

Діяльність повинна спрямовуватись насамперед на подолання наявних водно-екологічних загроз в області, створення сприятливих умов для сталого, екологічно безпечного водокористування, відтворення та охорону всіх водних ресурсів на території країни з урахуванням їх транскордонного значення, а також водних екосистем.

Таким чином, принципи, реалізовані на еколого-економічних засадах, дадуть змогу досягти головної мети – забезпечити Україну та область зокрема водою високої якості і в достатніх для неї обсягах.

#### Список використаних джерел

1. Значення водних ресурсів і проблеми водозабезпечення [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.kazedu.kz/referat/169123/1> (дата звернення: 01.04.2019).
2. Проблема річок та водовикористання в Україні: навч. посібник / Гураков А. А. – Київ, 1999.
3. [World Water Resources by country](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_total_renewable_water_resources) [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_total\\_renewable\\_water\\_resources](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_total_renewable_water_resources) (звернення: 01.04.2019).
4. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління : підручник / А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк. – К. : Генеза, 2007. – 358 с.
5. Регіональний офіс водних ресурсів в Хмельницькій області / Річний звіт РОВР у Хмельницькій області з питання управління водними ресурсами // Хмельницький – 2019.
6. Стан навколишнього природного середовища Хмельницької області у 2017 році [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.apr.adm-km.gov.ua/uploads/files/Natsdopovid.pdf> (дата звернення: 28.03.2019).

УДК614.7:631.11:636.002.68

**Л.І. Мокляк**, д.с.-г.н, професор, зав. відділом  
**В.О. Пінчук**, к.с.-г.н., с.н.с., старший науковий співробітник  
*Інститут агроекології і природокористування НААН*

### ЕМІСІЯ АМІАКУ ТА ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ З ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

*Розраховано емісію NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O і CH<sub>4</sub> побічної продукції тваринного походження за адміністративними областями, категоріями господарств, видами тварин та системами прибирання, зберігання і використання гною в Україні згідно методології Міжурядової групи експертів з питань змін клімату (IPCC). Встановлено, що 93,5% викидів NH<sub>3</sub> і N<sub>2</sub>O в Україні пов'язані з системами зберігання гною у твердому стані та на пасовищі, джерелом 54,6% викидів NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O і CH<sub>4</sub> в Україні є господарства населення і 37,2% - галузь скотарства. Показано, що однією з причин викидів і втрат азоту є не раціональне використання гною у сільському господарстві як органічного добрива.*

**Ключові слова:** Емісія, парникові гази, аміак, тваринництво, побічна продукція, втрати азоту.

Основною причиною утворення та надходження в атмосферу аміаку та парникових газів (ПГ) від галузі тваринництва є те, що весь технологічний процес виробництва продукції тваринництва супроводжується використанням та утворенням органічної речовини, при розкладанні якої як в аеробних так і в анаеробних умовах відбувається утворення та емісія цих газів [1, с. 2]. У сільському господарстві гній та послід тварин є основним джерелом викидів аміаку [2, с. 2].

За даними Національного кадастру в 2016 р. викиди ПГ у CO<sub>2</sub>-екв. від «Кишкової ферментації» і «Прибирання, зберігання і використання гною» у секторі «Сільське господарство» становили 3,8% викидів від загальної кількості ПГ в Україні, та 30,3% в структурі сільського господарства України [3, с. 2]. Національний кадастр надає інформацію стосовно викидів ПГ сектору «Сільське господарство» лише у межах категорій викидів ПГ на рівні країни. Для екологічної оцінки забруднення повітря та втрат азоту від викидів аміаку, закису азоту і метану з побічної продукції тваринного походження необхідно враховувати вплив наступних факторів: локалізацію тваринництва, категорії господарств, вид і поголів'я тварин та системи прибирання, зберігання і використання гною, що і стало метою досліджень.

Основною нормативно-правовою базою проведення досліджень є Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною» та міжнародні екологічні договори: Київський протокол Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН) та Гетеборзький протокол Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані (CLRTAP) Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй (UNECE) [4-6, с. 3].

Вихідними даними для розрахунків були статистичні матеріали Державної служби статистики України стосовно поголів'я сільськогосподарських тварин різних видів (ВРХ, свині, птахи) та статеві-вікових груп усіх категорій господарств за 2016 р. [7, с. 3]

Екскреція азоту з гноем тварин розраховували за рівнянням 1 [8, с. 3]:

$$N_{\text{excretion}} = \sum_i (AAP_i \times N_{\text{excretion coefficient}_i}), \quad (1)$$

де  $N_{\text{excretion}}$  - екскреція азоту з гною сільськогосподарських тварин, тис т/рік;

$AAP_i$  - середньорічне поголів'я  $i$ -го виду/категорій тварин, тис. голів [7, с. 3];

$N_{excretioncoefficient}$  - коефіцієнт екскреції  $i$ -го виду/категорій тварин, кг N/гол./рік [3, с. 2].

Прямі викиди  $N_2O$  та втрати азоту від емісії  $NH_3$  і  $NO_x$  в результаті прибирання, зберігання та використання гною розраховували за рівняннями 2, 3 [9, с. 3]:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[ \sum_S \left[ \sum_T (N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times MS_{(T,S)}) \times EF_{3(S)} \right] \times \frac{44}{28} \right] \quad (2)$$

$$N_{емісія-MMS} = \sum_S \left[ \sum_T \left[ (N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times MS_{(T,S)}) \times \left( \frac{Frac_{газMS}}{100} \right) \right] \right] \quad (3)$$

де:  $N_2O_{D(mm)}$  - прямі викиди  $N_2O$  в результаті прибирання, зберігання та використання гною, тис. т  $N_2O$ /рік;

$N_{емісія-MMS}$  - кількість азоту, що втрачається з гною від емісії  $NH_3$  і  $NO_x$ , тис. т N/рік;

$N_{(T)}$  - середньорічне поголів'я  $T$ -го виду/категорій тварин [7, с. 3];

$N_{ex(T)}$  - середньорічне виділення азоту на одну голову  $T$ -го виду/категорій тварин, кг N/гол./рік;

$MS_{(T,S)}$  - частка сумарного виділення азоту для  $T$ -го виду/категорій тварин, що обробляється у межах  $S$ -системи прибирання, зберігання та використання гною, без розмірності [3, с. 2];

$EF_{3(S)}$  - коефіцієнт викидів для прямих викидів  $N_2O$  від  $S$ -системи прибирання, зберігання та використання гною, кг  $N_2O$ -N/кг N в системі  $S$  [3, с. 2];

$Frac_{газMS}$  - відсоткова частка емісії  $N_u$  обробленому гної  $T$ -го виду/категорій тварин у межах  $S$ -системи прибирання, зберігання та використання гною, % [10, с. 3];

$S$  - система прибирання, зберігання та використання гною;

$T$  - вид/категорія тварин;

$44/28$  - коефіцієнт перетворення викидів  $N_2O$ -N<sub>(mm)</sub> у викиди  $N_2O$ <sub>(mm)</sub>.

Викиди аміаку в результаті прибирання, зберігання та використання гною розраховували за рівнянням 4:

$$NH_{3_{твар}} = N_{емісія-MMS} \times \frac{17}{14} \quad (4)$$

де:  $NH_{3_{твар}}$  - викиди аміаку в результаті прибирання, зберігання та використання гною, тис. т  $NH_3$ /рік;

$17/14$  - коефіцієнт перетворення викидів  $NH_3$ -N у викиди  $NH_3$ .

Викиди  $CH_4$  в результаті прибирання, зберігання та використання гною розраховували за рівнянням 5 [9, с. 3]:

$$CH_{4_{твар}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \times N_{(T)})}{10^6} \quad (5)$$

де:  $CH_{4_{твар}}$  - викиди  $CH_4$  в результаті прибирання, зберігання та використання гною для встановленого поголів'я тварин, тис. т/рік;

$EF_{(T)}$  - коефіцієнт викидів для встановленого поголів'я тварин, кг  $CH_4$ /гол./рік [3, с. 2];

$N_{(T)}$  - середньорічне поголів'я  $T$ -го виду/категорій тварин [7, с. 3];

$T$  - вид/категорія тварин.

Середньорічне поголів'я сільськогосподарських тварин визначали шляхом розрахунку середньої арифметичної міжпоголів'ям на початок і кінець року. За розрахунками в Україні (2016 р.) у складі гною від сільськогосподарських тварин виділилося 373,4 тис. т азоту. За адміністративними областями - від 4,3 (Луганська обл.) до 32,9 тис. т азоту (Вінницька обл.). Найбільше азоту виділяється з гною ВРХ - 186,4 тис. т/рік, свиней - 107,0 і посліду птиці - 80,0 тис. т/рік. Залежно від системи прибирання, зберігання і використання гною, азот гною перетворюється на  $NH_3$  і  $N_2O$ . На основі даних Національного кадастру стосовно використання систем поводження з гномом різних видів сільськогосподарських тварин усіх категорій господарств України, розраховано викиди  $NH_3$  і  $N_2O$  на рівні адміністративних областей. Загалом в Україні (2016 р.) від систем прибирання, зберігання і використання гною у повітря виділилося 163,5 тис. т  $NH_3$ /рік і 5,1 тис. т  $N_2O$ /рік. За адміністративними областями найбільше викидів  $NH_3$  у Вінницькій, Київській і Черкаській обл. - у середньому 12,6 тис. т/рік. Найменше викидів в Луганській, Миколаївській і Чернівецькій обл. - у середньому 3,0 тис. т/рік. Викидів  $N_2O$  найбільше у Вінницькій і Полтавській обл. - у середньому 362,9 т/рік. Найменше - у Луганській, Донецькій і Чернівецькій обл. (у середньому 101,8 т/рік). За розрахованих показників викидів  $NH_3$  і  $N_2O$ , втрати азоту (вивітрювання) внаслідок амоніфікації і денітрифікації гною становлять 138,4 тис. т/рік. Для порівняння у 2016 р. у складі органічних добрив внесено у ґрунт за розрахунковими даними 132,4 тис. т N/рік, що на 6 тис. т N/рік менше порівняно з втратами азоту. Водночас, розраховані показники вивітрювання азоту не враховують минулорічний гній, який не було внесено у ґрунт в поточному році як органічне добриво під сільськогосподарські культури. Зокрема у 2016 р. внесено N у ґрунт з органічними добривами лише 34% від загального азоту гною від екскреції сільськогосподарських тварин в 2015 р. За такої тенденції з року в рік, гній накопичується і стає значним джерелом забруднення навколишнього природного середовища сполуками азоту. Встановлено, що основним джерелом викидів  $NH_3$  і  $N_2O$  в Україні є система зберігання гною у твердому стані 75,8% та гній, що залишається на пасовищах - 17,7% від загальної кількості викидів  $NH_3$  і  $N_2O$  в Україні. За розрахунками в Україні в 2016 р. внаслідок метаногенезу гною утворилося 47,37 тис. т  $CH_4$ /рік. Найбільше викидів в Київській, Вінницькій і Черкаській обл. у середньому 4,4 тис. т  $CH_4$ /рік, найменше викидів в Луганській, Миколаївській і Чернівецькій обл. у середньому 0,7 тис. т  $CH_4$ /рік. За видами сільськогосподарських тварин найбільше викидів  $NH_3$  і ПГ з гною ВРХ 37,2%, свиней 34,4 і посліду птиці 28,4% від загальної кількості викидів  $NH_3$  і ПГ в Україні, що пов'язано з відмінностями за поголів'ям тварин різних видів, біологічними особливостями видів та категорій тварин та

з використанням різних систем поводження з гноєм відповідно до виду тварин. Залежно від категорій тваринницьких господарств України найбільше викидів  $\text{NH}_3$  і ПГ з гною тварин від господарств населення 54,6%, сільськогосподарських підприємств 43,0 і фермерських господарств 2,4%. Це пов'язано з тим, що у приватному секторі зосереджено значне поголів'я сільськогосподарських тварин (47,6%) і використовують лише системи зберігання гною у твердому стані та на пасовищі, які мають найбільші викиди  $\text{NH}_3$  і ПГ. Отже, на основі методології Міжурядової групи експертів з питань змін клімату (IPCC) розраховано емісію  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  і  $\text{CH}_4$  з побічної продукції тваринного походження за адміністративними областями, категоріями господарств, видами тварин та системами прибирання, зберігання і використання гною в Україні в 2016 р. Встановлено, що 93,5% викидів  $\text{NH}_3$  і  $\text{N}_2\text{O}$  в Україні пов'язані з системами зберігання гною у твердому стані та на пасовищі, найбільшим джерелом викидів  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  і  $\text{CH}_4$  в Україні 54,6% є господарства населення і 37,2% галузь скотарства, а однією з причин втрат азоту від емісії  $\text{NH}_3$  і  $\text{N}_2\text{O}$  є не раціональне використання гною у сільському господарстві України як органічного добрива у 2016 р. внесено азоту у ґрунт з органічними добривами під сільськогосподарські культури лише 34% від загального азоту гною від екскреції сільськогосподарських тварин в 2015 р.

Таким чином, зниження викидів  $\text{NH}_3$  і ПГ полягає у ефективному використанні природних і енергетичних ресурсів з мінімізацією втрат поживних речовин, і зниженням антропогенного навантаження на навколишнє природоесередовище впродовж процесу виробництва та споживання сільськогосподарської продукції.

#### **Список використаних джерел**

1. Никифорок О.В. Актуальні екологічні проблеми впливу тваринництва на стан атмосферного повітря / О.В. Никифорок, О.В. Тертична, В.П. Бородайта ін. // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві». - Київ, 6-8 липня 2016. - К.: ДІА, 2016. – С. 119–122.
2. Guidance document for the prevention and abate of ammonia emissions from agricultural sources. ECE / EB.AIR / 120 [Електронний ресурс]: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE\\_EB\\_AIR\\_120\\_ENG.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB_AIR_120_ENG.pdf) (Дата звернення 13.03.2019).
3. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990–2016 / The Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine. □ Kyiv, 2018. p. 519 [Електронний ресурс]: [https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina\\_klimaty/kadastr2016/ukr-2018-nir-23may18.zip](https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/kadastr2016/ukr-2018-nir-23may18.zip) (Дата звернення 12.03.2019 р.).
4. Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною» / Відомості Верховної Ради, 2015, №24, ст. 171.
5. UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, 1992. [Електронний ресурс]: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (Дата звернення 13.03.2019).
6. Convention on long-range transboundary air pollution, United Nations. Geneva, 1979. [Електронний ресурс]: [http://www.un.org/ar/events/biodiversity2010/pdf/AirPollution\\_convEN.pdf](http://www.un.org/ar/events/biodiversity2010/pdf/AirPollution_convEN.pdf) (Дата звернення 13.03.2019 р.).
7. The Statistical Yearbook: «Animal production of Ukraine», 2017. Kyiv. 141 p. [Електронний ресурс]: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2017/zb/05/zb\\_tu2016\\_pdf.zip](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2017/zb/05/zb_tu2016_pdf.zip) (Дата звернення 12.03.2019 р.).
8. Methodology and Handbook Eurostat / OECD Nutrient Budgets, 2013. [Електронний ресурс]: [http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/aei\\_pr\\_gnb\\_esms\\_an1.pdf](http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/aei_pr_gnb_esms_an1.pdf) (Дата звернення 12.03.2019 р.).
9. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; GHG Inventory. [Електронний ресурс]: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/pdf/4\\_Volume4/V4\\_10\\_Ch10\\_Livestock.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf) (Дата звернення 12.03.2019 р.).
10. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2012 / Министерство экологии и природных ресурсов Украины. - Киев, 2014. - 577 с.

УДК 528.94

<sup>1</sup>В.І. Мокрий, д.т.н., доц., <sup>1</sup>О.І. Мороз, д.т.н., проф.,  
<sup>1</sup>І.М. Петрушка, д.т.н., проф., <sup>1</sup>І.Я.Казимира, к.т.н., доц.,  
<sup>2</sup>Р.М.Гречаник, к.с.-г.н., доц., <sup>3</sup>Т.З.Гречух, к.фіз.-мат.н., доц.  
<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»,  
<sup>2</sup>Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної  
державної адміністрації,  
<sup>3</sup>Львівський Національний Університет ім. Івана Франка

### **ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ГЕМЕРОБІЇ ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКОГО БІОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТУ «РОЗТОЧЧЯ»**

*Розглянуто геоінформаційну систему елементів гемеробії ландшафтів Розточчя, побудовану за результатами моніторингових досліджень. Розроблені геоінформаційні технології моніторингу та управління екологічною безпекою транскордонними природоохоронними територіями забезпечують одержання оперативної, об'єктивної і повної інформації про сучасний стан заповідного, рекреаційно-господарського, урбанізованого комплексів екологічної мережі, проектування лісоекологічних та гідроекологічних коридорів, оптимізації функціонального зонування біосферного резервату «Розточчя».*