

## ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ ТВАРИННИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

О.В. Бойко, О.Ф. Гончар, О.М. Гавриш,  
М.С. Небилиця, Т.Г. Осокіна

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН (м. Черкаси, Україна)  
e-mail: [aleksboyk18@gmail.com](mailto:aleksboyk18@gmail.com); ORCID: 0000-0002-3917-5583  
e-mail: [of.gonchar@gmail.com](mailto:of.gonchar@gmail.com); ORCID: 0000-0003-2269-9767  
e-mail: [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net); ORCID: 0000-0002-8632-6508  
e-mail: [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net); ORCID: 0000-0001-5509-8787  
e-mail: [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

Наведено результати дослідження впливу об'єктів галузі тваринництва на стан навколишнього середовища. Для забезпечення екологічної безпеки здійснюється регулювання викидів забруднюючих речовин шляхом впровадження політики захисту довкілля. Тому виникає необхідність у розробці науково обґрунтованих підходів з удосконалення методів нормування викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва невеликої потужності, що і зумовлює актуальність цієї роботи. Здійснено аналіз існуючих досліджень з урахуванням Європейської системи інвентаризації ЕМЕП («CORINAIR»). Визначено низку заходів щодо зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва. Встановлено, що впродовж останніх 16 років спостерігається тенденція до скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби на 41,4% і свиней на 21,4%. Виняток становить поголів'я птиці свійської, яке збільшилося за цей період на 28,5%. У той самий час, внаслідок господарської діяльності об'єктів тваринництва в атмосферне повітря потрапляють такі забруднюючі речовини, як: аміак, сірководень, метан, спирти (метанол, етанол тощо), феноли, складні ефіри, карбонільні сполуки (альдегіди й кетони), карбонові кислоти, сульфідні і дисульфідні меркаптани, аміни, діоксид вуглецю. Встановлено ефективність ентомологічного методу утилізації органічних відходів тваринництва, який дає змогу одночасно одержувати білок тваринного походження й органічні добрива з поліпшеними фізико-механічними властивостями. Свинячий гній після переробки личинками мух стає цінним органічним добривом, яке має нематодоцидну дію. Особливо воно цінне для закритого ґрунту. Внесення біоперегною в ґрунт з розрахунку 400 г/м<sup>2</sup> зменшує чисельність галової нематоди і затримує строки її появи. Також одним із напрямів скорочення негативного впливу на довкілля полягає в утилізації відходів у сільському господарстві шляхом отримання біогазу. Це дає можливість отримати пальну суміш газів із теплотою згорання близько 20–25 МДж/м<sup>3</sup> і вмістом метану в межах 60–75%, а також знизити навантаження забруднюючих газів на довкілля.

**Ключові слова:** навколишнє середовище, чинники впливу, тваринництво, забруднюючі речовини, негативний вплив.

### ВСТУП

Виконання міжнародних зобов'язань зі скорочення викидів, прийняття управлінських рішень щодо нормування, контролю, планування, ведення державного обліку потребують достовірної інформації про викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Слід відзначити, що ма-

сові концентрації таких важливих забруднювачів, як дрібні фракції суспендованих речовин — до цього часу в Україні загалом не контролюються. Тому сучасна наука широко піднімає питання щодо негативного впливу діяльності людини на міграцію та перерозподіл хімічних елементів у біосфері. Для забезпечення екологічної безпеки здійснюється регулювання викидів забруднюючих речовин шляхом про-

вадження політики у сфері захисту атмосферного повітря [1].

Аналіз літературних, статистичних та нормативних даних свідчить про те, що переважно використовуються, розроблені та погоджені в установленому порядку, методи та показники емісії (питомі викиди) від джерел утворення забруднюючих речовин великих тваринницьких комплексів потужністю понад 12 тис. гол. Однак в Україні розвиваються фермерські та інші сільськогосподарські підприємства — об'єкти тваринництва потужністю до 1 тис. гол. тварин. Показники емісії (питомі викиди) для зазначених об'єктів відсутні. Крім того, під час визначення обсягів викидів розрахунковим методом у сільському господарстві, результати розрахунків мають різний ступінь достовірності та не можуть підлягати зіставленню.

Таким чином, на цьому етапі виникає необхідність у розробці науково обґрунтованих підходів з удосконалення методів нормування викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва невеликої потужності, що і зумовлює актуальність цієї роботи.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Тваринництво представляє собою важливу галузь сільського господарства і національної економіки, яка забезпечує задоволення потреб населення у харчових продуктах [2; 3]. Адже, чисельність населення Землі постійно зростає, а це означає, що і зростає необхідність у виробництві більшої кількості продукції і, своєю чергою, збільшується антропогенне навантаження на довкілля [4].

Діяльність великих промислових ферм та інтенсифікація тваринницької галузі загалом спричиняє до споживання великої кількості природних ресурсів та є причиною виникнення низки екологічних проблем, таких як: викиди забруднюючих речовин, забруднення поверхневих та підземних вод (евтрофікація водойм), деградація ґрунтів, утворення та накопичення значної кількості побічних продуктів тва-

ринного походження (гній, послід, падіж тварин), втрата біорізноманіття, зміна клімату тощо [2–6].

Викиди, які утворюються у сільському господарстві справляють негативний вплив на якість атмосферного повітря. За даними досліджень, в Україні найбільші обсяги викидів у сільському господарстві (забруднюючих хімічних речовин (без урахування парникових газів), мікроорганізмів, пилу) спричиняє птахівництво — 72%, свинарство — 19, інші підгалузі — 9% [4; 7].

Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин в атмосферне повітря від виробничих процесів господарства розробляються відповідно до Податкового кодексу України № 2755-VI від 02.12.2010 р. зі змінами, доручення Кабінету Міністрів України від 02.09.99 р. за № 19542/16 з урахуванням європейського керівництва ЕМЕР/ЕЕА з інвентаризації викидів (раніше — Керівництво з інвентаризації викидів забруднюючих речовин CORINAIR).

Показник емісії (питомий викид) — величина, яка встановлює залежність між кількістю забруднюючої речовини (або їх суміші), що викидається в атмосферне повітря та діяльністю, пов'язаною з цим видом [8].

Під час здійснення робіт із визначення питомих викидів забруднюючих речовин використовуються результати інструментально-лабораторних вимірювань, а також матеріали інвентаризації викидів забруднюючих речовин на господарстві. Розрахунки питомих викидів виконуються на основі затвердженої заступником Міністра екології та природних ресурсів України М. Стеценко від 25.12.2000 р. «Типової методики визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості» [8].

Затверджені у встановленому порядку питомі викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря обов'язкові для застосування при визначенні валових обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на підприємстві під час ведення державного обліку в галузі охорони

атмосферного повітря та обчислення збору, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Під час здійснення дослідження застосовували метод логічного узагальнення негативного впливу тваринницьких господарств на довкілля та екологічні аспекти їхнього розвитку на основі аналізу наукових джерел. Розглянуто теоретичні основи економічного та екологічного розвитку галузі тваринництва, узагальнено зарубіжний досвід організації та проведення визначення і обліку негативних наслідків впливу на навколишнє середовище, окреслено тенденції розвитку контролю за станом довкілля.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» від 01.03.1999 року № 303, доручення Кабінету Міністрів України від 02.09.1999 року № 19542/16 міністерствам та іншим центральним органам виконавчої влади, необхідно було розробити питомі показники викидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище на одиницю використаної сировини або виробленої продукції для виробництв та технологічних процесів.

ВАТ «Український науковий центр технічної екології» у 2004 р. було розроблено та погоджено з Мінприроди України «Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами». Затвержені показники обов'язкові при визначенні 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 забрудню-

ючих речовин стаціонарними джерелами забруднення.

Як зазначено у Збірнику, за підготовки таблиці «ХП-12 (рекомендована)» розділу XII «Сільське господарство. Тваринницькі комплекси і звіроферми», розробниками за основу було прийнято «Методику расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от животноводческих комплексов и звероферм (по величинам удельных показателей)» та Спільну програму спостережень і оцінки перенесення на великі відстані забруднюючих атмосферне повітря речовин в Європі CORINAIR. Дані про питомі викиди забруднюючих речовин від тваринницьких комплексів і звірогосподарств приймаються згідно з методикою, оскільки більш повні та відповідають умовам утримання, годівлі тварин і технології прибирання, зберігання та використання гною в Україні.

Використання усереднених питомих викидів за інвентаризації дає можливість оцінити викиди розрахунковим методом на основі найбільш зручних еколого-технологічних характеристик процесу, встановлює єдиний підхід до визначення питомих викидів забруднювальних речовин від окремого обладнання.

Для проведення класичної інвентаризації і на її основі визначення питомих викидів необхідний багатофакторний експеримент для кожного джерела в умовах діючого виробництва з комплексом вимірів по кожному інгредієнту залежно від продуктивності, характеристик сировини, коливань технологічного режиму і т. п. при різних комбінаціях параметрів. Така процедура, внаслідок своєї складності і дорожечі, є винятком, тому застосовується в обмежених випадках.

Зважаючи на це, важливим напрямом, на нашу думку, є розвиток інформаційних технологій і створення порівняно дешевих засобів вимірювальної техніки для моніторингу та обліку викидів забруднюючих речовин, зокрема дрібнодисперсного пилу та парникових газів. Для цього науковцями Черкаської ДСБ НААН розроблено автоматизовану вимірювальну систему

«Аналізатор повітряного середовища електронний моноблоковий» (АПСЕ-М), яка призначена для вимірювання запиленості PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub> (повітряного забруднювача), до складу якого входять як тверді мікрочастинки, так і дрібні краплинки рідин, розміром від 10 нм до 1,0 та 2,5 мкм або інше позначення і назва частинок: FSP (*fine suspended particles* – дрібнодисперсні зважені частинки), масової концентрації забруднюючих газів CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, шумового навантаження та деяких метеорологічних показників [9]. Дана система призначена для аналізу, експрес-вимірювань або тривалого моніторингу в автоматизованому режимі не менше десяти параметрів повітря, збереження даних вимірювань у пам'ять та передачі на Інтернет-ресурс за допомогою Wi-Fi з'єднання [9]. Метою розробки цього приладу було впровадження методу безперервної автоматичної реєстрації вимірювань, скорочення вартості та кількості технічних засобів вимірювань, спрощення процесу налаштування вимірювань для підвищення продуктивності праці наукових працівників, технологів і фахівців ветеринарної медицини.

Згідно зі статистичними даними Державної служби статистики, станом на 1 січня 2021 р. в Україні нараховується 1911 підприємств по утриманню великої рога-

тої худоби, 1437 – свиней, 548 – овець і кіз і 385 – птиці. Із зазначеної кількості, об'єкти потужністю до 1 тис. гол. тварин мали 85,3% підприємств великої рогатої худоби, 72,8% – свиней та 100% підприємств з утримання овець і кіз. Наразі питоми викиди для зазначених об'єктів визначаються за нормативними значеннями тваринницьких комплексів потужністю від 12 тис. гол. і більше. Детальну інформацію наведено в *табл. 1*.

На нашу думку це є не зовсім коректно, оскільки навантаження на довкілля від крупних комплексів є значно більшим і часто має істотні та негативні наслідки.

Перспективним напрямом у вирішенні цієї проблеми вбачаємо в розробці науково обґрунтованих оптимальних і максимально допустимих розмірів промислових комплексів за видами тварин, з урахуванням екологічної безпеки технологічних процесів виробництва, та їх територіальне розосередження, з метою зниження негативного впливу.

Слід зазначити, що впродовж останніх 16 років спостерігається тенденція до скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби і свиней на 41,4% і 21,4% відповідно. Виняток становить поголів'я птиці свійської, яке збільшилося за цей період на 28,5% (*табл. 2*).

**Таблиця 1. Величини питомих викидів основних забруднюючих речовин безпосередньо від сільськогосподарських тварин за щоденного видалення гною з приміщень для їх утримання**

| Забруднююча речовина (код)  | Питоми викиди ( $\times 10^{-6}$ г/с · 1 цж.м.) |       |       |
|-----------------------------|---|-------|-------|
|                             | велика рогата худоба                            | свині | птиця |
| Аміак (303)                 | 27,0  | 13,5  | 16,0  |
| Сірководень (333)           | 2,2   | 2,7   | 4,4   |
| Фенол (1071)                | 0,2   | 0,3   | 0,4   |
| Альдегід пропіоновий (1314) | 1,5   | 1,8   | 2,2   |
| Кислота капронова (1531)    | 1,8   | 1,0   | 2,5   |
| Диметилсульфід (1707)       | 0,6   | 2,0   | 3,8   |
| Метилмеркаптан (1715)       | 0,2   | 0,1   | 0,4   |
| Диметиламін (1819)          | 13,2  | 8,0   | 8,8   |

Таблиця 2. Динаміка кількості сільськогосподарських тварин в Україні

| Рік  | Кількість сільськогосподарських тварин на 01.01 тис. гол. |        |                |
|------|---|--------|----------------|
|      | велика рогата худоба                                      | свині  | птиця свійська |
| 2006 | 6500,0  | 7053,0 | 161994,0       |
| 2011 | 4500,0  | 7960,0 | 203840,0       |
| 2016 | 3800,0  | 7079,0 | 203986,0       |
| 2021 | 2900,0  | 5840,0 | 199885,0       |
| 2022 | 2690,0  | 5540,0 | 208180,0       |

Негативна тенденція скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин створює загрозу продовольчій безпеці держави та знижує валютні надходження України від експорту продуктів тваринництва. З метою призупинення спаду поголів'я тварин великої рогатої худоби і свиней та його нарощування, згідно з науково обґрунтованими нормами харчування населення, НААН України розроблено Програму розвитку галузі тваринництва на період до 2030 р. [2].

Внаслідок господарської діяльності об'єктів тваринництва в атмосферне повітря потрапляють такі забруднюючі речовини, як: аміак, сірководень, метан, спирти (метанол, етанол тощо), феноли, складні ефіри, карбонільні сполуки (альдегіди і кетони), карбонові кислоти, сульфіди і дисульфіди, меркаптани, аміни, діоксид вуглецю.

В основу розрахунків потужності утворення забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва нами приймалось експериментально підтвержене на прикладі свиноферми правило десяти відсотків або закон (принцип Ліндермана), згідно якого близько 10% енергії надходить від кожного попереднього трофічного рівня до наступного. Згідно з цим правилом, тваринами засвоюється від 7 до 13% енергії (або речовини в енергетичному вираженні). Решта (87–93%) органічної речовини (продуктів життєдіяльності тварин) буде утилізована або перероблена мікроорганізмами. Із засвоєних тваринами 10% кормів у результаті їх ферментативного розщеплення безпосередньо від тварин

в атмосферне повітря виділяється десята частина забруднюючих речовин.

Таким чином, співвідношення кількості виділення забруднюючих речовини безпосередньо від тварин до кількості виділення від продуктів їх життєдіяльності сягає приблизно 1:100 за рік. На тверді речовини (пил хутра) це правило не розповсюджували.

Ведення лабораторних спостережень за кількісними показниками зазначених вище речовин надасть фактичні дані щодо діяльності об'єктів тваринництва, що дає можливість адекватно оцінити вплив діяльності на умови проживання в житловій забудові та обґрунтувати безпечні відстані розмірів санітарно-захисних зон.

Таким чином, лише в результаті дотримання розмірів санітарно-захисної зони та реалізації заходів з охорони атмосферного повітря, можна в значній кількості зменшити викиди забруднювальних речовин від об'єктів тваринництва та відповідно покращити санітарно-епідеміологічну та екологічну ситуацію на прилеглий до господарств території.

Джерела утворення викидів забруднюючих речовин у тваринництві включають тварин, приміщення для тварин (зберігання екскрементів тварин у приміщенні), відкрите зберігання, переробка гною та шламу (наприклад, компостування, анаеробна обробка), внесення землі та хімічних добрив.

Обсяг забруднення залежить від таких основних чинників: виду сільськогосподарських тварин, їх чисельності, якості та кількості кормів, росту, статі і маси тварин, на-



пряму тваринництва, способу утримання, а також способів видалення гною. До складу відходів тваринництва належать: екскременти тварин, залишки кормів, вовна, щетина і технологічна вода. Екскременти різних видів сільськогосподарських тварин, які становлять основу гною, відрізняються за своїми фізико-хімічними показниками. Добовий вихід екскрементів залежно від статевовікової групи коливається у межах 0,5–12,4 кг на одну тварину. Середня вологість екскрементів великої рогатої худоби може бути від 86 до 97%, вміст сухої речовини — від 0,17 до 4,93% за добу.

На забруднення атмосферного повітря істотно впливає неправильне зберігання і використання безпідстилкового гною. Під час зберігання останнього у відкритих ємностях випаровується і потрапляє в атмосферу аміак, молекулярний азот та інші його сполуки. Рідкий гній містить значну кількість патогенних організмів, при анаеробному його розкладі утворюються шкідливі гази (сірководень, аміак), а також жирні кислоти, аміни та інші сполуки з неприємним запахом.

Хоча у багатьох країнах акцент робиться на зменшенні забруднення навколишнього середовища деякими речовинами, викидами аміаку та неприємним запахом, скорочення викидів парникових газів стане найважливішим у найближчому майбутньому для задоволення інтегрованих критеріїв сталості згідно з Кіотським протоколом 1997 р. [10].

Викиди парникових газів різняться за походженням. Метан, який утворюється від об'єктів тваринництва значною мірою є ендегенним, і його важко зменшити в інтенсивному тваринництві. Розроблення заходів щодо скорочення викидів метану необхідно зосереджувати на його використанні як палива, запобіганні його утворення у період зберігання безпосередньо у приміщеннях ферм та прилеглий території.

Важливим чинником забезпечення зменшення негативного впливу на атмосферне повітря у розвинутих країнах і Україні має вдосконалення локалізації господарювання в цій галузі. Проблема

впливу тваринництва на довкілля тісно пов'язана з концентрацією поголів'я в одному підприємстві і в одній місцевості. Оскільки чим більше тварин зосереджено в одному місці, у господарстві — тим вищий вплив негативних факторів від них на навколишнє середовище, прилеглої території і тим менші можливості цього середовища абсорбувати ці викиди.

Іншим чинником є забезпечення уловлення та очищення вентиляційних викидів тваринницьких комплексів та птахофабрик від забруднюючих речовин. Наразі в Україні це практично не реалізується, хоча методи очищення газових потоків від аміаку та сірководню (основні забруднювачі) широко відомі та поширені.

Ще один напрям скорочення негативного впливу на навколишнє середовище полягає в утилізації відходів у сільському господарстві шляхом отримання біогазу. Це дає змогу отримати пальну суміш газів із теплотою згорання близько 20–25 МДж/м<sup>3</sup> і вмістом метану в межах 60–75% [11]. Метанове зброджування рідких гнойових стоків здійснюється у біогазових установках, в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів та рослинних решток, отримують біогаз метан та органічне добриво.

Згідно зі статистичних даних, на 1 січня 2022 р. в Україні поголів'я сільськогосподарських тварин становило 2,69 млн гол. великої рогатої худоби, 5,54 млн свиней та 208,18 млн птиці (табл. 3).

Розрахунки свідчать про те, що це становитиме до 38332,5 тис. м<sup>3</sup> гною великої рогатої худоби, 19944,0 тис. м<sup>3</sup> гною свиней та 15613,5 тис. м<sup>3</sup> посліду птиці. З такої кількості відходів гною потенційно можна отримати до 3702,6 Нм<sup>3</sup> біогазу за рік, або до 2337,0 Нм<sup>3</sup> біометану за рік.

За даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг (НКРЕКП) у 2020 р. в Україні налічувалося 51 біогазова станція загальною потужністю 96,7 МВт [13]. Цей напрям утилізації гною в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів (наф-

Таблиця 3. Номінальний потенціал виробництва біогазу з відходів основних видів тварин в Україні (станом 01.01.2022 р.)

| Вид тварин           | Поголів'я,<br>тис. гол. | Середнє значення виходу гною за рік |                                | Орієнтовний вихід біогазу, Нм <sup>3</sup> /т субстрату |                | Вміст метану,<br>% | Вихід біометану,<br>Нм <sup>3</sup> /рік |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|----------------|--------------------|--|
|                      |                         | на 1 гол.,<br>м <sup>3</sup> [12]   | всього,<br>тис. м <sup>3</sup> | середнє значення [12]                                   | всього,<br>млн |                    |  |
| Велика рогата худоба | 2690,0                  | 14,25                               | 38332,5                        | 25,0  | 958,3          | 60                 | 575,0                                    |
| Свині                | 5540,0                  | 3,60                                | 19944,0                        | 28,0  | 558,4          | 65                 | 363,0                                    |
| Птиця                | 208180,0                | 7,5*                                | 15613,5                        | 140,0   | 2185,9         | 64                 | 1399,0                                   |

Примітка: \* у розрахунку на 100 гол. птиці.

ти, газу, вугілля тощо) має важливе значення. Треба особливо підкреслити значення біогазових установок у підтриманні чистоти навколишнього середовища. Цьому сприяють обидва основні продукти, що утворюються внаслідок метанового бродіння: біогаз і біодобриво. Водночас потрібно зазначити, що за виробництва біогазу властивості гною, як добрива, зберігаються в так званому шламі, який виявляється більш цінним і ефективним добривом, ніж звичайний гній.

Роль відновних джерел у виробництві енергії невпинно зростає і наразі актуальним є питання збільшення частки відновних джерел в енергобалансі кожної окремої країни. У постачанні первинної енергії на частку відновлюваної енергетики припадає 13% у світовому масштабі. З них на біомасу припадає 10%, або 258 млн т н е на рік, тобто у світі біомаса забезпечує найбільшу частку постачання енергії з відновних джерел. В Україні частка біомаси в первинному енергопостачанні становить лише 1,4%, або 1695 тис. т н е [4; 14].

Одним із можливих шляхів утилізації гною і повернення частини його поживних речовин тваринництву є одержання з нього білкових продуктів. Останнім часом дедалі більше уваги приділяють переробці гною за допомогою личинок синантропних мух і особливо дощових черв'яків. Впровадження ентомологічного методу утилізації органічних відходів тваринництва, який дає змогу одночасно одержувати білок тваринного походження й органічні добрива з поліпшеними фізико-механічними власти-

востями. Свинячий гній після переробки личинками мух стає цінним органічним добривом, яке має нематодоцидну дію. Особливо воно цінне для закритого ґрунту. Внесення біоперегною в ґрунт з розрахунку 400 г/м<sup>2</sup> зменшує чисельність галової нематоди і затримує строки її появи порівняно з контролем на 1,5 міс. Кількість уражених рослин знижується від 15 до 0,8% [15].

Згідно з літературними даними, на 1 м<sup>2</sup> ґрунтового майданчика щодня можна утилізувати 1,5 кг гною, а на 1 га — 7,5 т (з урахуванням під'їзних шляхів, корисна площа для розведення черв'яків на 50% більша від загальної). Впродовж теплої періоду року на такій площі черв'яки здатні переробити близько 1300 т гною, а продукція їх становитиме 20–25 т білкового корму і 400 т біогумусу [3].

Отже, одержання біогумусу є по суті вирішенням проблеми використання екологічного механізму поновлення родючості ґрунтів. При цьому вирішується питання біотехнології гумусу, який є альтернативою хімізації ґрунту і створює передумови для біологізації та екологізації галузі землеробства [16].

Ще одним шляхом попередження забруднення є використання природних дисперсних сорбентів (природних цеолітів, бентонітів, палигорськітів, глауконітів) у складі підстилки та введення їх у кормовий раціон, чим досягається адсорбція аміаку та сірководню на цих сорбентах і відповідно зменшення забруднення навколишнього середовища. Використання в подальшому утвореного гною, як добрива

покращує його якості, досягається пролонговане виділення поживних елементів і поліпшене засвоювання їх рослинами [5; 17; 18].

На території України відповідними нормативними документами дозволено використання в якості дієтичних домішок до кормів домашньої худоби природного цеоліту. Використання останнього, як кормової добавки, дає можливість істотно підвищити продуктивність тварин. Максимальний приріст маси дає підкормка цеолітизованими туфами із підвищеним вмістом кальцію. В травному тракті цеоліт сорбує на себе 10–20% аміаку і тим самим сприяє покращенню раціону. Через деякий час, коли в рубці утворюється значна кількість енергії, необхідної для біосинтетичних процесів, у т. ч. і білка, цеоліт віддає аміак назад у рубцеве середовище, де відчувається дефіцит азоту. Отже, він виступає в ролі ефектора, який підтримує найбільш корисні умови для рубцевої ферментації та процесів біосинтезу.

Наступним чинником зменшення забруднення довкілля у тваринництві є зниження споживання енергії. Так, у розвинутих європейських країнах, середній рівень споживання енергії, у розрахунку на свиню-матку на рік, становить 983 кВт·год (за одержання 2,44 опоросів) та 1163 кВт·год (за одержання 24 поросят) [6; 19], із значним ступенем коливання. Проведеними дослідженнями встановлено, що теплова ізоляція стін свинарника-маточника екологічно безпечним утеплювачем покращує енергетичну характеристику будівлі на 23,2%, з терміном окупності 3,28 роки [20]. Водночас, вона має важливе природоохоронне значення, у вигляді економії 21,15 тис. кВт·год питомих витрат теплової енергії, що еквівалентно 7,42 т умовного палива.

Також необхідно зазначити про те, що важливим чинником зниження негативного

впливу на довкілля є скорочення викидів азоту і його сполук, які пов'язані з годівлею тварин. Відомо, що надлишок білка в кормових раціонах сільськогосподарських тварин виводиться головним чином у вигляді сечовини, яка швидко розкладається з утворенням аміаку, з високою здатністю до емісії в повітря [21–24].

## ВИСНОВКИ

Для зменшення негативного впливу на довкілля сільськогосподарства України необхідно забезпечувати дотримання європейських стандартів поведінки з сільськогосподарськими тваринами та відходами.

Потребують подальшого вирішення питання технологічного характеру щодо:

- розроблення рекомендованих і максимально допустимих розмірів ферм за видами тварин, з урахуванням екологічної безпеки прилеглих територій;
- утилізації гною сільськогосподарських тварин, шляхом отримання біогазу чи білкових продуктів (із личинок синантропних мух і дощових черв'яків) та органічного добрива і біогумусу;
- уловлення та очищення вентиляційних викидів із тваринницьких приміщень від забруднюючих речовин;
- зниження споживання енергії у галузі тваринництва на потреби функціонування систем опалення чи охолодження та вентиляції приміщень;
- нормування кормових раціонів тварин і птиці, зокрема за вмістом білка;
- використання природних дисперсних сорбентів у складі кормових раціонів тварин та підстилки;
- розроблення більш дешевих засобів вимірювальної техніки для моніторингу і обліку викидів забруднюючих речовин у тваринництві для прийняття управлінських рішень щодо їх зменшення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. *Відомості Верховної Ради*. 2019. № 16. 70 с.
2. Гадзало Я.М. та ін. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991–2017–2030 рр.) / за ред. М.І. Башенка. Київ: Аграрна наука, 2017. 160 с.



3. Башенко М.І. та ін. Технологія органічного виробництва свинини: моногр. Полтава: ТОВ «Фірма «Техсервіс», 2017. С. 315–339.
4. Писаренко В.Н., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія. Полтава, 2008. 204 с.
5. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В. Оцінювання екосистемних послуг лісів за даними дистанційного зондування землі. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 4. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436>
6. Hörndahl, Torsten. Energy use in outbuildings. Alnarp Technical Report: (LTJ, LTV) Rural buildings and livestock, Sverigeslantbruksu Universalitet. Landskapträdgårdjordbruk: rapportserie. 8. 43.
7. Zhukorskyi O., Moklyachuk L. and Nykyforuk O. Emissions of air pollutants from area livestock industry in Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2014. No. 2. P. 39–44.
8. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення. 2000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/n0002556-00>.
9. Методика мультипараметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. Черкаська ДСБ НААН. 2021. 24 с.
10. Довбенко М.В. Кіотський протокол як перспективне джерело додаткових інвестицій. *Вісник НАН України*. 2009. № 3. С. 26–34.
11. Лісничий В.М., Цаплін Ю.О. Сучасний стан та перспективи розвитку отримання біогазу в Україні. *Енергія із біомаси*: матеріали IV міжнар. конф. (м. Київ, 22–24 верес. 2008 р.). Київ: ІТТФ НАНУ, 2008. С. 299–300.
12. Марцинкевич В. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброжування. Київ: Національний екологічний центр України, 2015. URL: [https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu\\_prinadlejat\\_krupneyishie\\_biogazovye\\_kompanii\\_v\\_ukraine](https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu_prinadlejat_krupneyishie_biogazovye_kompanii_v_ukraine).
13. IEA. Statistics. Total. 2012. URL: <http://www.iea.org/topics/renewables/>.
14. IEA. Statistics. Ukraine. URL: [http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=](http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=balances&year=2012)
15. Морев Ю.Б. Искусственное разведение дождевых червей. Фрунзе: Илим, 1990. 63 с.
16. Ефективність використання природних мінеральних сорбентів в годівлі американської норки: метод. реком. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2019. 23 с.
17. Гончар О.Ф. Визначення механізму впливу мінеральної добавки сапоніт на продуктивність та репродуктивну функцію норок. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва УАН*. 2009. Вип. 100. С. 205–210.
18. Гончар О.Ф., Гавриш О.М. Вплив природного кремнезему сапоніт у раціоні самок нутрії на перебіг вагітності. *Розведення і генетика тварин*: міжвідом. темат. наук. зб. 2009. Вип. 43. С. 95–102.
19. Michel, Marcon. Energy consumption in livestock housing (pigs). *European Forum Livestock housing for the future*. (2009, October 22/23). LILLE (France). P. 1–6.
20. Небилиця М.С. Екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності приміщень для утримання підсисних свиноматок. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. 3 (98). С. 174–183. DOI: <https://doi.org/10.131210/visnyk2020.03.19>.
21. Моклянчук Л.І. та ін. Методичні рекомендації зі скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел / за ред. О.І. Фурдичка. Київ, 2016. 31 с.
22. Гончар О.Ф., Коноваленко Т.Ф., Гавриш О.М. Збереження та відтворення агробіорізноманіття в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва. *Історія освіти, науки і техніки в Україні*: матеріали IV конф. молодих учених та спеціалістів (29 січ. 2008 р.). Київ–Харків, 2008. С. 95–97.
23. Башенко М.І., Гончар О.Ф., Лавров В.В., Дерій С.І. Екологічна мережа Центрального Придніпров'я: моногр. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. 386 с.
24. Boiko O., Nonchar O., Havrysh O. and Osokina T. Protected area in Ukraine. Monograph. 2021. 133 p.

## REFERENCES

1. Pro Osnovni zasady (strategiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku [On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2030]. (2019). *Vidomosti Verkhovnoi Rady – Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, 16, art. 70 [in Ukrainian].
2. Hadzalo, Ya.M. et al. & Bashchenka M.I. (Ed.) (2017). *Tvarynytsstvo Ukrainy: stan, problemy, shliakhy rozvytku (1991–2017–2030 rr.)* [Livestock of Ukraine: state, problems, ways of development (1991–2017–2030)]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
3. Bashchenko, M.I. et al. (2017). *Tekhnolohiia orhanichnoho vyrobnytstva svynyny: monohrafiia [Technology of organic pork production: monohrafiy]*. Poltava: TOV «Firma «Tekhservis» [in Ukrainian].
4. Pysarenko, V.N., Pysarenko, P.V. & Pysarenko, V.V. (2008). *Ahroekolohiia. [Agroecology]*. Poltava [in Russian].
5. Furdychko, O.I., Drebot, O.I., Kuchma, T.L. & Iliencko, T.V. (2019). Otsiniuvannia ekosystemnykh posluh lisiv za danymy dystantsiinoho zonduvannia zemli [Evaluation of forest ecosystem services based on remote sensing data]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 4, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436> [in Ukrainian].
6. Hörndahl, Torsten. Energy use in outbuildings. Alnarp Technical Report: (LTJ, LTV) Rural buildings

- and livestock, Sverigeslantbruksu Universalitet. Landskapträdgårdjordbruk: rapportserie. 8. 43 [in English].
7. Zhukorskyi, O., Moklyachuk, L. & Nykyforuk, O. (2014). Emissions of air pollutants from area livestock industry in Ukraine. *Agricultural science and practice*, 2, 39–44 [in English].
  8. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення [The typical method for determining the specific emissions from major industries by industry. Basic provisions]. (2000). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/n0002556-00> [in Ukrainian].
  9. Cherkasy experimental station of bioresources NAAS (2021). *Metodyka multiparametrychnoi otsinky mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen metodom bezperevnoi avtomatychnoi reiestratsii* [Methods of multiparametric assessment of the microclimate of livestock facilities by the method of continuous automatic registration]. Cherkassy [in Ukrainian].
  10. Dovbenko, M.V. (2009). Kiotskyi protokol yak perspektyvne dzherelo dodatkovykh investytsii [Kyoto Protocol as a promising source of additional investment]. *Visnyk NAN Ukrainy – Bulletin of the NAS of Ukraine*, 3, 26–34 [in Ukrainian].
  11. Lisnychyi, V.M. & Tsaplin, Yu.O. (2008). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku otrymannia biohazu v Ukraini [Current state and prospects of biogas production in Ukraine]. *Enerhiya iz biomasy: materialy IV mizhnarodnoyi konferentsiyi* [Energy from biomass: materials of the IV international conference]. (pp. 299–300). Kyiv: ITTF NANU [in Ukrainian].
  12. Martsynkevych, V. (2015). *Povodzhennia z vidkhodamy tvarynnytsva: perevahy tekhnologii anaerobnoho zbrodzhuvannia* [Livestock waste management: advantages of anaerobic fermentation technology]. URL: [https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu\\_prinadlejat\\_krupneyishie\\_biogazovye\\_kompanii\\_v\\_ukraine](https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu_prinadlejat_krupneyishie_biogazovye_kompanii_v_ukraine)
  13. IEA. Statistics. Total. 2012. URL: <http://www.iea.org/topics/renewables/>.
  14. IEA. Statistics. Ukraine. URL: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=balances&year=2012>.
  15. Morev, Yu.B. (1990). *Iskusstvennoe razvedenye dozhdevykh chervei* [Artificial breeding of earthworms]. Frunze: Ilym [in Russian].
  16. Cherkasy experimental station of bioresources NAAS (2019). *Efektynist vykorystannia pryrodnykh mineralnykh sorbentiv v hodivli amerykanskoï norky* [The effectiveness of natural mineral sorbents in the feeding of American mink]. Cherkasy [in Ukrainian].
  17. Honchar, O.F. (2009). Vyznachennia mekhanizmu vplyvu mineralnoi dobavky saponit na produktyvnist ta reproduktyvnu funktsiiu norok [Determination of the mechanism of influence of the mineral supplement saponite on the productivity and reproductive function of mink]. *Naukovo-tekhmichnyi biuleten Instytutu tvarynnytsva UAAN – Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Husbandry UAAS*, 100, 205–210 [in Ukrainian].
  18. Honchar, O.F. & Havrysh, O.M. (2009). Vplyv pryrodnoho kremnezemu saponit u ratsioni samok nutrii na perebih vahitnosti [Influence of natural silica saponite in the diet of female nutria on pregnancy]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Breeding and genetics of animals*, 43, 95–102 [in Ukrainian].
  19. Michel, Marcon. (2009). Energy consumption in livestock housing (pigs). *European Forum Livestock housing for the future* (pp. 1–6). LILLE (France). [in English].
  20. Nebylytsia, M.S. (2020). Ekolohichno bezpechnyi sposib pidvyshchennia enerhoefektyvnosti prymyshchennia dlia utrymannia pidsysnykh svynomatok [Environmentally friendly way to increase the energy efficiency of the premises for suckling sows]. *Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3 (98), 174–183. DOI: <https://doi.org/10.131210/visnyk2020.03.19> [in Ukrainian].
  21. Moklyanchuk, L.I. & Furdychko O.I. (Ed.) (2016). *Metodychni rekomendatsii zi skorochennia vykydiv amiak u silskohospodarskykh dzherel* [Guidelines for reducing ammonia emissions from agricultural sources]. Kyiv [in Ukrainian].
  22. Honchar, O.F., Konovalenko, T.F. & Havrysh, O.M. (2008). Zberzhennia ta vidtvorennia ahrobioriznomanittia v umovakh suchasnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva [Conservation and reproduction of agrobiodiversity in the conditions of modern agricultural production]. *Istoriia osvity, nauky i tekhniky v Ukraini: materialy IV konferentsii molodykh uchenykh ta spetsialistiv* [History of education, science and technology in Ukraine: materials of the IV conference of young scientists and specialists]. (pp. 95–97). Kyiv-Kharkiv [in Ukrainian].
  23. Bashchenko, M.I., Honchar, O.F., Lavrov, V.V. & Derii, S.I. (2009). *Ekolohichna merezha Tsentralnoho Prydniprov'ia: monohrafiia* [Ecological network of the Central Dnieper: monograph]. Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].
  24. Boiko, O., Honchar, O., Havrysh, O. & Osokina, T. (2021). Protected area in Ukraine. Monograph [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 22.12.2021