

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор
_____ Андрій КУЗИК
«__» _____ 2023 року

ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Вплив свинокомплексів на стан навколишнього природного середовища на прикладі ТзОВ «Барком»

Виконав:
здобувач 4 курсу групи ЕК-41
спеціальності 101 Екологія
Костельна Х.Ю.
Керівник:
викл. Кочмар І.М.
Рецензент:
к.с.-г.н. О.Є. Ошуркевич-Панківська

Львів – 2023 року

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор
_____ Андрій КУЗИК
«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу

Здобувачу _____ Костельній Христині Юріївні _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема «Вплив свинокомплексів на стан навколишнього природного середовища на прикладі ТЗОВ «Барком»

керівник роботи Кочмар Ірина Миколаївна, викладач кафедри ЕБ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛДУ БЖД від “07” лютого 2023 року №74 од

2. Термін подання здобувачем роботи 29 травня 2023 року

3. Початкові дані до роботи

1) Войцицький А. П., Дубровський В.П., Боголюбов В.М. Техноекоекологія : підручник / за ред. В. М. Боголюбова. К. : Аграрна освіта, 2009. 533 с.

2) Жукорський О. М., Никифорок О. В. Галузь свинарства – реальна та прогнозована загроза для довкілля. Агроекологічний журнал. 2013. № 3. С. 102-107. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2013_3_21

3) Тваринництво в Україні: вплив на довкілля. *ЕПЛ*: веб-сайт. URL: http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2021/06/vidhody_tvarynnztva.pdf

4). Тваринництво України. Державна служба статистики України. Київ. 2022. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_tv_2021.pdf

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

- 1) Агропромисловий комплекс Львівської області
- 2) Вплив тваринницьких комплексів на довкілля

3) Діяльність ТзОВ „Барком“ та його вплив на стан довкілля

5. Перелік графічного матеріалу: презентація Microsoft Power Point

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Шуплат Т.І., к.с.-г.н., викладач кафедри екологічної безпеки ЛДУ БЖД		

7. Дата видачі завдання 01.03.2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Агропромисловий комплекс Львівської області	01.03.23- 28.03.23	
2.	Вплив тваринницьких комплексів на довкілля	03.04.23- 28.04.23	
3.	Діяльність ТзОВ „Барком“ та його вплив на стан довкілля	01.05.23- 29.05.23	
4.	Підготовка доповіді та презентації	29.05.23- 05.05.23	

Здобувач

(підпис)

Христина КОСТЕЛЬНА

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ірина КОЧМАР

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Костельна Х.Ю. «Вплив свинокомплексів на стан навколишнього природного середовища на прикладі ТзОВ «Барком». Дипломна робота бакалавра за спеціальністю 101 «Екологія». Складається з текстової частини, що містить 3 розділи, 62 сторінки, 11 рисунків, 3 таблиці, 35 літературних джерел.

Об'єкт – ТзОВ «Барком».

Мета роботи – аналіз чинників впливу діяльності свинокомплексів на навколишнє природне середовище.

Предмет роботи – екологічні проблеми впливу тваринницького комплексу на довкілля.

У роботі проаналізовано вплив тваринницьких комплексів на стан навколишнього природного середовища. Значну увагу зосереджено на утворенні побічних відходів тваринного походження, поділ їх на категорії та поводження з побічними відходами тваринного походження. Розглянуто методи очищення та утилізації гнойових стоків та заходи для зменшення негативного впливу діяльності свинокомплексів на довкілля.

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ПІДПРИЄМСТВА, ТВАРИННИЦТВО,
СВИНОКОМПЛЕКСИ, ТзОВ «БАРКОМ», ВІДХОДИ СВИНАРСТВА,
НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АГРОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1. Структура агропромислового комплексу	8
1.2. Сільське господарство Львівської області	9
1.3. Тваринництво Львівської області.....	14
РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОВКІЛЛЯ.....	17
2.1. Утворення побічних відходів тваринного походження	17
2.1.1. Категорії побічних продуктів тваринного походження.....	18
2.1.2. Поводження з побічними відходами тваринного походження	23
2.2. Викиди забруднюючих речовин від тваринницьких комплексів.....	28
2.3. Забруднення поверхневих та підземних вод	30
2.4. Надмірне внесення гною у ґрунти.....	33
2.5. Санітарно захисна зона та заходи для зменшення негативного впливу діяльності свинокомплексів на довкілля	35
РОЗДІЛ 3. ДІЯЛЬНІСТЬ ТЗОВ „БАРКОМ“ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА.....	40
СТАН ДОВКІЛЛЯ.....	40
3.1. Діяльність ТЗОВ «Барком».....	40
3.2. Вплив свинокомплексів ТЗОВ «Барком» на довкілля.....	433
3.3. Методи очищення та утилізації гнойових стоків	46
3.4. Біотехнологія переробки відходів тваринництва	49
3.4.1. Отримання біогазу	52
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

ВСТУП

Свинокомплекси, як сільськогосподарські підприємства, що спеціалізуються на вирощуванні свиней, мають значний вплив на стан навколишнього природного середовища. Цей вплив стосується різних аспектів, включаючи використання землі, водних ресурсів, енергії та викидів шкідливих речовин.

По-перше, свинокомплекси потребують великих площ землі для вирощування кормів для свиней. Це може призвести до зменшення природних екосистем, що може мати негативний вплив на біорізноманіття та знизити рівень збереження природних місць існування різних видів. По-друге, свинокомплекси використовують значні обсяги води для забезпечення питного режиму тварин та забігу, а також для очищення виробничих стоків. Це може призвести до виснаження водних ресурсів у вирощувальних районах та забруднення водних екосистем відходами свинокомплексів, такими як фекалії та хімічні речовини з використаною водою. По-третє, свинокомплекси споживають значні обсяги енергії для підтримки оптимальних умов вирощування свиней, таких як температура, освітлення та вентиляція. Використання енергозатратних систем може призводити до збільшення споживання природних ресурсів та збільшення викидів парникових газів, що сприяє глобальному потеплінню та змінам клімату.

Нарешті, виробництво свинини супроводжується викидами шкідливих речовин, таких як аміак, метан та азотні сполуки. Ці викиди можуть мати негативний вплив на якість повітря та впливати на здоров'я місцевих жителів та екосистеми навколишнього середовища. Загалом, свинокомплекси мають значний вплив на стан навколишнього природного середовища через використання землі, водних ресурсів, енергії та викидів шкідливих речовин. Для зменшення негативного впливу необхідно розвивати та впроваджувати сталі практики в галузі свиноводства, такі як ефективне використання ресурсів, зменшення викидів та використання екологічно чистих технологій.

Мета роботи – аналіз чинників впливу діяльності свинокомплексів на навколишнє природне середовище.

Об'єкт дослідження – ТзОВ «Барком».

Предмет дослідження – екологічні проблеми впливу тваринницького комплексу на довкілля.

Для виконання роботи поставлено наступні завдання:

- 1) Дати характеристику агропромислового комплексу Львівської області.
- 2) Проаналізувати основні чинники впливу тваринницьких комплексів на довкілля.
- 3) Зробити розгорнуту характеристику ТзОВ «Барком».
- 4) З'ясувати основні шляхи впливу свинокомплексів ТзОВ «Барком» на довкілля.

РОЗДІЛ 1.

АГРОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Структура агропромислового комплексу

Агропромисловий комплекс (АПК) – це складова частина національного господарства, що об'єднує низку сільськогосподарських, промислових, науково-виробничих, навчальних та інших підприємств. Діяльність АПК спрямована на одержання, транспортування, зберігання, переробку та реалізацію сільськогосподарської продукції [1].



Рис. 1.1. Структура агропромислового комплексу [2]

Галузева структура АПК відбиває галузевий і внутрігалузевий поділ праці в ньому. У ньому науково-технічний прогрес зумовлює виникнення нових галузей і виробництв. З їхнім утворенням ускладнюються економічні, технологічні та організаційно-господарські зв'язки між різними галузями агропромислового виробництва. В процесі комплексоутворення та поглиблення інтеграції об'єктивно формується сукупність галузей та окремих виробництв, які функціонують з метою виробництва певних видів продукції.

Функціональна структура агропромислового комплексу підпорядкована максимальному забезпеченню населення у продуктах харчування, а територіальна – максимальному використанню територіальних можливостей

для розвитку сільського господарства і харчової промисловості. Надзвичайно велика різноманітність природних умов і ресурсів (земельних, водних, кліматичних, біологічних та інших), їх поєднання в різних фізико-географічних зонах і районах зумовлює необхідність територіальної організації агропромислового виробництва, поглиблення спеціалізації на виробництві таких видів продукції, для яких вони мають найкращі природно-економічні умови і які обходяться їм якнайдешевше. Завдяки зональній, внутрізонній, обласній і районній спеціалізації окремі регіони втягуються у ринкові відносини, на базі яких розвивається ринок продовольства [2].

Ринок сільського господарства України є пріоритетним у розвитку економіки, становить найбільшу частку в експорті країни, а також має найбільший приріст порівняно з іншими галузями. Для вдосконалення діяльності ринку та створення потужного агропромислового комплексу, який продукує готову експортовану продукцію слід провести низку заходів у законодавстві України, підтримувати розвиток малих та середніх сільськогосподарських підприємств, використовувати програмний метод в аграрній політиці, здійснювати впровадження іноземного досвіду розбудови інноваційного ринку сільського господарства, раціонально використовувати земельні ресурси. Перелічені вище кроки забезпечать формування конкурентоспроможної сільськогосподарської галузі України [3].

1.2. Сільське господарство Львівської області

Сільське господарство – одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, що забезпечує людей продуктами харчування рослинного та тваринного походження, а переробні галузі – сировиною.

У зв'язку з багатими земельними ресурсами та сприятливими агрокліматичними умовами сільське господарство є однією з провідних галузей матеріального виробництва України. Це одна з найстаріших галузей виробництва – в ній зайнято майже 22% працездатного населення України, яка охоплює дві взаємопов'язані галузі:

1. *Рослинництво* (землеробство) – вирощування сільськогосподарських культур.

2. *Тваринництво* – вирощування свійських тварин для одержання продуктів харчування та сировини для харчової й легкої промисловості. Сільськогосподарські угіддя України становлять: орні землі – близько 55% від земельного фонду України; пасовища та сіножаті – майже 12%; сади та виноградники – майже 2 %.

Під час економічних реформ з'явилися нові форми власності на селі та нові типи сільськогосподарських підприємств:

- *фермерство* засноване на приватній власності;
- *агрофірми* та *агрокомбінати* – на приватно-кооперативній;
- *орендні підприємства*.

За умов будь-якої форми власності можна говорити про два шляхи розвитку сільськогосподарського виробництва: *екстенсивний* та *інтенсивний*.

За *екстенсивного* виробництва спостерігають кількісне збільшення продукції у разі незмінної (часто низької) якості за рахунок розширення посівних площ та залучення додаткових трудових ресурсів.

Інтенсивне ведення сільського господарства дозволяє за умов сталої кількості трудових ресурсів та площ угідь підвищувати як кількість, так і якість продукції. Сприяти цьому повинні значні капіталовкладення у механізацію, електрифікацію та хімізацію сільського господарства, широке залучення досягнень науки, що дозволить створювати нові, більш урожайні сорти рослин та вирощувати нові, більш продуктивні породи тварин, а також мінімізації негативного впливу на стан навколишнього природного середовища. Однією з умов виходу сільського господарства України з кризи є його переведення на інтенсивний шлях розвитку [4].

Площа сільськогосподарських угідь у Львівській області станом на кінець 2021 року представлена у (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Площа сільськогосподарських угідь у Львівській області [5].

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Усі сільськогосподарські угіддя	1263963	1263370	1262066	1261546	1261200	1260800	1240000	1241500
Рілля	795678	794683	793810	794121	793800	793400	770900	772600
Сіножаті	188005	188058	187890	187640	187600	187600	195400	195200
Пасовища	256534	256890	256546	255828	255800	255700	250700	250300
Багаторічні насадження	23031	23023	23105	23242	23300	23400	22800	23200

Упродовж 10 останніх років відбувається позитивна динаміка розвитку сільського господарства: з 2010 року обсяг продукції сільського господарства (у постійних цінах 2016 року) зріс на 44,9% і досяг у 2020 році 24,0 млрд. грн.

Відносно 2019 року продукція сільського господарства зросла на 4,4%, у підприємствах – на 7,3%, у господарствах населення – на 1,6%.

Половину продукції сільського господарства виробляють господарства населення – 50,5% у 2020 році, а підприємства – 49,5%.

У загальному обсязі продукції сільського господарства зростає частка підприємств: у 2020 році – 49,5%, у 2019 році – 48,1%, у 2010 році – 30,8%. Проте частка господарств населення у загальному обсязі ще залишається вагомою і становила у 2020 році 50,5% (у 2019 році – 51,9%, у 2010 році – 69,2%). Господарствами населення у 2020 році вироблено 46,2% продукції рослинництва і 61,0% – тваринництва [6].

Обсяг продукції сільського господарства зростає упродовж 5 останніх років. У 2021 році, за попередніми даними, обсяг сільськогосподарської продукції зріс на 5,6% відносно 2020 року, що забезпечило 16 місце серед регіонів (в Україні – на 14,4%).

Індекси сільськогосподарської продукції характеризуються наростаючим підсумком, відповідний період попереднього року=100% (рис. 1.2.)

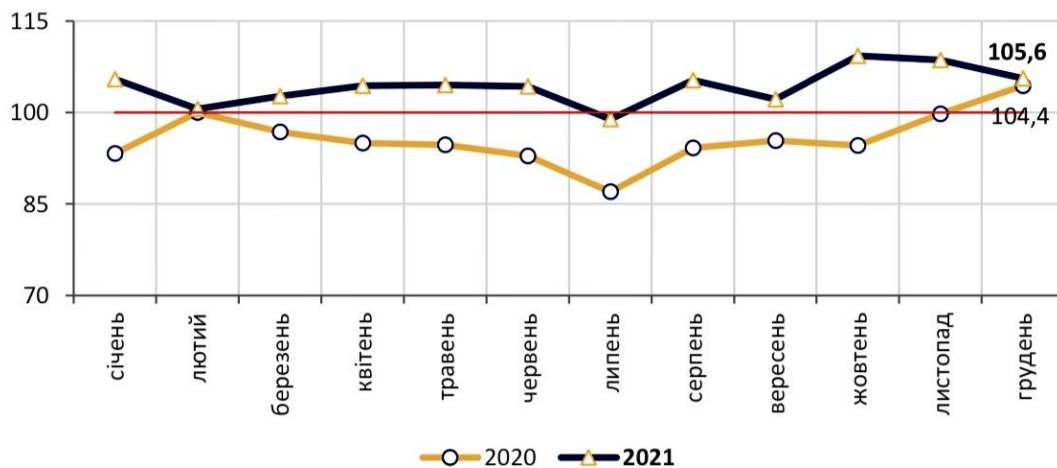


Рис. 1.2. Зростання обсягу продукції сільського господарства у відповідний період року [7].

Зростання відбулося у господарствах населення на 1,2% (за рахунок збільшення виробництва продукції рослинництва), у підприємствах – на 10,1% за рахунок збільшення виробництва продукції рослинництва і тваринництва (рис. 1.3).

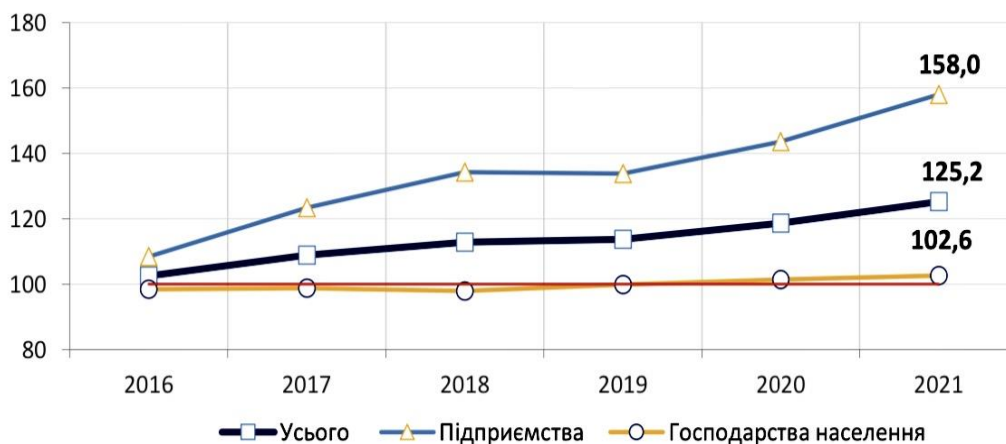


Рис. 1.3. Індекси сільськогосподарської продукції за період 2016 – 2021 років (2015 рік=100%) [7].

Відносно 2015 року продукція сільського господарства зросла на 25,2%, у тому числі у підприємствах – у 1,6 раза, у господарствах населення – на 2,6%.

Частка області у загальнодержавному обсязі продукції сільського господарства становила у 2021 році 3,6%. На 1 особу населення припадало 10,1 тис. грн продукції. Серед регіонів України за обсягом сільськогосподарського виробництва Львівська область посіла 17 місце, за обсягом у розрахунку на одну особу – 21 місце.

Зросла частка підприємств у загальному обсязі продукції сільського господарства: у 2021 році – 51,6%, що більше порівняно з 2015 роком на 10,7 в.п. Частка господарств населення у загальному обсязі суттєво зменшилась і вперше за багато років є меншою за половину – 48,4% (у 2015 році – 59,1%).

Господарства населення виробили у 2021 році менше половини продукції рослинництва (45,4%) та більше половини продукції тваринництва (55,8%).

Розподіл продукції сільського господарства у 2021 році за категорією господарства та за видом продукції (рис.1.4)



Рис 1.4. Розподіл продукції сільського господарства у 2021 році [7].

У сільському господарстві області переважає продукція рослинництва. З 2006 року частка продукції рослинництва у загальному обсязі продукції сільського господарства області перевищувала 50%, а з 2015 року – була у межах 65-71%.

Обсяг продукції рослинництва, за попередніми даними, у 2021 році відносно 2020 року збільшився на 6,0% (у 2020 році – на 6,1% більше), зокрема у підприємствах – на 7,5%, у господарствах населення – на 4,2%. Відносно 2015 року обсяг продукції рослинництва зріс на 36,0%. [7].

1.3. Тваринництво Львівської області

Тваринництво – галузь сільського господарства, що займається розведенням і використанням сільськогосподарських тварин. Воно забезпечує людей харчовими продуктами (молоко, масло, сир; близько 60 % білків, що їх споживає людина, – продукти тваринництва), дає сировину для легкої (вовна) і харчової, а також фармацевтичної промисловості, тяглову силу (кінь, віл), основне органічне добриво – гній [8].

За кількістю сільськогосподарських тварин на 1 січня 2021 року Львівська область серед областей України посіла:

- 3 місце за кількістю свиней;
- 5 місце – птиці свійської;
- 6 -7 місце – великої рогатої худоби;
- 8 місце – корів;
- 12 місце – овець та кіз.

Загалом в області налічується понад 120 підприємств галузі свинарства. У половини підприємств чисельність свиней, які утримуються, не перевищує 100 голів. Всього у 10 свинофермах області поголів'я на початок 2016 р. перевищувало 2 тис.

Ринок свинини Львівщини характеризується високим ступенем концентрації. Аналогічна ситуація склалася у більшості областей держави, де функціонують один-два крупних свинокомплекси, які формують до 60–70% пропозиції живих свиней на місцевих ринках. Найбільшими підприємствами, які вирощують свиней у регіоні є ТОВ «Галичина-Захід» та ТОВ «Барком». Чисельність свиноматок у них перевищує 5 тис. голів. За даним показником вони входять до десятки провідних підприємств галузі свинарства України.

Проте між ними є суттєва відмінність, яка полягає у принципах формування політики та стратегії розподілу виробленої продукції. Так, ТОВ «Барком», яке обрало горизонтальний тип диверсифікованого розвитку, проводить забій та переробку вирощених свиней на власних цехах. Одержана продукція формує сировинну базу для виробництва м'ясних товарів кінцевого споживання, з якими підприємство виходить на ринок. ТОВ «Галичина-Захід» займається розведенням, дорощуванням та відгодівлею свиней, яких продає м'ясопереробним підприємствам регіону, а також реалізує поросят іншим суб'єктам господарювання галузі для спеціалізованої відгодівлі [9].

Продукція тваринництва відносно 2020 року вироблено на 4,6% більше (у 2020 році – на 0,5%), у тому числі у підприємствах – на 18,6%, у господарствах населення – на 4,3% менше. Відносно 2015 року обсяг продукції тваринництва зріс на 5,0%. (рис 1.5)

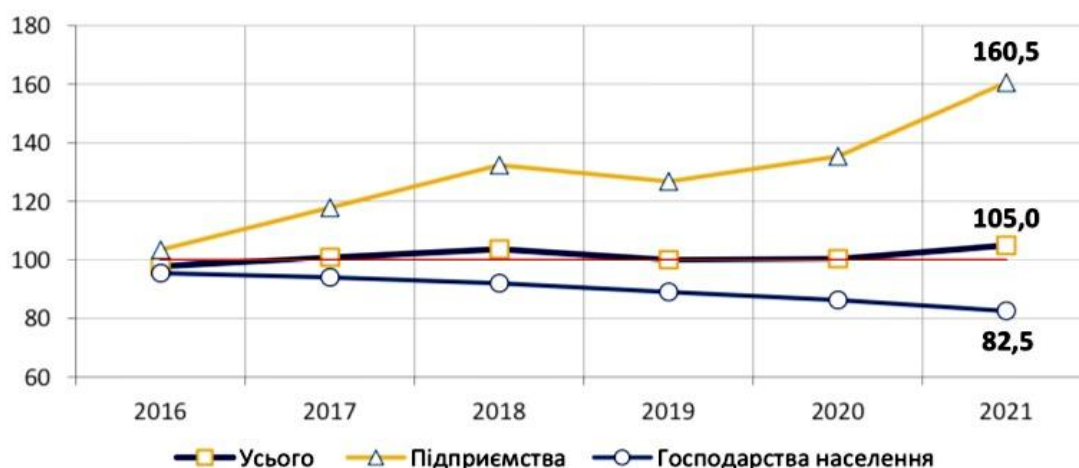


Рис. 1.5. Індекси обсягів продукції тваринництва (2015 рік=100%) [7].

У тваринництві відносно 1 січня 2021 року зменшилася кількість сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби – на 12,2%, у тому числі корів – на 10,5%, овець та кіз – на 6,3%, водночас збільшилась кількість свиней – на 20,0%, птиці свійської – на 12,3% (рис. 1.6).

Відносно 1 січня 2016 року у господарствах усіх категорій скоротилась

кількість великої рогатої худоби на 37,7%, у тому числі корів – на 41,5%, овець та кіз – на 2,3%. Збільшилась кількість птиці свійської на 40,5%, свиней – на 24,9%.

	Господарства усіх категорій		У тому числі			
			підприємства		господарства населення	
	тис. голів	у % до 1 січня 2021	тис. голів	у % до 1 січня 2021	тис. голів	у % до 1 січня 2021
Велика рогата худоба	126,7	87,8	14,8	91,4	111,9	87,4
у тому числі корови	75,9	89,5	6,4	92,8	69,5	89,2
Свині	435,3	120,0	312,7	134,8	122,6	93,7
Вівці та кози	29,8	93,7	4,7	78,3	25,1	97,3
Птиця свійська	11576,9	112,3	5776,2	126,0	5800,7	101,4

Рис. 1.6 Кількість сільськогосподарських тварин за категоріями господарств на 1 січня 2022 року [10].

Виробництво м'яса у 2021 році збільшилось у порівнянні із попереднім роком на 12,9% і становило 203,5 тис.т, у тому числі виробництво свинини – на 23,0%, м'яса птиці – на 18,4%.

Динаміка зміни кількості свиней у Львівській області у господарствах різної категорії наведена на рис. 1.7.

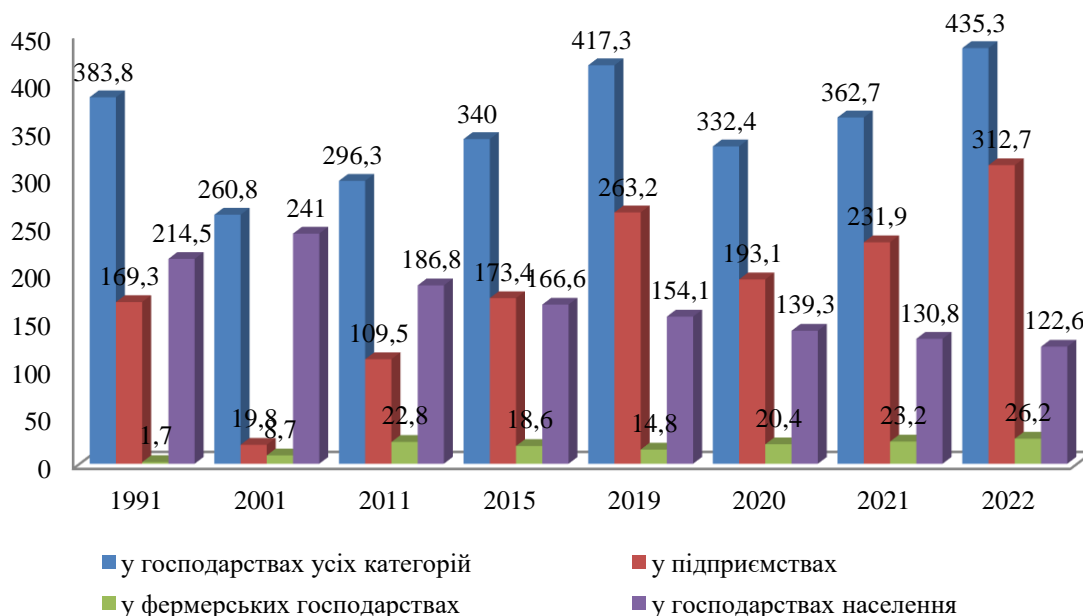


Рис. 1.7 Динаміка зміни кількості свиней у Львівській області (на 1 січня; тис. голів) [10].

РОЗДІЛ 2.

ВПЛИВ ТВАРИННИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ НА ДОВКІЛЛЯ

2.1. Утворення побічних відходів тваринного походження

Однією з найбільших екологічних проблем тваринницьких ферм є утворення великої кількості гною та посліду внаслідок життєдіяльності тварин. Кількість тваринних комплексів зростає з кожним роком у всьому світі. Не виключенням є і Україна, де станом на 2020 рік налічується близько 13 млн. голів худоби, загальне поголів'я свиней становить 5,7 млн., курей – 1,5 млн.

Якщо в середньому одна тварина утворює 10 кілограмів гною на добу, за рік може утворитися до 50 млн. тонн гною. Усього в Україні щороку утворюється близько 500 тис. тонн пташиного посліду [11].

Тому сучасна наука шукає шляхи вирішення питання про негативний вплив діяльності людини на біосферу. У результаті господарської діяльності людини навколишнє середовище забруднюється різними хімічними засобами інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, органічними відходами тваринницьких ферм та побічними продуктами тваринного походження.

Якщо звернутися до самого терміну, то побічні продукти тваринного походження – це туша або частини туш забитих, загиблих тварин, сировина та продукти тваринного походження, що не призначені або визнані не придатними для споживання людиною [12].

Поточна ситуація свідчить про повний колапс із належним поводженням із побічними продуктами тваринного походження: через низькі штрафи та неефективний державний контроль за тваринницькими комплексами гній вноситься фермерами неконтрольовано на поля, без дотримання вимог щодо його витримування, стерилізації, норм та методів внесення в ґрунт, що призводить до забруднення ґрунтів та водних ресурсів продуктами життєдіяльності тварин, поширення забруднення та смороду на сусідні домоволодіння [11].

У зоні тваринницьких комплексів основними проблемами, які мають екологічне значення, є евтрофікація водойм, можливе нагромадження патогенних мікроорганізмів, забруднення атмосферного повітря сірководнем, аміаком, молекулярним азотом та іншими сполуками.

Забруднення навколишнього середовища багато в чому визначають складом гнойових стоків, який залежить від таких основних факторів, як вид сільськогосподарських тварин, їх чисельність, якість і кількість кормів, ріст, стать та маса тварин, напрям тваринництва, спосіб утримання і способи видалення гною.

На кожній ділянці присутні забруднюючі речовини, але з різною питомою концентрацією. У свинарниках утворюються такі основні газоподібні забруднюючі речовини, як пил від кормів та свиней, вуглекислий газ, пари вологи, аміак, сірководень, меркаптани та мікроби. У пунктах перероблення гною на сховищах в основному виділяється аміак та сірководень [13].

При зберіганні гною, компосту або рідкого гною на майданчиках або резервуарах відбувається втрата азоту в кількості 5-10% відбувається втрата азоту при внесенні його в ґрунт [14].

Газоподібні продукти розкладання гною здатні проникати у вищі шари атмосфери, завдяки перешаруванню та турбулентному руху повітря, і переноситься на значні відстані. Мікробне забруднення повітря концентрується і поширюється атмосферними потоками повітря на значну відстань у вигляді полідисперсних аерозолів [15].

2.1.1. Категорії побічних продуктів тваринного походження

Побічні продукти тваринного походження залежно від ступенів ризику для здоров'я людини та самих тварини можна розділити на три категорії:

До I категорії побічних продуктів тваринного походження належать:

- Туші тварин та частини туш, включаючи шкіру тварин, у яких була підозра на зараження губчастоподібною енцефалопатією;
- Туші тварин, яких забили (або які загинули) в наслідок заходів з ліквідації після зараження губчастоподібною енцефалопатією;

- Туші тварин, яких використовували в наукових цілях;
- Туші диких тварин, які мали підозру на хвороби, які можуть передаватися людям та тваринам;
- Туші всіх тварин, які розводилися та трималися в цирку або зоопарку;
- Уся туша або певні частини туш тварин, які загинули, але в них не було видалено так званий ризиковий матеріал на момент утилізації;
- Побічні продукти тваринного походження, які збиралися після очищення стічних вод відповідно до правил ветеринарно-санітарних заходів з подальшою переробкою, обробленням, в умовах підприємств, де видаляється такого роду ризиковий матеріал;
- Особливо небезпечні побічні продукти тваринного походження, які за законодавством не підлягають утилізації (заражені збудниками сибірки, чуми великої рогатої худоби, емфізематозного карбункула, ящура, сказу, туляремії, злякисного набряку, правця, катаральної лихоманки великої рогатої худоби і овець, ботулізму, африканської чуми свиней, сапу, геморагічної хвороби кролів, міксоматозу);
- Суміші побічних продуктів тваринного походження, що належать до I категорії, з побічними продуктами тваринного походження, що належать до II і III категорій.

Отож, варто зазначити, що побічні продукти тваринного походження, що належать до I категорії, підлягають обов'язковому видаленню, а експорт таких побічних продуктів тваринного походження I категорії на територію України суворо заборонений.

До II категорії побічних продуктів тваринного походження відносяться:

- Туші тварин та частини туш, виключенням є тільки продукти III категорії, від тварин, які загинули від різного виду інфекційних хвороб, включаючи і тих тварин, у яких виявлено підозру зараження та/або захворювання, а також весь репродуктивний матеріал тварин, який не призначений для селекційних цілей (ембріони, плоди, відходи інкубації, які були отримані від заражених тварин);

- Побічні продукти тваринного походження, в яких виявлено забруднюючі речовини, з перевищеним допустимим рівнем (допустимий рівень речовин встановлений законодавством);
- Продукти тваринного походження, які за ветеринарними висновками визнані непридатними для споживання людиною чи тваринами через зараження інфекційними хворобами;
- Залишки тварин, зібрані в наслідок очищення стічних вод згідно з ветеринарно-санітарними нормами з переробки та оброблення, побічних продуктів тваринного походження, які відповідають II категорії, або з боєнь тварин, крім тих, які є побічними продуктами тваринного походження, що відносяться до I категорії, або контактували з такими побічними продуктами тваринного походження;
- Всі продукти тваринного походження, які або імпортовані або експортовані в/з країни, але при цьому не відповідають вимогам українського законодавства щодо їх якості та безпеки харчових продуктів;
- Гній тварин;
- Суміші побічних продуктів тваринного походження, що належать до II категорії, з побічними продуктами тваринного походження, що належать до III категорії.

Побічні продукти тваринного походження, що належать до категорії II, підлягають обов'язковій переробці:

1. Переробці на різного роду органічні добрива після обов'язкової стерилізації під тиском;
2. Перетворені на біогаз або компостовані після обов'язкової стерилізації під тиском або обробці іншими методами (для яєць та яйцепродуктів, молока та молочних продуктів, при умові якщо компетентними органами не встановлено ризику поширення інфекційних хвороб на людину);
3. Обробці шляхом стерилізації під тиском або іншими методами та використанні для хірургічного, фармацевтичного, промислового або сільськогосподарського виробництва, крім виробництва кормів.

До III категорії побічних продуктів тваринного походження варто відносити:

- Туші тварин та частини або органи тварин та птиці сільськогосподарського призначення, диких тварин, які за результатами передзабійного огляду визнані компетентними органами придатними для споживання людиною, однак після забою з будь-яких причин не використані для споживання людей, окрім жуйних тварин, що потребують дослідження на губчастоподібну енцефалопатію;

- Туші жуйних тварин та частини таких тварин, які пройшли дослідження на губчастоподібну енцефалопатію та отримали негативний результат, у тому числі роги і копита, шкіра тварин та її обрізки, включаючи зап'ясток та фаланги, передплесну і плесну кістки;

- Побічні продукти тваринного походження, що утворюються після виробництва певної продукції, призначеної для споживання людиною, у тому числі й жирова тканина забитих на бійні тварин, у яких внаслідок тестів не виявлено ознак захворювання, шкварки, знежирені кістки, шлам з центрифуги або сепаратора від переробки молока;

- Побічні продукти тваринного походження з інкубатора, яйце продукти, яйця, у тому числі пір'я, лапи, голови, яєчна шкаралупа, забиті курчата, що вилуплені від птиці, в якій не було виявлено інфекційних хвороб, які передаються людині або тварині;

- Кров тих тварин, в яких не виявляли ознак інфекційної хвороби, яка може передаватися через кров тварині або людині;

- Кров, шерсть, плацента, пір'я, роги, щетина, копита, отримані від живих тварин, в яких не виявлено захворювання, що передається людині або тварині, окрім крові жуйних тварин, що потребують дослідження на губчастоподібну енцефалопатію;

- Гідробіонти (водні організми) та їх частини, виключаючи морських ссавців, у яких після досліджень не виявлено ознак захворювання інфекційними

хворобами, які можуть передаватися або людині або тварині, виловлені з метою реалізації на ринку;

- Туші гризунів або їх частини, туші зайцеподібних хутрових звірів, виключаючи побічні продукти тваринного походження, що належать до I і II категорій;

- Корми тваринного походження, що не використовуються для годівлі тварин, у тому числі через дефекти упаковки або проблеми виробництва, що не можуть становити ризику для людини або тварини;

- Харчові продукти тваринного походження, що є непридатними для споживання людиною, але при цьому являються безпечними для здоров'я тварини.

Продукти тваринного походження, що належать до III категорії, повинні бути:

1. Стерилізовані під тиском або оброблені іншими методами і можуть бути використані для виробництва кормів тваринного походження, окрім тих побічних продуктів тваринного походження, що були змінені шляхом псування або розкладання і вже становлять ризик для здоров'я як тварини, так і людини;

2. Компостовані, перероблені на органічні добрива або за новими технологіями перетворені на біогаз;

3. Оброблені шляхом стерилізації та використані для хірургічного, фармацевтичного, сільськогосподарського або промислового виробництва;

4. Перероблені відповідно до технологій, необхідних для виробництва продукції.

Варто зазначити, що побічні продукти тваринного походження, за умови дотримання ветеринарно-санітарних вимог, можуть бути представлені на різноманітних ярмарках, виставках, бути використаними для діагностики, а також у дослідницьких та освітніх цілях з подальшою обов'язковою утилізацією або поверненням їх оператору ринку [16].

2.1.2 Поводження з побічними відходами тваринного походження

Після підписання Угоди про асоціацію з Європейським Союзом у 2014 році Україна зобов'язана адаптувати національне законодавство, зокрема, й у сфері поведження з гноєм від діяльності сільськогосподарських комплексів.

У 2015 році в Україні прийнято Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною» [17]. Згідно з даним законом гній класифікується як побічний продукт тваринного походження II категорії. Статтею 15 цього закону передбачено, що гній може бути використаний у таких цілях:

- для виробництва органічних добрив або покращувачів ґрунту для розміщення на ринку відповідно до статті 19 Закону після оброблення шляхом стерилізації під тиском з постійним маркуванням отриманого матеріалу;

- компостований або перетворений на біогаз з попереднім обробленням або без такого оброблення (якщо щодо таких побічних продуктів компетентним органом у порядку здійснення заходів державного контролю відповідно до вимог Закону не встановлено ризику поширення хвороб, зазначених у п.4 частини першої статті 11 цього Закону, а також інших хвороб, включених до переліку особливо небезпечних (карантинних) хвороб);

- перероблений на органічні добрива для внесення в ґрунт та на покращувачі ґрунту з попереднім обробленням або без такого оброблення (якщо щодо передбачених у цьому пункті побічних продуктів компетентним органом у порядку здійснення заходів державного контролю відповідно до вимог Закону не встановлено ризику поширення хвороб, зазначених у п. 4 частини першої статті 11 цього Закону, а також інших хвороб, включених до переліку особливо небезпечних (карантинних) хвороб);

- використаний в якості палива для спалення з попереднім обробленням або без такого оброблення;

- оброблений шляхом стерилізації під тиском або іншими рівноцінними методами та використані для фармацевтичного, хірургічного, промислового або сільськогосподарського виробництва, крім виробництва кормів.

Побічні продукти тваринного походження, що належать до категорії II, в тому числі гній, також можуть бути видалені шляхом спалювання безпосередньо без попереднього оброблення або після такого оброблення шляхом стерилізації під тиском з постійним маркуванням отриманого матеріалу.

Незважаючи на прийняття даного Закону, на практиці суттєвого покращення стану довкілля не відбулося, тваринницькі ферми і надалі продовжують забруднювати довкілля, питну воду та псувати родючі ґрунти надлишком такого органічного добрива чи недотриманням умов його зберігання.

Зберігання гною слід здійснювати у прифермерських або польових сховищах секційного типу, з кількістю секцій – не менше двох. Періодичний контроль якості гною повинні проводити органи санітарно-епідеміологічної служби (а тепер – Держпродспоживслужби), а строки зберігання всіх видів гною залежно від структури, вологості і технології його зберігання повинні становити від 4 до 8 (для гною великої рогатої худоби) і від 8 до 12 місяців (для гною свиней).

Для підстилкового гною сховища можуть бути заглибленими, напівзаглибленими і наземними, прямокутної або круглої форми, повинні бути огорожені та бути оснащені пристроями для забору рідкого гною насосами. Глибина гноесховищ для рідкого та напіврідкого гною повинна становити не більше 5 м, а ширина – не менше 12 м. Днище та нахили повинні бути оснащені водонепроникним покриттям. Для безпідстилкового гною проектується криті сховища (заглиблені, напівзаглиблені і наземні). Не допускається використання гноесховищ для нерозділеного на фракції рідкого гною на підприємствах потужністю 12 тис. свиней на рік і більше з гідравлічною системою видалення гною із свинарників.

Для карантинування підстилкового гною і твердої фракції спороджують сховища секційного типу з твердим водонепроникним покриттям, для безпідстилкового гною і його рідкої фракції – ємності секційного типу.

Якщо протягом 6 діб не зареєстровані небезпечні захворювання у тварин, то його не знезаражують, а транспортують для подальшої обробки та використання, а при виявленні інфекційних хвороб гній знезаражують біологічним (витримування), хімічним (аміаком чи формальдегідом), фізичним способом (термічна обробка чи спалювання).

Біологічне знезараження підстилкового, рідкого і напіврідкого гною у відкритих сховищах триває: на підприємствах великої рогатої худоби – протягом 6 місяців, на свинокомплексах – протягом 12 місяців. У секційних ставках – накопичувачах біологічне знезараження рідкої фракції свинячого гною здійснюється способом відстоювання: у веснянолітній період – не менше 6 місяців, у період осіннього нагромадження – не менше 9 місяців. Термін знезараження гною великої рогатої худоби становить не менше 4 місяців. Дезінвазія твердої фракції свинячого гною вологістю до 75% досягається витримуванням її у відстійниках-накопичувачах у весняно-літній період протягом 3,5 місяців.

Використанню для добрива підлягають всі види нерозділеного і розділеного неінфікованого, знезараженого, біотермічно обробленого гною. Норми і строки внесення гною встановлюються з урахуванням кількості наявних у них поживних речовин і залежно від природно-кліматичних, ґрунтових умов, застосування сівозмін, структури посівів і потрібного рівня врожайності сільськогосподарських культур. На одну і ту ж площу гній слід вносити один раз на 2-3 роки.

У Європейському Союзі діяльність великих фермерських господарств та поводження з їхніми відходами регулюються:

- Директивою 2010/75/ЄС про промислові викиди, яка регулює екологічні вимоги для ферм потужністю більше 40 000 курей, 2000 свиней та 750 свиноматок;
- Водною рамковою директивою 2000/60/ЄС та Директивою 91/676/ЄС про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел;

- Директивою 2011/92/ЄС про оцінку впливу на довкілля (ОВД) і 2001/42/ЄС про стратегічну екологічну оцінку (СЕО).

15 лютого 2017 року Європейська Комісія прийняла Рішення № 2017/30226 (на виконання Директиви 2010/75/ЄС), яким встановлено найкращі доступні технології (НДТ) для тваринницьких комплексів. Рішення визначає понад 30 висновків щодо найкращих доступних технологій із різних питань. Вони охоплюють стандарти щодо застосування технології та способу, яким буде здійснюватися проектування, будівництво, обслуговування, експлуатація і виведення з експлуатації об'єкту, зокрема і способи поводження із гноєм.

Згідно з європейською практикою, а вона для України пріоритетна, рідкий гній можна зберігати під повністю або частково решітчастою підлогою в приміщеннях, де утримують тварин. У виробничих приміщеннях під підлогою гноївка може зберігатись у ямі або канаві для рідкого гною, звідки потім перекачується до зовнішньої системи зберігання гною. Рідкий гній (безпідстилковий), як правило, зберігається в цистернах, які зроблені з бетону або із сталевих панелей. Цистерни можуть бути відкритого типу або можуть бути покриті природною корою, яка утворюється на поверхні зібраного рідкого гною, зі штучною плаваючою оболонкою (гранульовані матеріали, плаваючі мембрани) або з твердим покриттям (наприклад полотно або бетонна покрівля) для уникнення попадання дощової води та з метою зменшення викидів в атмосферу.

Твердий гній із приміщень транспортується за допомогою фронтальних навантажувачів або ланцюговими транспортерами. Гній зберігається на непроникній бетонній підлозі, яка знаходиться під відкритим небом або в закритих приміщеннях. Система зберігання може бути оснащена бічними стінками, щоб запобігти витіканню рідких фракцій. Зберігання твердого гною на непроникній поверхні найчастіше застосовується по всій Європі. Також часто практикується зберігання гною на полях. У деяких країнах, наприклад у Данії, твердий гній повинен обов'язково бути накритий, зберігатися на непроникній поверхні (наприклад, бетонній) Досить часто використовують

двоповерхові конструкції, які дозволяють рідкій фракції гною та дощовій воді стікати в басейн під місцем зберігання твердого гною.

У середньому, термін зберігання гною в Європі становить 6 місяців, у деяких країнах, зокрема, Нідерландах, Данії, Німеччині, Фінляндії, Швеції, такий термін може складати до 12 місяців. Час зберігання також залежить від клімату, нормативних вимог, розподілу ризиків для землі, розміру ферми і кількості гною. За цей період відбуваються складні біохімічні процеси (бродіння, ферментація тощо), унаслідок чого гній знезаражується та перетворюється в перегній (органічне добриво). У такому вигляді його вносять у ґрунт, кількість визначається на основі розрахунків поживності гною та результатів лабораторних аналізів ґрунту. Середня норма в європейських країнах становить 20 – 40 м³ на один га.

У європейських країнах поширена практика анаеробного зброджування відходів тваринних комплексів з утворенням біогазу, який потім використовується для виробництва енергії. У Німеччині частка біомаси у виробництві біогазу сягає понад 90 %. У 1999 році налічувалось близько 50 біогазових установок загальною потужністю близько 80 МВт, а у 2014 році кількість установок становила понад 7000 із сумарною встановленою потужністю близько 3000 МВт.

Частка виробництва електроенергії з біогазу у 2010 році становила близько 12,8 млрд кВт/г, що відповідає близько 2,1 % від загального обсягу споживання електроенергії в Німеччині або близько 12,6 % від постачання електроенергії з поновлюваних джерел енергії.

Щодо тваринницьких комплексів в Україні, то у вільному доступі практично відсутня інформація щодо того, як відбувається поводження із гноєм на тваринницьких комплексах. На більшості свинофермах відходи життєдіяльності свиней накопичуються та зберігаються у відкритих лагунах. При довготривалому зберіганні великої кількості відходів у лагунах можливе незаплановане витікання гноївки у довкілля через їх розгерметизацію, змив, перевищення лімітів наповнення лагун. Крім того, гній або послід можуть

вноситися у ґрунт із частотою та в обсягах, що перевищують норму. При понаднормовому внесенні у ґрунт, потраплянні до підземних та поверхневих вод, гній та послід є забруднюючою субстанцією [11].

2.2. Викиди забруднюючих речовин від тваринницьких комплексів

В результаті діяльності тваринницьких комплексів в атмосферне повітря викидається значна кількість забруднюючих речовин, основні з яких: *метан, сірководень, вуглекислий газ, аміак, пил, оксид азоту, метилмеркаптан, диметиламін, диметилсульфід*. Ці речовини викликають появу смороду від свиноферм і є небезпечними для здоров'я та життя людини. Крім негативного впливу на людину, викиди від свинокомплексів завдають значної шкоди і атмосферному повітрю, адже, викиди від тваринних комплексів становлять 18 % від усіх викидів парникових газів.

До прикладу, з 1 тонни гною викидається 52 м³ біогазу, 60% якого складає метан, який відноситься до парникових газів.

Під час зберігання, обробки гною та при внесенні у ґрунти в атмосферне повітря виділяється небезпечний безбарвний газ – *аміак*.

Аміак утворюється в основному з сечі, яка розкладається під впливом анаеробних бактерій, при гнитті азотовмісних органічних речовин у ґрунті, гноєсховищах. Аміак викликає сльозотечу, печію, подразнення слизових оболонок носоглотки, біль в горлі при ковтанні, головну біль, загальну слабкість, запаморочення, порушення ходи, нудоту, блювоту, пришвидшене серцебиття, судоми, порушення діяльності серцево-судинної системи.

Джерелом забруднення атмосферного повітря *сірководнем* є гниючі сірковмісні органічні речовини, що нагромаджуються у тваринницьких приміщеннях, де створюються сприятливі умови для їхнього гниття. Сірководень може також надходити із збирачів гноївки, каналізаційної системи. Сірководень безбарвний, дуже отруйний, горючий газ з характерним неприємним запахом тухлих яєць. Цей газ викликає сльозотечу, нежить,

задишку, кашель, біль за грудиною, тахікардію, слабкість, судоми, втрату свідомості, смерть від припинення дихання або паралічу серця.

У місцях зберігання твердого або рідкого гною (наприклад, у відкритих лагунах, баках або в ямі) гній в анаеробних (без доступу кисню) умовах розкладається і може виробляти значну кількість метану. Викиди метану, внаслідок впливу на людину, спричиняють набряк легень, задуху, пришвидшене серцебиття, головний біль. Основними джерелами викидів оксиду азоту NO є приміщення утримання тварин, місця зберігання та обробки гною, процес внесення його в ґрунти. Оксиди азоту є отруйними газами. Характер їх дії на організм людини залежить від вмісту різних оксидів азоту в повітрі. Високі концентрації можуть стати причиною астматичних проявів та набряку легень. Окрім цього, метан (CH_4) та оксид азоту (NO) є основними парниковими газами, що призводять до глобального потепління та зміни клімату на Землі.

Крім газоподібних забруднюючих речовин у повітря великими обсягами потрапляють мікроорганізми та пил від приміщень обробки та зберігання кормів, шкіри тварин. До факторів, що впливають на викиди пилу, належать вентиляція, активність тварин, тип і кількість підстилки, вид і консистенція кормів, вологість у приміщеннях утримання тварин. Тип корму та техніка годівлі можуть впливати на концентрацію викидів.

Викиди від стаціонарних джерел тваринницьких комплексів, наприклад, від гноєсховищ і тваринницьких приміщень, несправність або відсутність системи очищення викидів, неправильне зберігання і використання безпідстилкового гною є основними причинами утворення неприємних запахів в атмосферному повітрі. Утворені газоподібні продукти розпаду зумовлюють неприємний запах. Пил, що викидається з ферми у повітря сприяє транспортуванню неприємного запаху. Присутність неприємного запаху поблизу свинокомплексу може свідчити також про недотримання підприємством встановлених меж санітарно-захисної зони. [11].

2.3. Забруднення поверхневих та підземних вод

Сільське господарство є значним водокористувачем та суттєво впливає на кількість і якість ґрунтових і поверхневих вод. Свиноферма на 10 000 тис голів може споживати від 300 до 1000м³ питної води на добу. Це – розрахунки лише для утримання тварин без супутніх витрат води (наприклад, для вирощування кормів). Настільки великі потреби у воді для цієї галузі не можуть не впливати на водний баланс територій [18].

Забруднення води по всій території сільськогосподарських угідь частково пов'язане і з діяльністю свинарських комплексів та процедурами поводження з гноєм. Основна проблема нинішніх споруд свинокомплексів полягає в тому, що вони дозволяють витікати часткам гною у водну екосистему, або сильні зливи можуть призвести до їх перевантаження, коли система неконтрольовано переповнюється. Проблема постає подвійна: по-перше, гній, витікаючи у водну екосистему, призводить до забруднення та можливого поширення хвороб серед людей, по-друге, здійснюється глибокий і тривали вплив на місцеву екосистему в цілому.

Основний забруднювач – нітрати у свинячому посліді. Коли вони потрапляють у водну систему, це призводить до цвітіння водоростей, які витрачають більшу частину кисню у воді, що в кінцевому підсумку призводить до загибелі інших живих організмів у водній екосистемі. Цей процес називається "евтрофікацією" хімічної та біологічної галузі. Інший вид забруднення повітря полягає в тому, що аміак, який утворюється внаслідок скидання азоту у воду, може подорожувати до 300 км в атмосфері, і потім знову потрапляти у екосистему води або ґрунту та спричиняти подальше заподіяння шкоди [19].

Найбільш небезпечними є нітрати, азот та фосфор. Вони спричиняють цвітіння води та зменшують вміст кисню у воді, що веде до загибелі риби. Через надмірний вміст цих речовин цвітуть водорості. Забруднення вод також відбувається через використання пестицидів при вирощуванні кормів. За даними продовольчої та сільськогосподарської організації (ФАО), за останні

роки у багатьох країнах, в тому числі в Україні, зафіксоване значне, 50% і більше, зростання застосування пестицидів. Забруднюються і підземні води. У США із 1 600 свердловин поблизу ферм 34% були забруднені нітратами, у 10% їх рівень перевищував норми. Ще одна причина забруднення води — антибіотики, половина з яких використовується у тваринництві [20].

Через порушення технології утримання тварин та зберігання відходів (гною, посліду, рідких виділень) азот, фосфор та інші поживні речовини потрапляють у поверхневі води, забруднюють їх і завдають шкоди водно-болотним угіддям та прибережним екосистемам. Що спричинює бурхливий розвиток водоростей та збільшення чисельності зоопланктону, внаслідок чого прозорість води різко знижується, проникнення сонячних променів зменшується, що призводить до загибелі водоростей та бактерій, які надто розмножились у верхніх горизонтах водойми. У процесі їх розкладання в анаеробних умовах запаси кисню вичерпуються, а натомість утворюються такі сильні отрути як феноли та сірководень, що призводить до отруєння всіх живих організмів у водоймі [21].

Відходи тваринництва на промислових тваринницьких фермах також можуть містити цілу низку різних фармацевтичних препаратів, включаючи антибіотики і гормони. Зокрема, 75% препаратів можуть виділятися сільськогосподарськими тваринами з калом і сечею у незмінному вигляді, що може стати причиною забруднення підземних вод і ґрунтів. Гормони використовують як стимулятори росту продуктивних тварин і їх залишки знаходять в яйцях, м'ясі та молочних продуктах, а також, вони виділяються з калом і сечею. Деякі з цих гормонів руйнують ендокринну систему і можуть впливати на репродуктивну систему тварин і людей.

З метою зменшення забруднення від впливу діяльності сільськогосподарських підприємств та, зокрема, тваринницьких комплексів, в Європейському Союзі прийнято так звану «нітратну директиву» (Директива 91/676/ЄС від 21 грудня 1991 року про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел). Впровадження

директиви дозволяє зменшити забруднення води, спричиненого або викликаного нітратами й іншими поживними речовинами з сільськогосподарських джерел, а також запобігання такому забрудненню у майбутньому. Директива передбачає використання декількох документів, зокрема: методики визначення зон, вразливих до нітратного забруднення та кодексу кращих сільськогосподарських практик, які б дозволили збалансувати господарські потреби з необхідністю забезпечення доброго стану води та водних екосистем. Власне, нітратна директива заснована на принципі – зменшення шкоди через попередження забруднення.

Обмеження щодо забруднення води нітратами передбачені Рамковою водною директивою 2000/60/ЄС. Громадяни держав-членів ЄС відносять забруднення води до однієї з найнебезпечніших екологічних загроз, і тому, Європейська Комісія включила охорону вод до пріоритетних напрямів своєї роботи. Рамкова водна директива – це один із найперших законодавчих актів ЄС, спрямованих на боротьбу з забрудненням води і підвищенням її якості.

Зважаючи на інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва в Україні, зокрема, розвиток великих тваринницьких комплексів, виникнення ризиків забруднення водних ресурсів, а також зміну клімату, важливо актуалізувати законодавче регулювання поведінки з органічними та синтетичними добривами, яке б відповідало масштабам виробництва та запобігало забрудненню довкілля.

Хоча вплив агроіндустрії на якість води значний, його порівняно із іншими джерелами забруднення досить складно визначити. Справа в тому, що таке забруднення належить до неточкових (дифузних) джерел. На відміну від точкових (конкретне місце в просторі – труба заводу чи каналізації), неточкові (наприклад, комплекси з відгодівлі тварин чи поля) – розосереджені у просторі чи займають велику площу. З таких джерел забруднення може потрапляти у водоносні горизонти, забруднюючи їх. В Україні таке забруднення недостатньо контролюється, а реагування контролюючих та правоохоронних органів на

факти забруднення водних ресурсів не призводить до реального покарання винних суб'єктів господарювання [11].

2.4. Надмірне внесення гною у ґрунти

Підприємства, що займається тваринництвом, потребують великої площі для того, щоб займатись заготівлею кормів і утилізацією гною та посліду, що використовуються як органічні добрива. Використання пестицидів і агрохімікатів, щоб вирощувати корми, перевищення норм внесення добрив, відхилення від норм умов зберігання і транспортування гною та посліду забруднює ґрунт, впливає на його родючість і цінність як природного ресурсу [22].

Внесення безпідстилкового гною та тваринницьких стоків від великої рогатої худоби і свиней у ґрунт призводить до бактеріального його зараження. Патогенні бактерії зберігаються в ґрунті в умовах зрошування протягом 4-6 місяців. Сільськогосподарські культури, які вирощують на таких ґрунтах, заражуються патогенними бактеріями.

У випадку внесення стоків у ґрунт методом дощування на відстань до 400 м поширюються яйця гельмінтів. Виявлення яєць гельмінтів є найбільш точним показником санітарного неблагополуччя (фекального забруднення) об'єктів довкілля. Потрапляють яйця гельмінтів у ґрунт разом із гноєм, адже в 1 літрі цих відходів може міститися від сотень до десятків тисяч яєць гельмінтів, і деякі з них зберігають життєздатність протягом декількох років. Деякі виробники продукції для прискорення нарощення маси тварин використовують незбалансовані раціони та корми, у яких міститься підвищена кількість поживних речовин, що призводить до накопичення надлишку цих компонентів у побічних відходах тваринного походження. Так, у зв'язку із понаднормовим внесенням гною у ґрунти у ґрунтах та водоймах біля великих тваринницьких комплексів часто виявляють підвищений вміст нітратів, фосфатів, сульфатів, хлоридів та окремих важких металів – міді та цинку, які включають у раціон годівлі тварин. Наприклад, азот – один із основних біогенних елементів, що

входить до складу білкових речовин і багатьох інших природних життєво важливих для рослин органічних сполук. Проте, надходження із гноєм у ґрунти великої кількості азоту нітратного, є причиною росту вегетативної маси, через що стебло рослин витягується та стає схильним до вилягання, а стійкість до грибкових хвороб зменшується [7].

Побічні відходи тваринного походження, а саме, гній та послід, містять велику кількість розчинених солей, які після випаровування вологи залишаються у ґрунті, зокрема, і у вигляді хлоридів.

Надлишковий вміст у ґрунті хлориду натрію та хлориду магнію (NaCl , MgCl_2) зумовлює хлоридне засолення ґрунтів. За вмісту більше 0,03% хлоридів у ґрунті відбувається пригнічення більшості рослин. Особливо страждають дерева у разі глибинного засолення ґрунтів. [11].

Процес захоронення відходів значно впливає на забруднення ґрунтів сусідніх територій. Свіжий гній від свиней викликає ерозію, «опіки» та деградацію ґрунту. Постійне внесення в ґрунт значних доз гною від свиней спричиняє підвищення концентрації нітратного азоту. Це спричиняє збільшення вмісту нітратів у рослинах, що перевищує допустимі норми. Якщо людина буде вживати продукти, що багаті нітратами, може призвести до незворотних негативних змін в організмі [23].

У сучасних технологіях утримання на великих тваринницьких комплексах при досить великому скупченні тварин на обмеженій території, при низькій стійкості порід до різноманітних хвороб та з метою профілактики спалаху захворюваності тварин, виробники практикують використання великої кількості фармацевтичних препаратів, включаючи антибіотики. Антибіотики при надходженні з кормами тільки частково метаболізуються в печінці тварини (30-60% від введеної дози), решта – акумулюються в організмі тварин та виводяться у незміненому вигляді. Відомо, що антибіотики, які містяться в гної та посліді, після внесення у ґрунт можуть згубно впливати на мікробіоценоз, тим самим сповільнюючи розкладання поживних решток: соломи, сидератів,

кореневих решток тощо, потрапляти в рослини, накопичуватись і розповсюджуватись через ґрунт і воду [11].

2.5. Санітарно захисна зона та заходи для зменшення негативного впливу діяльності свинокомплексів на довкілля

Санітарне законодавство встановлює мінімальні відстані від таких об'єктів до межі житлової забудови – санітарно-захисну зону.

Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України № 173 від 19.06.1996 [24], визначають нормативну санітарно-захисну зону для свинарських ферм залежно від чисельності поголів'я (табл 2.1).

Таблиця 2.1

Розмір нормативних санітарно-захисних зон для тваринницьких ферм

Кількість поголів'я свиней	Розмір санітарно захисної зони, м
1	2
15	25
30	50
50	75
75	100
100	150
150	300
200	400
до 12000 голів / рік	500
12000 - 24000 голів / рік	1500
54000 голів / рік і більше	2000

Санітарно-захисну зону слід встановлювати від межі сільськогосподарського об'єкта до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, в тому числі дитячих, навчальних, лікувально-профілактичних установ, закладів соціального забезпечення,

спортивних споруд та інших, а також території парків, садів, скверів та інших об'єктів зеленого будівництва загального користування, ділянок оздоровчих та фізкультурно-спортивних установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших, прирівняних до них об'єктів.

Державні санітарні правила планування та забудови вказують, що у тих випадках, коли розрахунками не підтверджується розмір нормативної санітарно-захисної зони або неможлива її організація в конкретних умовах, необхідно приймати рішення про зміну технології виробництва, що передбачає зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, його перепрофілювання або закриття. Часто власники тваринницьких комплексів розміщують ферми надто близько до житлових будинків, в межах населених пунктів, із недотриманням розміру нормативної санітарно-захисної зони.

Санітарне законодавство дозволяє зменшення розмірів санітарно-захисної зони у випадку, якщо в результаті розрахунків та лабораторних досліджень, що проведені для району розташування свиноферми буде встановлено, що на межі житлової забудови та прирівняних до неї об'єктів, концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, рівні шуму не перевищуватимуть гігієнічні нормативи.

Розміри санітарно-захисної зони можуть бути зменшені, якщо в результаті розрахунків та лабораторних досліджень, проведених для району розташування підприємств або іншого виробничого об'єкта, буде встановлено, що на межі житлової забудови та прирівняних до неї об'єктів концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, рівні шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, статичної електрики не перевищуватимуть гігієнічні нормативи.

Розміри санітарно-захисних зон для нових видів виробництв, підприємств та інших виробничих об'єктів з новими технологіями, а також зміна цих зон (збільшення чи зменшення) затверджуються Головою Державної служби з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів на підставі

результатів проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи відповідних матеріалів.

Рівень забруднення атмосферного повітря на території ферм та зони, що до них прилягає, повинен визначатися спеціальними розрахунками. Критерієм оцінки впливу викидів підприємств на атмосферне повітря є порівняння фактичних концентрацій (з урахуванням фонових концентрацій) з гранично допустимими концентраціями (ГДК) в атмосферному повітрі населених пунктів. Розрахунок валових викидів від свиноферм рекомендується визначати на основі питомих викидів, наведених у Збірнику показників емісії забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Даний збірник використовується проектними організаціями при здійсненні інвентаризації джерел викидів та обчисленні валових обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на підприємствах під час ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря та обчислення збору, який справляється за викиди в атмосферне повітря.

Існують випадки, коли проектні організації занижують питомі викиди і відповідно, дані у документах до дозволів на викиди, є недостовірними та не відображають реальної картини обсягів викидів.

Європейський досвід передбачає впровадження ряду заходів з метою зменшення негативного впливу діяльності свинокомплексів на довкілля, зокрема, на атмосферне повітря:

1. Організація належного оброблення, зберігання і використання гною.
2. Розділення твердої та рідкої фракції відходів, проведення сепарації, яка допоможе значно скоротити викиди забруднюючих речовин. Відповідно, рідка фракція не буде містити зважених частинок і припиниться процес розкладання твердих частинок гною, що в свою чергу дозволить різко скоротити утворення неприємних запахів.
3. Для зменшення аміачних викидів з тваринного гною рідкої фракції необхідно здійснювати підкислення (зниження рівня рН) з метою зв'язування аміаку сірчаною кислотою. Місцем зберігання рідкої фракції гною можуть

служувати закриті сховища (накопичувачі) з щільною кришкою або тентом. Це один із найпростіших методів зменшення викидів метану, сірководню та неприємного запаху з резервуару. Незважаючи на те, що такі покриття повинні добре прилягати або бути герметичними для мінімізації повітрообміну, слід забезпечити незначну вентиляцію, щоб запобігти накопиченню горючих газів, у тому числі і метану.

4. Купи твердого гною або гноєсховища часто накривають матеріалом (торф, дерев'яна стружка). Метою накриття є забезпечення фізичного бар'єру, знижуючи вивільнення аміаку з купи гною в повітря і запобігання стікання дощової води. Викиди аміаку з накритої купи твердого гною скоротяться до 50 % у порівнянні з ненакритою.

5. Забезпечення комбінації корму для свиней – основний фактор у зменшенні викидів у довкілля від їхнього вирощування. Загалом, багатофазний режим годування зазвичай застосовується для відгодівлі свиней, а також використовуються кормові добавки з метою зменшення кількості гною.

6. Впровадження належної системи очищення повітря приміщень для утримання тварин, а також приміщень зберігання та обробки кормів за допомогою встановлення спеціальних фільтрів у припливно-витяжній вентиляції.

7. Найчастіше для очистки забрудненого повітря застосовують мокрі скрубери, біофільтри та багатоетапні системи очистки повітря. За допомогою мокрого скрубера досягається значне зменшення викидів аміаку в повітря, а також повітря очищується від пилу. Біофільтри застосовують для зменшення концентрації аміаку, пилу та неприємного запаху, здебільшого застосовують для приміщень, де немає підстилки. Сухі фільтри використовують для зменшення викидів пилу. Очищення та знешкодження технологічних викидів слід передбачати у випадках, коли наявне перевищення ГДК шкідливих речовин в атмосферне повітря або у разі вимог органів державного нагляду.

Відповідно до статті 10 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [25], підприємства, установи, організації та громадяни – суб'єкти

підприємницької діяльності, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря повинні забезпечувати здійснення інструментально-лабораторних вимірювань параметрів викидів забруднюючих речовин стаціонарних і пересувних джерел та ефективності роботи газоочисних установок. Ведення лабораторних спостережень за кількісними показниками зазначених вище речовин відобразатиме фактичні дані щодо діяльності свиноферм, що дозволить адекватно оцінити вплив діяльності на умови проживання місцевого населення та обґрунтувати безпечні відстані розмірів санітарно-захисних зон [11].

РОЗДІЛ 3. ДІЯЛЬНІСТЬ ТЗОВ „БАРКОМ“ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ

3.1. Діяльність ТзОВ «Барком»

ТзОВ «Барком» (ТМ «Родинна ковбаска») зареєстрована за юридичною адресою Україна, 81127, Львівська обл., Львівський р-н, село Підбірці – займається вирощуванням свиней, великої рогатої худоби, виготовленням та реалізацією продуктів громадського харчування. У власності компанії 20 ферм, обробляється 8 тисяч гектарів земель. Підприємство ТзОВ "Барком" також реалізує поросята на відгодівлю вагою в 10-12 кг та 24-26 кг [26].

Основний вид діяльності ТзОВ «Барком» – розведення свиней, інші види діяльності: вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур; вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів; розведення великої рогатої худоби молочних порід; розведення овець і кіз; змішане сільське господарство; допоміжна діяльність у тваринництві; виробництво м'яса; виробництво м'ясних продуктів; інші види перероблення та консервування фруктів і овочів; виробництво хліба та хлібобулочних виробів; виробництво борошняних кондитерських виробів, тортів і тістечок нетривалого зберігання; виробництво готової їжі та страв; оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин; оптова торгівля живими тваринами; оптова торгівля фруктами й овочами; оптова торгівля м'ясом і м'ясними продуктами; оптова торгівля молочними продуктами, яйцями, харчовими оліями та жирами; роздрібна торгівля хлібобулочними виробами, борошняними та цукровими кондитерськими виробами в спеціалізованих магазинах та ін.

Свиноферми розташовані у с. Дубляни Самбірського району на 2 500 голів свиноматок, в с. Поляни Золочівського району, де розміщуються понад 3 000 голів свиноматок, у с. Підкамінь Бродівського району, розміщується понад 2 000 голів свиноматок та ін. Тваринницький комплекс під свинарники для

дорощування поросят розташований Золочівському районі, с. Гончарівка, до 18 200 голів свиней вирощується в с. Брониця Дрогобицького р-ну та ін. Також у 2012 році ТзОВ «Барком» виступило ініціатором відкриття найбільшого у Львівській області селекційного центру, який спеціалізується на розведенні чистих ліній свиней і, за розрахунками фахівців, щороку даватиме більше 50 тис. свиней.

Для прикладу, відгодівельний свинокомплекс ТзОВ «Барком» селі Гончарівка Золочівського району Львівської області (рис. 3.1.) – свиноферма відгодівлі свиней малошерстої породи. До складу свинокомплексу входять основне виробництво (два опалюваних свинарники з чотирма відділеннями у кожному, санпропускник, вагова) і допоміжне виробництво (гноезбірник, гноесховище, котельня). Відгодівельний комплекс призначений для утримання тридцятиденних поросят з живою масою 25-30 кг кожне. Відгодівля закінчується при досягненні тваринами живої маси 80-100 кг. Потужність підприємства по одночасній відгодівлі свиней складає 6 488 гол/рік. Технологічний цикл утримання свиней закритий та безвідходний, крім гною від тварин, який самопливною системою періодичної дії надходить у гноєприймачі. Гній використовується в сільському господарстві як органічне добриво.



Рис. 3.1 Розташування свинокомплексу ТзОВ «Барком» у с. Гончарівка [27]

Будівництво свиногокомплексу в с. Ожидів Буської міської об'єднаної територіальної громади, Золочівського району Львівської області, розпочалося у 2006 році, де була завезена перша партія – 600 свиноматок з Республіки Польща. З 2008 року вирощують понад 10 тис. голів свиней. У зоні розташування майданчика свиногокомплексу “ТзОВ Барком” у с. Ожидів клімат помірно континентальний, середня температура січня $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, липня від $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$ у центральній частині області. Кількість опадів становить 750 – 1000 мм (рис.3.2).



Рис. 3.2 Розташування свиногокомплексу ТзОВ «Барком»у с. Ожидів [28].

У 2019 році компанією проведено нове будівництво гноєсховищ закритого типу об'ємом $V=2 \times 12350$ куб.м. (в межах населеного пункту) на території Ожидівської сільської ради (Львівська обл., Буський р-н, с. Закомар'я, вул. Головна, 46-а) площею 8.0 тис м².

До головних джерел викидів парникових газів традиційно належать теплогенеруючі установки, від роботи яких виділяється основний парниковий газ – діоксид вуглецю, як кінцевий продукт окиснення органічного карбону. Частка вуглекислого газу у викидах всіх парникових газів відгодівельним комплексом сягає 96,7%. Проте, від утримання свиней і зберігання продуктів їх

життєдіяльності виділяється велика кількість метану, потенціал якого в області глобального потепління у 23 рази перевищує CO₂. Враховуючи це, внесок викидів метану від утримання тварин в процесі зміни клімату стає співмірним з внеском теплогенеруючих установок.

Зауважимо, що у викидах гноєсховища простежується велика кількість мікроорганізмів (306,6 млн. кл./рік). За даними досліджень [23], у гної налічується до 30 різних видів мікроорганізмів, у тому числі патогенних – збудників сибірки, туберкульозу, бруцельозу, бешихи свиней, паратифозних інфекцій тощо. Особливо небезпечним є гній як джерело гельмінтозів. Крім того, він становить епідеміологічну та епізоотичну небезпеку, оскільки є місцем розмноження мух і середовищем для гризунів, які є переносниками багатьох інфекційних та інвазійних хвороб.

З огляду на представлені результати досліджень, для зменшення впливу тваринництва на глобальні процеси зміни клімату потрібне не скорочення поголів'я тварин, а впровадження сучасних екотехнологій з переробки відходів їх життєдіяльності шляхом метанового зброджування. Це дасть змогу стабілізувати і знезаразити гнійні маси, отримати безпечне якісне органічне добриво, зменшити викиди небезпечних речовин: аміаку, сірководню, меркаптанів, утилізувати вивільнені вторинні біоенергоресурси (біогаз), зменшити споживання первинних – природного газу [26].

3.2. Вплив свинокомплексів ТзОВ «Барком» на довкілля

Відповідно до положення про Державну екологічну інспекцію у Львівській області, затверджену наказом Державної екологічної інспекції України від 01.03.23 року № 42, однією з функцій Інспекції є здійснення державного контролю (нагляду) за додержанням підприємствами, установами та організаціями, незалежно від форм власності і господарювання, вимог природоохоронного законодавства.

За даними Державної екологічної інспекції у Львівській області протягом 2019–2022 років Інспекцією проведено планові та позапланові заходи

державного контролю (нагляду) за додержання вимог природоохоронного законодавства ТзОВ«Барком». В ході здійснення даних заходів виявлено ряд порушень, зокрема передбачені наступними статтями Кодексу України про адміністративні правопорушення [30].

- ст. 47. Порушення права державної власності на надра. Самовільне користування надрами, укладення угод, які в прямій чи прихованій формі порушують право власності на надра;

- ст. 48. Порушення права державної власності на води. Самовільне захоплення водних об'єктів або самовільне водокористування, переуступка права водокористування, а також укладення інших угод, які в прямій чи прихованій формі порушують право державної власності на води;

- ст. 52. Псування і забруднення сільськогосподарських та інших земель. Псування сільськогосподарських та інших земель, забруднення їх хімічними і радіоактивними речовинами, нафтою та нафтопродуктами, неочищеними стічними водами, виробничими та іншими відходами;

- ст. 53. Порушення правил використання земель. Використання земель не за цільовим призначенням, невиконання природоохоронного режиму використання земель, розміщення, проектування, будівництво, введення в дію об'єктів, які негативно впливають на стан земель, неправильна експлуатація, знищення або пошкодження протиерозійних гідротехнічних споруд, захисних лісонасаджень;

- ч.1. ст. 59. Порушення правил охорони водних ресурсів. Забруднення і засмічення вод, порушення водоохоронного режиму на водозборах, яке спричиняє їх забруднення, водну ерозію ґрунтів та інші шкідливі явища;

- ч.1 ст. 60. Порушення правил водокористування. Забір води з порушенням планів водокористування, самовільне проведення гідротехнічних робіт, безгосподарне використання води (добутої або відведеної з водних об'єктів), порушення правил ведення первинного обліку кількості вод, що забираються з водних об'єктів і скидаються до них, та визначення якості вод, що скидаються;

- ч.1, 2 ст. 61. Пошкодження гідротехнічних споруд і пристроїв, порушення встановлених режимів роботи штучних водних об'єктів і водогосподарських систем. Пошкодження гідротехнічних споруд і пристроїв. Порушення встановлених режимів роботи штучних водних об'єктів і водогосподарських систем;

- ст.82. Порушення вимог щодо поводження з відходами під час їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, знешкодження, видалення або захоронення. Порушення вимог щодо поводження з відходами під час їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, знешкодження, видалення або захоронення

- ст. 82¹. Порушення правил ведення первинного обліку та здійснення контролю за операціями поводження з відходами або неподання чи подання звітності щодо утворення, використання, знешкодження та видалення відходів. Порушення правил ведення первинного обліку та здійснення контролю за операціями поводження з відходами або неподання чи подання звітності щодо утворення, використання, знешкодження та видалення відходів з порушенням встановлених строків, а так само порядку подання такої звітності;

- ст. 82⁴. Змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія, без спеціального дозволу. Змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія, без спеціального дозволу центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, обласних, Київської, Севастопольської міських державних адміністрацій, органу виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища;

- ст. 91⁴. Відмова від надання чи несвоєчасне надання екологічної інформації. Відмова від надання чи несвоєчасне надання за запитом повної та достовірної екологічної інформації, передбаченої законодавством;

- ст. 188⁵. Невиконання законних розпоряджень чи приписів посадових осіб органів, які здійснюють державний контроль у галузі охорони

навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів, радіаційної безпеки або охорону природних ресурсів. Невиконання законних розпоряджень чи приписів, інших законних вимог посадових осіб органів, які здійснюють державний контроль у галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів, радіаційної безпеки або охорону природних ресурсів, ненадання їм необхідної інформації або надання неправдивої інформації, вчинення інших перешкод для виконання покладених на них обов'язків [29].

На підставі виявлених порушень посадових осіб ТзОВ «Барком» притягнуто до адміністративної відповідальності у вигляді штрафів на загальну суму 15,997 тис. грн. За порушення вимог природоохоронного законодавства суб'єкту господарювання розраховано збитки та пред'явлено претензії про відшкодування збитків, заподіяних державі порушенням вимог природоохоронного законодавства на загальну суму 310,235 тис. грн.

Згідно з даними Головного управління статистики У Львівській області відповідно до «Звіту про утворення і поводження з відходами» за 2019-2020 роки ТзОВ «Барком» утворено відходів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Показники утворення відходів ТзОВ «Барком»

	2019	2020
	ТОНН	
Утворилося відходів протягом року	89267,845	80802,567

3.3. Методи очищення та утилізації гнойових стоків

На сучасному етапі розвитку промислового виробництва свинини важливим стало не лише отримання якісної продукції, а і зменшення негативного впливу відходів тваринницьких комплексів на навколишнє середовище. Важливим питанням стала екологічна безпека та енергоефективність виробництва продукції, які тісно пов'язані та впливають на кінцевий результат роботи свиновідгодівельних комплексів.

Відходи свиновідгодівельних комплексів, та тваринницьких підприємств в цілому належать до окремої категорії біовідходів, які за своєю характеристикою є природними органічними добривами. Оскільки сучасне тваринництво розвивається комплексно з власною кормовою базою та кормоцехами, то стало можливим використовувати відходи тварин для підживлення сільськогосподарських угідь, на яких вирощують кормові культури, що являє собою замкнуту безвідходну систему виробництва [30].

Як правило, виробничі стоки тваринницьких комплексів є полідисперсною колоїдною структурою з великою межею зміни гранулометричного складу. Свинячий безпідстилковий гній є неоднорідною сумішшю різних речовин: екскрементів тварин, залишків корму, щетини, різних дезінфікуючих речовин і ряду інших компонентів. Серед домішок можуть бути яйця гельмінтів і патогенна мікрофлора в споровій формі.

Встановлено, що рідкий свинячий гній – це найнебезпечніший відхід тваринництва, оскільки у ньому відсутнє самонагрівання, унаслідок чого збудники інфекційних та інвазійних захворювань зберігають свої властивості, особливо зі збільшенням вологості стоку. Так, у рідкому гною збудники в теплу пору року зберігають властивості протягом 92 днів, бруцельозу – 108 та вірусу ящуру – 42 дні. В осінньо-зимовий час тривалість виживання хвороботворних бактерій різко збільшується і становить 5-6 місяців, а збудника туберкульозу – понад рік. Тому в екологічному та агроекологічному відношенні найбільш доцільно зберігати рідкий гній у накопичувачах анаеробного типу, в яких створюються умови для його знезараження, знешкодження, покращення реологічних властивостей та збереження біогенних елементів [32].

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог та вимог з охорони навколишнього середовища, стоки тваринницьких комплексів перед внесенням в ґрунт повинні піддаватися обробці та утилізації. Виконаємо класифікацію існуючих методів обробки (рис.3.1).

Технологічний процес систем утилізації та переробки передбачає поділ на рідку і тверду фракцію. Тверду фракцію складають в бурти, де зберігається на

карантині для подальшої переробки, а рідку фракцію заборонено вносити в ґрунт без обробки, оскільки відходи представляють собою серйозну небезпеку для навколишнього середовища, через можливе зараження умовно-патогенними мікроорганізмами.



Рис.3.1. Класифікація методів обробки та утилізації відходів [31].

До методів обробки відносять: механічне очищення, яке є попереднім заходом і застосовується для видалення неорганічних мінеральних та органічних домішок. Механічне очищення включає в себе статичні методи (вертикальні та горизонтальні відстійники, вакуумфільтри, віброгрохоти, центрифуги).

Також до методів очищення можна віднести фізичний метод (термічна обробка, радіаційна, електроімпульсна обробка, електрофлотація та ультрафіолетове опромінення).

Біологічні методи обробки бувають штучні та природні. Штучними методами є: аеротенки, біофільтри, метантенки, культиватори нижчих та вищих організмів-мікроводоростей, вермикультур, дріжджі, гриби, личинки кімнатних мух. До природних відносять поля зрошування, біологічні ставки та рибно-біологічні.

Хімічні методи – хлорування, озонування, обробка аміаком, обробка формальдегідом.

Важливо застосовувати найбільш енергоефективні та екологічно безпечні методи очищення для запобігання деградації ґрунтів, потрапляння гельмінтів та патогенних мікроорганізмів. Найекономічнішою системою утилізації є технологія розділення відходів на тверду і рідку фракцію з подальшою її переробкою.

Велику перевагу з поміж технічних методів очищення має електроімпульсна обробка рідких відходів, що дає можливість ефективно та за короткий проміжок часу обробляти (зnezаражувати) стоки для подальшого внесення в ґрунт без додаткових обробок.

При електроімпульсній обробці відходів виникає процес кавітації, який згубно впливає на патогенні мікроорганізми. Разом з тим спосіб очищення відходів має бути енергетично ефективним, оскільки існуючі методи очищення є довготривалими та енергоємними [30].

3.4. Біотехнологія переробки відходів тваринництва

Високий енергетичний потенціал гною дозволяє його використовувати як харчовий субстрат для інших організмів, які можна використовувати на корм тваринам, та одержувати пальне для різного користування.

Наприклад, гній від 50 свиней у 15-градусний мороз дає можливість, після відповідного перетворення, опалювати приміщення площею 20 м², а влітку нагрівати 1200 л води на добу.

Одним із шляхів раціонального використання енергії рідкого гною тваринницьких ферм є його метанове зброджування, за якого знешкоджуються

стоки, утворюється біогаз (метан) та зберігається гній як органічне добриво. Тривалість зброджування гною залежить від виду біомаси і температури зброджування. Для гною свинячого гною тривалість становить приблизно 10 діб. Активність мікробної реакції значною мірою визначається співвідношенням вуглецю та азоту. Найбільш сприятливі умови створюються за співвідношення $C/N = 10-16$.

За добу від однієї тварини можна одержати таку кількість біогазу:

- велика рогата худоба (масою 500-600 кг) – 1,5 м³;
- свиня (масою 80-100 кг) – 0,2 м³;
- курка, кріль – 0,015 м³.

Цей напрям утилізації гною в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля тощо) має особливо велике значення.

Метанове зброджування рідких гнойових стоків здійснюється у біогазових установках, в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів, а також рослинних решток одержують біогаз метан та органічне добриво.

Залежно від особливостей технології отримання біогазу розрізняють три типи біогазових установок (БГУ): *безперервні, періодичні та акумулятивні*.

У безперервних установках свіжий субстрат завантажують у камеру зброджування безперервно або через певні проміжки часу (від 2 до 10 разів за добу), видаляючи при цьому зброжену масу. Ця система дає можливість одержати максимальну кількість біогазу, але вимагає більших матеріальних витрат.

За періодичної (циклічної) схеми наявні дві камери зброджування, які завантажують по чергово. У такому випадку корисний об'єм камер використовується менш ефективно, ніж за безперервної.

За акумулятивної схеми сховище для гною служить одночасно камерою зброджування та зберігання перебродженого гною до його повного вивантаження. Біогазові установки складаються з: камери зброджування

(прийняті також назви – реактор, ферментатор, метантенк), нагрівального пристрою (теплообмінника), пристрою для перемішування і газгольдера.

Метанове бродіння гною здійснюється в три етапи.

На першому етапі відбувається гідролітичне розщеплення високомолекулярних сполук (полісахаридів, жирів, білків) до органічних речовин (цукрів, гліцерину, жирних кислот, амінокислот).

На другому етапі ці сполуки, за участю кислотоутворювальних бактерій, перетворюються в органічні кислоти (масляну, пропіонову, молочну) та їх солі. При цьому утворюються спирти, вуглекислий газ, водень, сірководень та аміак.

На третьому етапі власне і здійснюється метанове бродіння, під час якого бактерії утворюють вуглекислий газ і метан.

Ці реакції відбуваються в поживному середовищі одночасно, до того ж метаноутворювальні бактерії до умов свого існування ставлять значно вищі вимоги, ніж кислотоутворювальні. Наприклад, вони потребують анаеробного середовища.

Слід відзначити, що під час метанового бродіння зберігається до 83% енергії зброджуваної глюкози. Такий високий відсоток свідчить, що метаногенез є найвигіднішим в енергетичному відношенні шляхом трансформування енергії органічних речовин у паливо [33].

На сьогоднішній день принципово новим підходом та альтернативою існуючим технологіям утилізації тваринницьких стоків є технологія їхньої біоконверсії за допомогою вермикультури. При цьому біотехнологічна трансформація відходів – це безвідходна технологія, яка дає можливість отримувати нове покоління органічних добрив у вигляді біогумусу та вермикомпосту, а також біологічної маси черв'яків. Дослідженнями встановлено, що з 1 т відходів тваринництва можна отримати до 600 кг біогумусу з вмістом у ньому 25-35 % органічної речовини, з наявністю в ній 0,8-2 % азоту, до 1,5 % фосфору та 1,2 % калію, а також широкого спектру інших, необхідних рослинам, елементів у збалансованому вигляді. У свою чергу, біомаса черв'яків - це цінна кормова добавка до раціону тварин, що

містить 67-72% білків, 7-19% жирів, 18-20% вуглеводів і 2-3% мінеральних речовин [32].

3.4.1. Отримання біогазу

Швидкі темпи скорочення викопних ресурсів та стрімка зміна клімату дало поштовх відкриттю значного потенціалу зменшення викидів в атмосферу парникових газів, що виділяє худоба, шляхом використання енергетичної складової відходів життєдіяльності великої рогатої худоби, свиней та птиці. З цією метою в Європейському Союзі фермерські господарства об'єднують обсяги органічних відходів худоби з метою перетворення їх на відновлювані джерела енергії одночасно зі значним скороченням викидів, що нагрівають атмосферу.

Як уже зазначалось вище, гній худоби – це органічна сировина, що містить у своєму складі приблизно рівномірну сукупність фекалій та урини худоби, а також підстилковий матеріал та побічні компоненти тваринництва, зокрема технічну воду й кормові залишки.

Гній худоби – натуральне природне добриво, що за порівняно незначної вартості позитивно впливає на стан ґрунтів та вегетаційні процеси. Інтенсифікація сільськогосподарської діяльності призвела до заміщення значної частини органічних добрив мінеральними. Проте внесення органічних добрив поліпшує екологічний стан навколишнього середовища та зменшує витрати фермерів на добрива. Сьогодні ж екологічні аспекти розглядаються у більшості розвинених країн значно ширше, а саме з огляду ефективності та параметрів стійкості екосистем.

Проте гній худоби – це органічне добриво, що теж потребує уваги та відповідної підготовки, адже часто містить патогенне середовище, що спричиняє забруднення ґрунтових вод у разі внесення гною на поля, і ланцюгово чинить небезпеку здоров'ю людей і тварин.

Так, згідно нормативів Європейського Союзу, гній худоби відноситься до відходів категорії 2, використання яких в якості добрив дозволяється виключно за погодження уповноважених осіб і за отримання екологічного сертифікату.

Екологічний сертифікат означає виконання ряду дій щодо знешкодження патогенного середовища у органічних відходах тварин. Так, технологія переробки гною полягає у зброджуванні його у біогазових станціях, газифікації, піролізі, спалюванні тощо.

Цінність гною ВРХ, свиней та птиці, що використовується з метою отримання енергетичного джерела, біогазу, залежить від вмісту у ньому органічної частини, сирих рослинних залишків та води.

Всі види гною худоби придатні для біогазового виробництва. До прикладу, утворення біогазу з 1 м³ гною ВРХ складає 210 м³, а з 1 м³ гною свиней – 290 м³, на тону сухої речовини (СР). При цьому, гній ВРХ містить більше СР, ніж гній свиней.

На практиці, ефективність біогазового виробництва залежить від технологічного рішення та попередньої підготовки органічних відходів, якості та суміші органічних відходів та якості експлуатації реалізованої біогазової станції.

Розмір біогазової станції залежить від її призначення: виробництво біогазу в масштабі фермерського господарства або в масштабах промислового виробництва біогазу.

В Україні досі відсутні приклади реалізації біогазових станцій промислового типу, що приймають органічні відходи навіть декількох фермерських господарств, тоді як в Європейському Союзі наявні біогазові станції, що об'єднують до 100 ферм, із обслуговуючим персоналом відповідної високої кваліфікації. Перевагою такого підходу є можливість економії за рахунок росту виробництва, а відповідно інвестування у інноваційні технології високої ефективності.

Біогазові станції (рис. 3.2) для утилізації органічних відходів окремого фермерського господарства цікаві потужним господарствам, оскільки вирішують проблему соціального занепокоєння запахами, а також дозволяють скорочувати витрати та теплову та електричну енергію, що передусім цікаво для свинокомплексів та пташників [34].

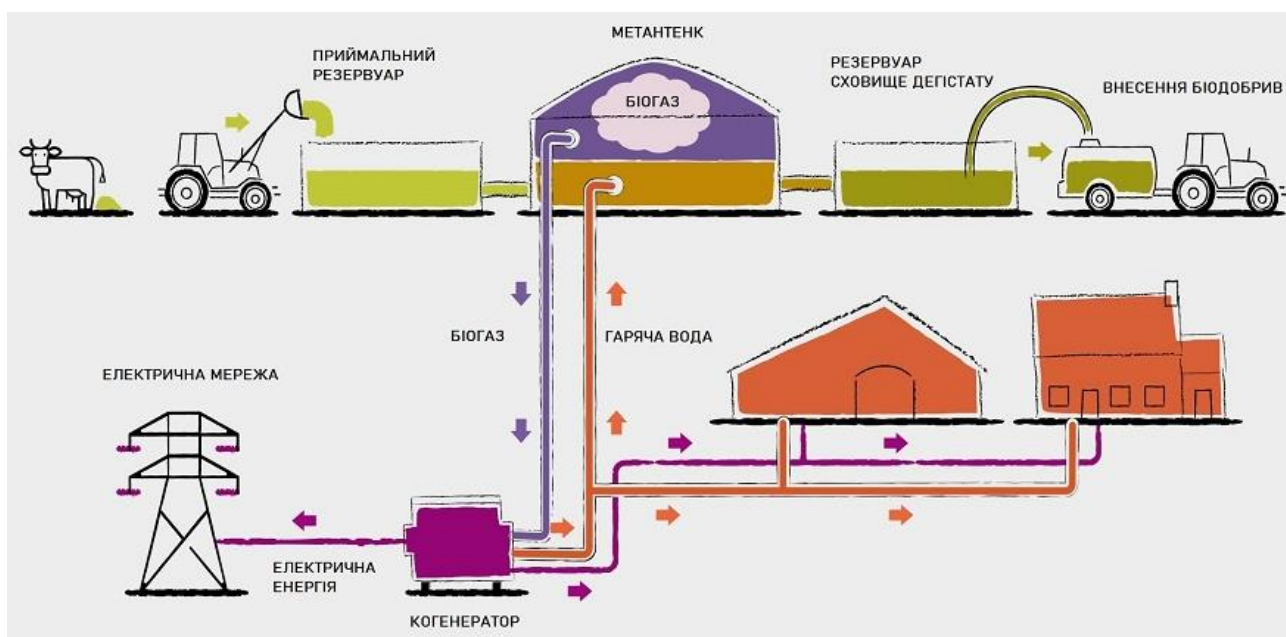


Рис. 3.2. Приклад роботи біогазової станції [35]

Біогазова станція складається з наступних основних компонентів:

1) *Приймальний резервуар.* Вся сировина, що потрапляє на біогазову станцію, завантажується у приймальний резервуар. Призначення приймального резервуару – приймання органічної сировини та наступна її подача до метантенку. Приймальним резервуаром може бути резервуар для зберігання рідкої біомаси з мішалкою або контейнер з системою подачі твердої біомаси. Сировина подається до метантенку згідно регламенту технологічної карти.

2) *Метантенк.* Зброджування органічної сировини відбувається у безкисневому просторі у метантенку з повним перемішуванням. В конструкції метантенки обладнані мішалками, що забезпечують повне перемішування сировини у метантенках з метою уникнення утворення кірки, плаваючого шару та температурних кишень. Гідравлічний час утримання у метантенках, в залежності від біомаси, складає 20-45 діб. Зброджування найбільш ефективно або у мезофільному діапазоні температур (35-38⁰C), або ж у термофільному діапазоні температур (50-55⁰C). Комбіновані характеристики суміші біомаси дозволяють визначити оптимальний рівень температурного режиму біогазового виробництва. Гарна економіка виробництва потребує стабільності виробничих процесів. У конструкції наших біогазових станцій віддаємо перевагу зовнішнім

теплообмінникам. Технічне обслуговування їх займає всього декілька годин, при цьому не потребує гальмування процесів біогазового виробництва.

3) *Очистка біогазу.* Окрім метану та двоокису вуглецю, біогаз також містить сірководень, що утворюється в результаті розщеплення сірковмісних білків, та інших супутніх газів. З метою уникнення корозії, перед подальшим використанням біогазу, необхідна десульфуратія біогазу, тобто видалення з нього сірководню. Існує декілька методів видалення сірководню. Існують як біологічна очистка біогазу, так і хімічна, у разі необхідності. Процес відбувається в окремому резервуарі скрубєрі, в результаті чого сірководень окислюється до елементарної сірки або сірчаної кислоти.

4) *Газосховище – газгольдер – зберігання біогазу.* Зберігання біогазу урівноважує коливання виробництва біогазу. Об'єм газосховища зазвичай дорівнює декільком годинам виробництва біогазу. Газосховище може бути розташоване, як на метантенку, так і на резервуарі-сховищі дегістату, так і окремо наземно у вигляді сфери, в залежності від особливостей розташування біогазової станції, територіальних обмежень та інших особливостей проекту біогазової станції.

5) *Резервуар-сховище дегістату.* Після зброджування у метантенку, дегазована біомаса перекачується до резервуару-сховища, де накопичується і зберігається до періоду внесення добрив. Зазвичай, об'єм резервуару-сховища розраховується на 6-8 місячний строк накопичення та зберігання дегістату. Альтернативним рішенням є процес концентрування дегістату. Резервуар-сховище може бути виконаний у вигляді циліндричного резервуару, закритого або відкритого типу.

6) *Аварійний факел.* В якості запобіжного засобу встановлюється аварійний факел для спалювання біогазу.

7) *Когенераційний модуль* – виробництво електричної та теплової енергії з біогазу. Вироблений біогаз – легкозаймистий, і перетворюється у електричну та теплову енергію у когенераційному модулі. Вироблена електрична енергія, зазвичай, подається в електромережу, або ж може використовуватись на власні

потреби; теплова енергія може використовуватись для опалення бюджетного сектору або ж на власні потреби.

8) *Виробництво біометану.* Альтернативним рішенням є видалення з біогазу вуглекислого газу шляхом процесу збагачення біогазу. Збагачений біогаз, що в основному складається з метану, може бути розподілений у мережу природного газу [35].

ВИСНОВКИ

Ринок сільського господарства України є пріоритетним у розвитку економіки, становить найбільшу частку в експорті країни, а також має найбільший приріст порівняно з іншими галузями. У зв'язку з багатими земельними ресурсами та сприятливими агрокліматичними умовами сільське господарство є однією з провідних галузей матеріального виробництва України.

Однією з найбільших екологічних проблем тваринницьких ферм є утворення великої кількості гною та посліду внаслідок життєдіяльності тварин. Кількість тваринних комплексів зростає з кожним роком у всьому світі. Не виключенням є і Україна, де станом на 2020 рік налічується близько 13 млн. голів худоби, загальне поголів'я свиней становить 5,7 млн., курей – 1,5 млн.

В результаті діяльності тваринницьких комплексів в атмосферне повітря викидається значна кількість забруднюючих речовин, основні з яких: метан, сірководень, вуглекислий газ, аміак, пил, оксид азоту, метилмеркаптан, диметиламін, диметилсульфід. Ці речовини викликають появу смороду від свиноферм і є небезпечними для здоров'я та життя людини. Крім негативного впливу на людину, викиди від свинокомплексів завдають значної шкоди і атмосферному повітрю, адже, викиди від тваринних комплексів становлять 18 % від усіх викидів парникових газів. До прикладу, з 1 тонни гною викидається 52 м³ біогазу, 60% якого складає метан, який відноситься до парникових газів.

У дипломній роботі розглянуто розвиток тваринництва протягом останніх років, а зокрема слід зазначити, що у Львівській області у 2022 році збільшилась кількість свиней на 20 % у порівнянні з 2021 роком, що в свою чергу впливає на збільшення утворення побічних відходів тваринного походження. Також спостерігається значні проблеми із належним поводженням із побічними продуктами тваринного походження, адже через низькі штрафи та неефективний державний контроль за тваринницькими комплексами гній вноситься фермерами неконтрольовано на поля, без дотримання вимог щодо його витримування, стерилізації, норм та методів внесення в ґрунт, що призводить до забруднення ґрунтів та водних ресурсів продуктами

життєдіяльності тварин, поширення забруднення та смороду на сусідні домоволодіння. Тому значну увагу слід приділяти поводженню з побічними відходами тваринного походження.

Варто наголосити, що основний вид діяльності ТЗОВ «Барком» – розведення свиней, а основними порушеннями, які виявлені Державною екологічною інспекцією у Львівській області є ст. 47, 48, 52, 53, ч.1 ст. 59, ч.1 ст. 60, ч. 1, 2 ст. 61, 91-4, 188-5 Кодексу України про адміністративні правопорушення, у т.ч. ст. 82. (порушення вимог щодо поводження з відходами під час їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, знешкодження, видалення або захоронення), ст. 82¹ (порушення правил ведення первинного обліку та здійснення контролю за операціями поводження з відходами або неподання чи подання звітності щодо утворення, використання, знешкодження та видалення відходів), ст. 82⁴ (змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія, без спеціального дозволу).

З метою використання гною як органічного добрива необхідно приділяти увагу його підготовці, цінність гною також полягає у тому, що його також використовують з метою отримання біогазу, з 1 м³ гною свиней можна отримати до 290 м³ біогазу, на тону сухої речовини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Жукорський, О. М.; Никифорок, О. В. Галузь свинарства-реальна та прогнозована загроза для довкілля. Агроекологічний журнал, 2013. 102-107 с.
- 2.Особливості формування агропромислових комплексів: веб сайт. URL: <https://buklib.net/books/31766/>
- 3.Данюк, К. О. "Стан та перспективи розвитку агропромислового комплексу України." 2020. 79 с.
- 4.Войцицький, А.П., Войцицький, А.П., Боголюбов, В.М. Техноекологія: навч посіб. 2009. 533 с.
- 5.Паспорт Львівської області: веб сайт. URL: http://database.ukrcensus.gov.ua/regionalstatistics/regiontree.files/asp_tables_uk/46.htm#40 (дата звернення: 20.01.2023).
- 6.Сільське господарство львівської області. Аналітична доповідь. Львів – 2021: веб сайт. URL: <https://lv.ukrstat.gov.ua/ukr/publ/2021/DP0420210201.pdf> (дата звернення: 25.01.2023).
- 7.Основні тенденції соціально-економічного розвитку Львівської області у 2021 році. Головне управління статистики у Львівській області, 2022. URL: https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/help/report_development%20trend%202021/main.html (дата звернення: 20.01.2023).
- 8.Вдовиченко, Б. О. "Тваринництво та екологія." 2021. 525 с.
- 9.В.А. Чемерис, В.І. Душка, В.Л. Максим. "Стан та основні тенденції розподільчої політики підприємств з виробництва свинини у Львівській області, 2017. 112-117 с.
- 10.Тваринництво України. Державна служба статистики України. Київ. 2022:вебсайт.URL:https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_tv_2021.pdf] (дата звернення: 17.01.2023).
- 11.Тваринництво в Україні. Аналітична записка: веб сайт. URL:http://epl.org.ua/wpcontent/uploads/2021/06/vidhody_tvarynnztva.pdf (дата звернення: 17.01.2023).

12.Гуцаленко Л.В., В.Ю. Фабіянська. Організація обліку і контролю виробництва біологічного палива, Вінниця, 2013. 262 с.

13.В.К Найдено Теоритечний науково практичний журнал: Рекомендації для оцінки екологічної безпеки свиноферм 2016. 89 с.

14.Методичні рекомендації для технічного проектування видалення: веб сайт. URL:посліду. <https://docs.cntd.ru/document/1200075969> (дата звернення: 19.01.2023).

15.Норми технологічного проектування сімейних ферм, підприємств малої потужності переробних галузей /м'ясна галузь. 1999: веб сайт. URL:<http://amac.md/Biblioteca> (дата звернення: 19.03.2023).

16 Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287-19>

17. Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287-19#Text>

18.Екологічні стандарти ЄС для галузі тваринництва України: веб сайт. URL:https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/05/EkoStandartEU_short-s.pdf (дата звернення: 20.01.2023).

19.Довідники виробництва свинини США. Сільське господарство. Агентство з охорони навколишнього середовища США, 2009: веб сайт. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/26451.pdf> (дата звернення: 20.01.2023).

20.Кучер, Л. Ю., Кучер, А. В., Шаповалова, О. С. Екологічний аудит свинокомплексу в системі екологічного менеджменту. Харків, 2020. 381-396 с.

21.Палапа, Н.В.; Пронь, Н.Б.; Устименко, О.В. Промислове тваринництво: еколого-економічні наслідки. Збалансоване природокористування, 2016. 64-67 с.

22. Марцинкевич В. Розвиток тваринництва в Україні. Проблеми та рекомендації навч. посібник. Київ, 2014. 32 с.

23.Сучасні методи утилізації відходів — досвід Європи та Світу: веб сайт.
URL: <https://agrotex.info/statti/suchasni-metodi-utilizatsiyi-vidhodiv.html> (дата звернення: 17.01.2023).

24.Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України № 173 від 19.06.1996 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>

25.Закон України «Про охорону атмосферного повітря»
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

26.Панківський, Ю. І. "Оцінка впливу тваринництва на атмосферне повітря (на прикладі відгодівельного комплексу ТзОВ «барком») Львів, 2019.334 с.

27. Розташування свинокомплексу ТзОВ «Барком» у с. Гончарівка. URL: https://maps.app.goo.gl/RHfzLh9VgdTWMx9e8?g_st=ic (дата звернення: 17.01.2023).

28.Розташування ТзОВ «Барком» у с.Ожидів
URL:https://maps.app.goo.gl/UJodjyJFg1gPLmA48?g_st=ic (дата звернення: 17.01.2023).

29.Державна екологічна інспекція. Запит на інформацію URL: <https://lviv.dei.gov.ua/> (дата звернення: 9.05.2023).

30.Кодекс України про адміністративні правопорушення
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10#Text> (дата звернення: 17.01.2023).

31.Чміль А. І., Олійник Ю. О. Підвищення енергетичної ефективності екологобезпечних технологій очищення відходів свиновідгодівельних комплексів. *Енергетика і автоматика*. 2019. С. 74-81.

32.Дереза, О. О., Дереза, Е. А., Болтянська, Н. І., Болтянская, Н. И., Дереза, С. В., Огляд і напрямки розвитку сучасних технологій очищення стічних вод свинокомплексів. 2021. 161 с.

33.Шпякіна, А.І. Олександра А.С, Семенова О.І. Біотехнологічні методи переробки відходів тваринництва. Тернопіль, 2016. 210 с.

34. Біогаз з гною ВРХ, свиней та птиці. Сайт. AgroBiogas. URL: https://agrobiogas.com.ua/biogas_with_cattle/ (дата звернення: 9.05.2023).

35. Біогазова станція. Сайт. AgroBiogas. URL: <https://agrobiogas.com.ua/biogas-station/> (дата звернення: 9.05.2023).