технологічних процесів у тваринництві: Підручник. Київ: ЦП «Компринт», 2018. – 292 с.

URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5f52fc0c-108b-4952-9868-ba17a3754712/content>.

16. Steinfeld, Henning, Gerber, Pierre J. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. Rome, 2006.

URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/36ade937-4641-46ed-aac4-6162717d8a7f/content>.

17. Lai, Liming, Kumar, Sandeep. A global meta-analysis of livestock grazing impacts on soil properties. *PLOS ONE*. 2020. Vol.15.

URL: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0236638&type=printable>.

18. Centeri C. Effects of Grazing on Water Erosion, Compaction and Infiltration on Grasslands. *Hydrology*. 2022. Vol. 9, No 34.

URL: <https://www.mdpi.com/2306-5338/9/2/34>.

19. Палапа Н. В. Промислове тваринництво: еколого-економічні наслідки. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 3. С. 64–67.

URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Zp_2016_3_12.

20. Heinke J., Lannerstad M., Gerten D., Havlík P., Herrero M., Notenbaert A. M. O., et al. Water use in global livestock production—Opportunities and constraints for increasing water productivity. *Water Resources Research*. 2020. Vol. 56.

URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019WR026995>.

21. Державна служба статистики України. Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки за категоріями матеріалів.

URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.

22. Біотехнологія відходів тваринницьких підприємств: монографія. Захаренко М.О., Яремчук О. С., Шевченко Л.В., Поляковський В.М., Михальська В.М., Малюга Л.В., Коваленко В.О. Київ. 2015. 380 с.
URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/19557.pdf>.
23. Братішко В.В., Антонюк М.М., Мисюра В.Ю. Способи видалення гною з тваринницьких приміщень. *Крамаровські читання: зб. тез міжнар. наук.-техн. конф.* Київ, 2019. С. 98–100.
URL: <https://dglip.nubip.edu.ua/bitstreams/fa2168ac-9d5d-45c8-8def-3c90946d19d5/download#page=98>.
24. Бородай В.П., Кривохижа Є.М., Чуприна Д.С. Огляд сучасних технологій переробки гною у скотарстві. *Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва. AGROECOLOGICAL JOURNAL*. 2020. №. 2. С. 112 – 199. URL: <http://tta.org.ua/index.php/2077-4893/article/view/207689>.
25. Марцинкевич В., Коломієць Н. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування. *Національний екологічний центр України*. 2015. С. 1–24.
URL: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/Biogaz_A4_web-2.pdf.
26. Дубін О. М. Утилізація трупів тварин та знезаражування гною. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*.
URL: <https://lib.udau.edu.ua/bitstreams/1e66b2c4-3b56-47a8-9e14-4d206a9235b0/download>.
27. Sigsgaard T., Basinas I., Doekes G. Respiratory diseases and allergy in farmers working with livestock: EAACI position paper. *Clin Transl Allergy*. 2020.No 10. Vol. 29. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13601-020-00334-x>.
- 28.Boxall A.B., Kay P., Blackwell P.A. Livestock Farming and the Environment: Proceedings of Workshop 4 on Sustainable Animal Production. *Environmental Science, Agricultural and Food Sciences*. Hannover, 2000.
URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/zi025653.pdf#page=46.

29. Walker P., Rhubart-Berg P., McKenzie S., Kelling K., Lawrence R.S. Public health implications of meat production and consumption. *Public Health Nutrition*. 2005.

URL:<https://www.cambridge.org/core/journals/public-health-nutrition/article/public-health-implications-of-meat-production-and-consumption/B22CB5C2097A13C6745A94B6D6B81284>.

30. Laakkonen, A., Pukkala, E. Cancer incidence among Finnish farmers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. No 34(1). P. 73–79.

URL:https://www.jstor.org/stable/40967692?read-now=1&seq=6#page_scan_tab_contents.

31. Aschebrook-Kilfoy B., Ward M. H., Della Valle C. T., Friesen M. C. Occupation and thyroid cancer. *Occupational and Environmental Medicine*. No 71(5). P. 366–380.

URL:https://www.jstor.org/stable/43869877?read-now=1&seq=13#page_scan_tab_contents.

32. Red and processed meat in the context of health and the environment: many shades of red and green. Information brief. *World Health Organization*. Geneva, 2023.

URL:<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/370775/9789240074828-eng.pdf?sequence=1>.

33. Tahir I., Alkheraije K. A review of important heavy metals toxicity with special emphasis on nephrotoxicity and its management in cattle. *Front Vet Sci*. 2023. URL:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10090567/>.

34. Angon P.B., Shafiul Islam Md., Shreejana K.C., Arpan D., Anjum N., Poudel A., Suchi S.A., Sources, effects and present perspectives of heavy metals contamination: Soil, plants and human food chain, *Heliyon*, 2024. Vol.10. No 7.

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024043883>