

СКОРОЧЕННЯ ЕМІСІЇ ХІМІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК АЗОТУ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ТВАРИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

М.М. Марткоплішвілі
аспірант

Інститут агроекології і природокористування НААН

Висвітлено проблему забруднення навколишнього природного середовища сполуками хімічно активного азоту, що надходить від виробництва тваринницької продукції. Запропоновані методи, адаптовані до місцевих умов України, використання яких сприятиме мінімізації викидів хімічно активних сполук азоту тваринницькими господарствами.

Ключові слова: *хімічно активний азот, азотний цикл, годівля тварин, зберігання гною, утримання тварин.*

Сврокомісією встановлено, що сільське господарство є основним джерелом втрат зв'язаного азоту у ґрунті [1]. Нині витоки хімічно активного азоту внаслідок сільськогосподарської діяльності у країнах ЄС становлять 6,5 млн т/рік, або 78% від загальних втрат. Близько 85% викидів аміаку в атмосферу і понад 60% нітратного азоту та значна частина викидів у водні ресурси є наслідком діяльності тваринництва [1]. До хімічно активного азоту відносять біологічні, фотохімічні і променисто активні сполуки азоту (N) у біосфері і атмосфері. Фактично, це увесь азот, за винятком газоподібного N₂. Активні оксиди азоту NO і NO₂ зазвичай існують у вигляді аніонів NO₂⁻ і NO₃⁻, що зумовлює екологічну загрозу у разі перевищення природних концентрацій у навколишньому природному середовищі [2].

Хімічно активний азот, що надходить у біосферу внаслідок антропогенної діяльності, спричиняє такі негативні наслідки, як підкислення поверхневих вод і ґрунту через осад NH₃ і NO_x; зниження біорізноманіття флори і фауни; погіршення здоров'я людей унаслідок утворення в повітрі смогу зважених часток і аерозолів NH₄, NO₃; ушкодження рослин через утворення приземного озону; глобальна зміна клімату та руйнування озонового шару, внаслідок емісії N₂O тощо [3].

Величина емісії азоту у процесі вирощування та утримання сільськогосподарських тварин залежить від поголів'я худоби різних категорій і типів систем збору, зберігання та використання гною. Розкладання продуктів життєдіяльності тварин і птахів (гною і посліду) в анаеробних умовах супроводжується утворенням значної кількості оксиду азоту [4]. Така ситуація є характерною для систем рідкого зберігання гною. Аеробні умови зберігання (у сухому вигляді) спричиняють емісію N₂O та інших побічних продуктів нітрифікації і дені-

трифікації сполук азоту, тоді як зберігання в анаеробних умовах (рідинні системи) — забезпечує їх мінімальні викиди [5]. Атмосферні випадіння NH₃ і NO_x, що надійшли в атмосферу з гною великої рогатої худоби (ВРХ) і пташиного посліду, також можуть піддаватися процесам нітрифікації і денітрифікації в ґрунтах і, відповідно, зумовлювати непряму емісію N₂O. Крім того, непряма емісія N₂O відбувається за вимивання сполук азоту з відкритих систем зберігання гною, а також від гною пасовищ, у водойми. За умови випасу тварин в літній час продукти життєдіяльності тварин залишаються, як правило, на пасовищах. Тому емісія N₂O повинна також оцінюватися з території пасовищ і вигулів тварин та птиці [6].

Пряма емісія N₂O з території пасовищ за їх удобрення мінеральним азотом оцінюється дещо нижче (0,75% від внесеного азоту), ніж на орних землях (1,25% від внесеного Нітрогену). За випасу худоби емісія на пасовищах збільшується майже вдвічі [7].

На сільськогосподарських підприємствах, фермерських і особистих господарствах України практикується випас великої рогатої худоби у літній час на пасовищах. Пасовищні корми тварини отримують тільки на місцях випасу, і частка пасовищних кормів у раціоні відповідає частці річного періоду, проведеного на пасовищах. Решта гною корів збирається і зберігається в твердому вигляді. Гній інших категорій ВРХ крім пасовищ, зберігається в рідинних системах (за стійлового утримання молодих тварин на відгодівлі) і твердому вигляді [8]. Частка свиней, які утримуються із застосуванням рідинних систем зберігання гною, в середньому становить 23,9%, а решта гною від свинарських ферм зберігається в твердому вигляді.

Випас інших видів сільськогосподарських тварин (вівці, кози, коні, мули та ін.) проводиться в Україні в літній час на пасовищах (18,4%

річного періоду). Відповідно, 81,6% річного потоку азоту виділяється внаслідок зберігання гною у твердому вигляді. Влітку, в денний час домашня птиця в приватних господарствах також перебуває не в закритих приміщеннях і обгороджених вольєрах (24% річного періоду). Відповідно, послід не збирається, а залишається на місцях вигулу птиці і може розглядатися у розрахунках у сукупності з гноем ВРХ пасовищ. Зважаючи на співвідношення приватних і державних господарств у країні і чисельність в них птиці, частка посліду, яка залишається на місцях вигулу, становить 6,5%.

Для кролів і більшості хутрових звірів характерним є утримання у клітках, і майже весь гній зберігається у твердому вигляді. З огляду на специфіку поведінки нутрій і умови їх утримання, екскременти цих тварин, як правило, зберігаються у рідинних системах збору. Отримані дані розподілу гною і посліду за основними системами збору, зберігання і використання продуктів життєдіяльності сільськогосподарських тварин і птиці наведено у табл. 1 [9].

Женевська конвенція 1979 р. про трансграничне забруднення повітря на великій відстані Європейської Економічної комісії ООН — один з важливих міжнародних договорів з контролю забруднення повітряного середовища. У рамках Конвенції та її 8 протоколів розроблено всебічні і серйозні зобов'язання сторін за основними забруднювачами атмосфери (сірка, оксиди азоту, важкі метали, стійкі органічні забруднювачі, летючі органічні сполуки), які можуть переміщатися на відстані до декількох тисяч кілометрів і після випадіння наносити шкоду у вигляді підкислення, евтрофікації та дисперсії небезпечних частинок [10].

Найбільше значення для сільського господарства має Гетеборзький протокол про боротьбу з підкисленням, евтрофікацією і приземним озоном. Гетеборзьким протоколом (ГП) встановлено граничні значення викидів у 2010 р.

для чотирьох забруднювачів: сірки, NO_x, ЛОС і аміаку. Ці значення були визначені на основі наукової оцінки наслідків забруднення та альтернативних варіантів боротьби з ним. Завдяки повному виконанню Протоколу викиди сірки в Європі мають бути скорочені принаймні на 63%, викиди NO_x — на 41, ЛОС — на 40, а викиди аміаку — на 17% порівняно з 1990 р.

Цільова комісія з хімічно активного азоту — Task Force on Reactive Nitrogen (TFRN) — входить до складу робочої групи зі стратегій і моніторингу. У рамках TFRN створено чотири експертні групи: експертна група з обмеження емісій сільськогосподарського азоту (EPMAN); експертна група по азотним бюджетам (EPNB); експертна група з азоту та продовольства (EPNF). Засідання TFRN проводяться 1–2 рази на рік у різних країнах — сторонах Конвенції [11].

Зокрема, TFRN та її експертні групи керують такими питаннями, як:

- Ревізія Гетеборзького протоколу;
- Інвентаризація викидів та заходи з їх зниження;
- Оцінка вартості заходів зі зниження викидів аміаку;
- Азотний бюджет;
- Азот і клімат;
- Роботи, у рамках розв'язання проблеми хімічно активного азоту, що проводяться в різних міжнародних організаціях;
- Національний досвід стратегій щодо азоту.

Головний «азотний виклик» — розробка та розповсюдження науково обґрунтованої стратегії управління азотом з метою мінімізації екологічного навантаження за максимуму економічного і соціального ефекту.

Системний, інтегральний підхід до скорочення емісії азоту передбачає необхідність розгляду:

- оцінок, щодо з якості навколишнього природного середовища;

Таблиця 1

Співвідношення основних типів систем збору та зберігання гною та посліду для різних категорій сільськогосподарських тварин та птиці, %

Категорія сільськогосподарських тварин	Тип системи та зберігання гною (посліду)		
	У рідкому вигляді	У твердому вигляді	На місці пасовищ та випасів
ВРХ	5,6	67,0	27,4
Птиця	0,0	93,5	6,5
Вівці та кози	0,0	81,6	18,4
Свині	23,9	76,1	0,0

- бюджету поживних речовин, що охоплює всі джерела емісій, потоків;
- оцінок заходів та інструментів щодо ефективності, вартості, синергізму і побічного ефекту.

Роботи з удосконалення системи екологічних показників, методології формування та методів їх збору з урахуванням міжнародних стандартів і рекомендацій, розробка методів оцінки азотного балансу за виробництва сільськогосподарської продукції на різних рівнях (для ферми, району, області, регіону і країни) є актуальними для українських реалій, особливо в умовах забезпечення продовольчої безпеки, інтеграції у світове економічне співтовариство, виконання міжнародних зобов'язань щодо захисту навколишнього природного середовища.

Урядом України в рамках виконання Конвенції були розроблені плани заходів зі скорочення викидів забруднювальних речовин, які спричиняють підкислення, евтрофікацію та утворення приземного озону, в атмосферне повітря на 2005–2015 рр.

Для обмеження викидів аміаку в процесі виробництва тваринницької продукції необхідно враховувати:

- управління азотом з урахуванням усього азотного циклу;
- стратегії годування тварин;
- підходи до утилізації гною, що забезпечують низький рівень емісії;
- системи зберігання гною, що забезпечують низький рівень викидів;
- відповідні системи компостування і переробки гною;
- відповідні системи утримання тварин;
- можливості обмеження викидів аміаку внаслідок використання мінеральних добрив [12].

Вираз «з урахуванням повного азотного циклу» підкреслює необхідність розглядати всі аспекти кругообігу азоту, в т. ч. зниження викидів NH_3 , в комплексі для того, щоб не допустити заміни одного виду забруднення іншим. Управління потоками азоту можна розглядати як «програмне та організаційне забезпечення», тоді як методи слід вважати «апаратними способами» зниження викидів азоту. Отже, управління потоками азоту слід розглядати в сукупності з відповідними методами.

Використання всіх джерел азоту в господарстві повинно бути ретельно спланованим, а кількість використовуваного азоту не повинна перевищувати потреби рослин або тварин. Необхідно брати до уваги всі шляхи втрат: наприклад, збереження NH_3 після внесення гною в ґрунт може підвищити вилуговання у разі

перевищення оптимальної кількості N для живлення рослин. Внесення і втрати можуть бути зменшені завдяки досягненню відповідності вмісту азоту в кормах потребам тварин. Вжиття заходів зі скорочення викидів NH_3 після внесення гною і добрив буде також безпосередньо сприяти ефективному управлінню за рахунок збереження N для засвоєння рослинами. Обмеження щорічного обсягу внесення N та заходи по обмеженню викидів NH_3 після внесення гною і добрив сприяють підвищенню врожайності і концентрації білку.

Скорочення викидів з кормового компонента потребує використання науково обґрунтованих методів ведення тваринництва, таких як:

- а) збалансована годівля з урахуванням потреб тварин;
- б) забезпечення нормального фізіологічного стану;
- в) належна організація середовища утримання тварин;
- г) дотримання правил догляду за худобою;
- д) відповідна генетика тварин.

Зменшення емісії оксидів азоту із гною сільськогосподарських тварин можна досягти шляхом низькопротеїнового годування. Таку стратегію рекомендується застосовувати у всіх господарствах з утримання тварин, де для їх годування, в основному, використовують концентровані корми. Такий вид годівлі тварин — це один з найбільш рентабельних і пріоритетних стратегічних шляхів скорочення викидів NH_3 . На кожен відсоток (в абсолютному значенні) зниження вмісту протеїну в кормах викиди NH_3 з тваринницьких приміщень і гноєсховищ, а також від внесення гною в ґрунт знижуються на 5–15% залежно від рН сечі та калу. Завдяки зниженню вмісту білка в раціоні, в середньому на 10 г на 1 кг (1%), викиди аміаку скорочуються приблизно на 10%. Низькопротеїнова годівля тварин також сприяє зниженню викидів N_2O і підвищує ефективність використання азоту в тваринництві. Встановлено, що за умов дотримання всіх вимог щодо амінокислоти, цей метод не спричиняє жодних негативних наслідків для фізіологічного стану та продуктивності тварин [13].

Надлишок білка в кормових раціонах сільськогосподарських тварин виводиться переважно у вигляді сечовини (сечова кислота в посліді з птицею). Ці сполуки швидко розкладаються з виділенням амонійного азоту, що характеризується високою здатністю до емісії. Зменшення вмісту білка в кормах сприятиме зменшенню вмісту N у екскрементах. Зменшенню викидів на всіх етапах сприятиме правильна утилізація гною (починаючи від утримання

худоби, зберігання, обробки та закінчуючи внесенням гною у ґрунт). Навіть за оптимальних умов догляду з організму тварин виводиться більша частина білка кормів у вигляді різних азотних сполук. Як правило, майже для всіх видів та категорій тварин та систем тваринництва характерним є надмірний уміст протеїну в кормах, зменшення якого могло б забезпечити зменшення вміст N в екскрементах.

Методи скорочення викидів NH_3 з приміщень для утримання ВРХ розробляється на основі використання одного або декількох принципів, таких як:

- зменшення забрудненої площі в будівлях і місцях постійного перебування тварин завдяки їх тривалішому випасу;
- абсорбція, або адсорбція підстилкою сечі й калу (наприклад, соломою);
- швидке видалення сечі;
- швидке розділення калу і сечі;
- зниження швидкості руху і температури повітря над гноєм, за винятком сушки гною;
- зниження температури гною.

Заходи зі скорочення викидів з приміщень, в яких утримується худоба, мають мінімізувати втрати NH_3 що міститься в гної на всьому ланцюгу відповідних робіт. Це надасть змогу максимально скоротити витрати на зменшення викидів шкідливих речовин у процесі зберігання та внесення гною.

Під час оцінки ефективності заходів зі скорочення викидів з гноєсховища за еталон прийнято брати викиди зі сховища такого самого типу без будь-якого покриття поверхні. Базові викиди становлять 1,4–2,7 кг $\text{NH}_3\text{-N}/\text{m}^2$ за 1 рік. Ці дані отримано на підставі досліджень, проведених науковими закладами західноєвропейських країн. Унаслідок зберігання гною у замороженому стані в взимку впродовж в декількох місяців, досягається зниження рівня викидів. Запропоновано конструкції гноєсховищ за межами приміщень що надають можливість зменшити викиди аміаку на 40% і більше порівняно з еталонними значеннями. Після видалення з приміщень, рідкий гній здебільшого зберігають в бетонних, сталевих ємностях або в обвалованих землею лагунах. Викиди зі сховищ рідкого гною можуть бути скорочені завдяки зменшенню потоку повітря над поверхнею шляхом установки щільної або плаваючої кришки; Також ефективним є формування поверхневої кірки або збільшення глибини сховищ, що знизить співвідношення площі поверхні до об'єму сховища. Щільні покриття (навіси) запобігають заповненню сховища дощовою водою, тому, його місткість стає прогнозованішою, а також за меншої кількості води скорочуються витрати на транспорту-

вання гною. Покриття зменшують неприємний запах, і головне, більшість з них скорочують викиди парникових газів, хоча за певних умов солом'яне покриття, навпаки, може спричиняти збільшення викидів N_2O .

Для тривалого зберігання сухого пташиного посліду слід використовувати сарай або будівлю з герметичною підлогою і з достатньою вентиляцією, щоб послід залишався сухим, а подальші втрати NH_3 були зведені до мінімуму [14].

Загальноприйнятною технологією внесення гною є розподіл необробленого рідкого або твердого гною на всій поверхні ґрунту. Викиди аміаку за використання цього методу виражаються у відсотках від загального вмісту амонійного азоту (ЗАА), вони, як правило, варіюються в межах 40–60%. Величина емісії змінюється залежно від складу рідкого або твердого гною та ґрунтово-кліматичних умов. Емісія аміаку, як частка від внесеного ЗАА, зазвичай знижується зі зменшенням еватранспірації, яка залежить від температури повітря, швидкості вітру, сонячного випромінювання та вмісту сухої речовини в рідкому гної. Показники емісії аміаку зменшується зі збільшенням вмісту ЗАА і норм внесення. Емісія залежить від виду гною та властивостей ґрунту, що визначають його водопроникність. Наприклад, сухі ґрунти, які мають високу водопроникність, забезпечать вищий рівень скорочення емісії, ніж вологі і ущільнені ґрунти зі зниженою водопроникністю. Однак у пересушеному стані деякі ґрунти можуть відштовхувати вологу, що також зумовлюватиме зниження інфільтрації, внаслідок чого, емісія збільшуватиметься.

Подібні проблеми емісії аміаку в атмосфері відбуваються й за внесення синтетичних добрив органічного походження. Емісія з добрив, виготовлених на основі сечовини, є набагато вищою, ніж з інших видів добрив, оскільки швидкий гідроліз сечовини спричиняє локальне підвищення рН у ґрунті. Методи зі скорочення викидів оснований або на уповільненні гідролізу сечовини в карбонат амонію, або на сприянні швидкому проникненню добрива в ґрунт. Для скорочення викидів аміаку за внесення добрив на основі сечовини використовують інгібітори уреаз, оболонки пролонгованої дії, внутрішньоґрунтове інжекторне внесення, швидке закладення в ґрунт та полив відразу після внесення [13].

ВИСНОВКИ

Тваринництво — одна з провідних галузей сільського господарства, що вносить значний вклад у глобальну економіку виробництва продовольства, з одного боку, а з іншого боку — головне джерело емісії атмосферного

аміаку і парникових газів. Аміак утворюється, переважно, із азоту, що міститься у гної. Викиди NH_3 під час виробництва продукції тваринництва залежать від виду, поголів'я і генетичного потенціалу тварин: від годування і відходів тварин, способу утримання тварин і утилізації гною. Теоретичною та методологічною основою дослідження були екологічні наукові положення у сфері емісії парникових газів та аміаку. Існує безліч шляхів емісії сполук азоту, і за нейтралізації одного джерела — можливе збільшення потоку через інші. Стратегія обмеження шкідливих викидів потребує цілісного підходу, розгляду як антропогенних, так і природних чинників, що впливають на вказаний процес. Необхідно сформулювати вимоги до ефективного використання азоту в господарствах та стимулювання відповідних заходів на державному рівні. Ці заходи мають бути спрямованими на зниження викидів NH_3 з одночасним зниженням втрат NO_x .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Climate Change 2007 [Електронний ресурс] / Mitigation Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — 841 p. / Режим доступу: <http://www.ipcc.ch/>
2. Загрязнение окружающей среды химически активным азотом из сельскохозяйственных источников: проблема и пути решения / Л.И. Моклячук, С.М. Лукин, Н.П. Козлова, М.М. Марткоплишвили // Агроэкологический журнал. — 2014. — № 1. — С.13–20.
3. Nitrogen cycling and tile drainage nitrate loss in a corn/soybean watershed / E.G. Lowell, M.B. David, K.M. Smith, D.A. Kovacic // Agriculture, Ecosystems and Environment. — 1998. — № 68. — С. 85–97.
4. Svenson C. Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows, N in urine and ammonia release / C. Svenson // Livestock Production Science. — 2003. — № 84. — P. 125–133.
5. Harper L.A. Ammonia Emissions from Swine Houses in the Southeastern United States / L.A. Harper, R.R. Shaphe, J.D. Simmons // Environ. Qual. — 2004. — № 33. — P. 449–457.
6. Rotz C.A. Management to reduce nitrogen losses in animal production / C. A. Rotz // Journal of Animal Science. — 2004. — № 82. — P. 119–137.
7. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content/ D.R Kulling, H. Menzi, T.F. Krober et al. // Journal of Agricultural Science. — 2001 — № 137. — P. 235 — 250.
8. Афанасьев В.Н. Баланс NPK и анализ технологий утилизации навоза и помета / В.Н Афанасьев, А.В Афанасьев. — СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2010.
9. Agricultural Policy Monitoring And Evaluation. OECD. — 2015. — 34 p.
10. Convention on long-range transboundary air pollution / United nations / [Електронний ресурс]. — Geneva, 1979. — 7 p. — Режим доступу: <http://www.unece.org>
11. Bibliography. [Електронний ресурс] Режим доступу <http://www.eea.europa.eu>
12. Unece Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia (EВ.AIR/WG.5/2001/7)
13. Draft guidance document for preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources / Working Group on Strategies and Review, Fiftieth session (10–14 September 2012). [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.unece.org>
14. Klimont Z. Modeling of Emissions of Air Pollutants and Greenhouse Gases from Agricultural Sources in Europe / Z. Klimont, C. Brink. — Luxembourg: IIASA, 2004. — p. 69.

Новини Новини

Новини • Новини • Новини

УЧЕНІ ВИЯВИЛИ В АРКТИЦІ РЕКОРДНУ КОНЦЕНТРАЦІЮ МІКРОПЛАСТИКУ

Вчені дослідили зразки льоду з Північного Льодовитого океану й виявили в деяких брилах понад 12 тисяч мікрочастинок пластику на літр криги. Загалом у ній знайшли 17 видів штучних матеріалів. Учені застерігають від забруднення Світового океану мікрочастинками пластику. Фахівці Інституту полярних і морських досліджень імені Альфреда Вегенера в німецькому Бремергафені виявили рекордну концентрацію штучних частинок у брилах криги Північного Льодовитого океану. Деякі досліді показали понад 12 тисяч мікрочастинок пластику на літр льоду. Результати дослідження оприлюднили в вівторок, 24 квітня, в фаховому часописі Nature Communications.