

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЗОТУ У ПРОМИСЛОВОМУ ТВАРИННИЦТВІ УКРАЇНИ

В.О. Пінчук, В.П. Бородай

Інститут агроекології і природокористування НААН

Досліджено сучасний стан потоків азоту у процесі промислового виробництва продукції тваринництва на рівні адміністративних областей України, як от: надходження азоту з кормами, депонування у молоці, м'ясі та яйцях, виділення з гноєм і емісія азоту з аміаком. Встановлено, що в 2016 р. найбільше азоту у складі кормів надійшло на годівлю: ВРХ — 45%, птиці — 29 і свиней — 26% від загальних витрат у галузі тваринництва. Загалом, у 2016 р. у складі продукції тваринництва депонувалося 45,73 тис. т N/рік, у т.ч.: продукції птахівництва — 22,51, скотарства — 15,38 і свинарства — 7,84. Розраховано, що з послідом птиці в Україні виділилося 43,3 тис. т N/рік, що становить 41,8% від азоту кормів. З гноєм ВРХ виділилося 67,0 тис. т N/рік, або 41,6% від азоту кормів, з гноєм свиней — 27,4 тис. т/рік, або 30,0% відповідно. З урахуванням розповсюджених в Україні систем зберігання та використання гною в тваринницьких підприємствах різної спеціалізації встановлено, що найбільше аміаку виділяється на одиницю приросту живої маси ВРХ — 150,1 кг NH₃/т/рік, свиней — 26,0 і виробництво яєць — 55,8, а найменше — на виробництво молока ВРХ — 8,6 і на одиницю приросту живої маси птиці — 18,9 кг NH₃/т/рік. Загалом, в Україні на тваринницьких сільськогосподарських підприємствах (2016 р.) гній є джерелом викидів 63,1 тис. т аміаку, або втрат 52,1 тис. т азоту, у т.ч.: від птахівництва — 39,2%, скотарства — 36,9 і свинарства — 23,9%. Встановлено, що залежно від виду сільськогосподарських тварин у промисловому тваринництві лише 8,6–21,7% азоту кормів депонується у продуктах харчування, а решта азоту виділяється з побічною продукцією у навколишнє природне середовище. Для порівняння, ефективність використання азоту у тваринництві ЄС становить 21–27%. Упродовж останніх років в Україні спостерігається тенденція до інтенсивного збільшення чисельності птиці, яка має вищий показник засвоєння поживних речовин корму, ніж ВРХ чи свині.

Ключові слова: промислове тваринництво, потоки азоту, ефективність використання азоту, продукція тваринництва, гній, аміак.

Інтенсивне тваринництво характеризується значними обсягами виробництва продукції і утворення відходів на одиницю площі сільськогосподарських угідь, намаганням з найменшими затратами отримати найбільшу кількість продукції. У звіті ФАО наголошується: «Баланс між людськими потребами і природними ресурсами значною мірою залежатиме від того, що ми будемо робити з продукцією тваринництва» [1].

Згідно з Директивою ЄС 2010/75/ЄС «Про промислові викиди (інтегроване за-

побігання та контроль забруднення)» в країнах Європейського Союзу промисловими вважаються ферми з чисельністю понад 40 тис. голів птиці, 2 тис. голів свиней (живою масою понад 30 кг) або 750 голів свиноматок. Ферми такої потужності прирівнюються до промислових підприємств через їх численні екологічні проблеми для довкілля та здоров'я людей [2].

За даними Державного комітету статистики України станом на 1.01.2019 р. 55,1% сільськогосподарських тварин різних видів утримується на промислових фермах з поголів'ям у тисячі, сотні тисяч або мільйони голів. Вирощування такої

кількості тварин потребує значних природних і енергетичних ресурсів та налагодженої системи утилізації відходів виробництва.

Розглядаючи вплив галузі тваринництва на навколишнє природне середовище, мусимо констатувати, що сільськогосподарські підприємства щорічно виділяють значні обсяги побічних продуктів виробництва. Ефективність використання у землеробстві побічних продуктів, як-от гній, залежить від технологій його подальшого перероблення і внесення у ґрунт [3].

Тому актуальним завданням для промислового тваринництва є ефективне використання поживних речовин кормів та мінімізація емісії сполук хімічно активного азоту з гною у процесі виробництва продукції тваринництва для зниження антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.

Метою досліджень є екологічна оцінка сучасного стану використання азоту кормів у процесі виробництва основної і побічної продукції промислового тваринництва та його антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище від емісії аміаку на рівні адміністративних областей України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використовували рівняння і коефіцієнти з відповідних методологій та довідників [4, 5], європейських та національних керівних документів [6–10] і рекомендації з годівлі сільськогосподарських тварин [11–13].

Вихідними даними для розрахунків емісії аміаку з гною сільськогосподарських тварин на одиницю виробленої основної продукції тваринництва на рівні адміністративних областей України були статистичні матеріали Державної служби статистики України стосовно поголів'я сільськогосподарських тварин різних видів (ВРХ, свині, птиця) і статеві-вікових груп, виробництва продукції тваринництва, витрат кормів сільськогосподарських підприємств упродовж 2015–2016 рр. [14]. Обсяги використання азоту кормів на ви-

робництво продукції тваринництва (N_{intake}) розраховували за рівнянням:

$$N_{intake} = AFI \times N_{feed}, \quad (1)$$

де N_{intake} — загальна кількість використання азоту кормів на виробництво продукції тваринництва, тис. т/рік; AFI — витрати кормів різних видів на годівлю сільськогосподарських тварин, тис. т/рік; N_{feed} — вміст азоту у кормах різного виду, %.

Обсяги азоту у виробленій продукції тваринного походження ($NUTR_{AP}$) розраховували за рівнянням:

$$NUTR_{AP} = NS_{AP} \times AP, \quad (2)$$

де $NUTR_{AP}$ — загальна кількість азоту у виробленій продукції тваринного походження (м'ясо, молоко і яйця), тис. т/рік; NS_{AP} — вміст азоту у продуктах тваринного походження (м'ясо, молоко і яйця), %; AP — кількість виробленої продукції тваринного походження (м'ясо, молоко і яйця), тис. т/рік.

Екскрецію азоту з гном тварин розраховували за рівнянням:

$$N_{excretion} = \sum_i (AAP_i \times N_{excretion\ coefficient_i}), \quad (3)$$

де $N_{excretion}$ — екскреція азоту з гною сільськогосподарських тварин, тис. т/рік; AAP_i — середньорічне поголів'я i -го виду/категорій тварин, тис. голів; $N_{excretion\ coefficient}$ — коефіцієнт екскреції i -го виду/категорій тварин, кг N/гол./рік).

Втрати азоту від емісії аміаку (NH_3) у процесі прибирання, зберігання та використання гною розраховували за рівнянням:

$$N_{emission-MMS} = \sum_s \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times MS_{(T,S)} \right) \times \left(\frac{Frac_{Ia2MS}}{100} \right) \right] \right], \quad (4)$$

де $N_{emission-MMS}$ — 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; $N_{ex(T)}$ — се-

редньорічне виділення азоту на 1 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; $Frac_{I_{азMS}}$ – частка емісії N у обробленому гної T -го виду/категорій тварин у межах S -системи прибирання, зберігання та використання гною, %; S – система прибирання, зберігання та використання гною; T – вид/категорія тварин.

Викиди NH_3 у процесі прибирання, зберігання та використання гною розраховували за рівнянням:

$$NH_{3manure} = N_{emission-MMS} \times \frac{17}{14} \quad (5)$$

де $NH_{3manure}$ – викиди NH_3 у процесі прибирання, зберігання та використання гною, тис. т NH_3 /рік; $17/14$ – коефіцієнт перетворення викидів N- NH_3 у викиди NH_3 .

Ефективність використання азоту розраховували за рівнянням:

$$NUE = \frac{\sum(N_{outputs})}{\sum(N_{inputs})} \times 100, \quad (6)$$

де NUE – ефективність використання азоту, %; $N_{outputs}$ – вихідні потоки азоту (м'ясо, молоко і яйця), тис. т; N_{inputs} – вхідні потоки азоту (фураж), тис. т.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що азот надходить в організм тварини лише у складі сирого протеїну корму, а виділяється з гноєм і продукцією (м'ясо, молоко і яйця) і є складовою

частиною приросту живої маси її тіла. Оцінювали вхід N з фуражем та вихід N з продукцією та гноєм (рис. 1).

Встановлено, що у 2016 р. найбільше N кормів надійшло на годівлю ВРХ – 45%, птиці – 29 і свиней – 26% від загальних витрат у галузі тваринництва. Зауважимо, що кури становлять 98,1% у виробничій структурі птахівничих сільськогосподарських підприємств.

Депонування N кормів у складі виробленої продукції тваринництва наведено на рис. 2.

Загалом, у 2016 р. у складі продукції тваринництва депонувалося 45,73 тис. т N/рік, у т.ч.: продукції птахівництва – 22,51, скотарства – 15,38 і свинарства – 7,84.

Слід відзначити, що тваринництво розповсюджено в усіх регіонах України. За найвищим рівнем використання азоту для виробництва молока в 2016 р. адміністративні області можна навести у такому ранжируваному порядку (тис. т N/рік): Полтавська (2,14), Черкаська (1,48), Харківська (1,19) і Чернігівська (1,14); для виробництва яловичини і телятини – Полтавська (0,23), Черкаська (0,23), Чернігівська (0,18) і Вінницька (0,15) (рис. 3 – а, б).

За найвищим рівнем використання азоту для виробництва свинини в 2016 р. адміністративні області можна навести у такому ранжируваному порядку (тис. т N/рік): Донецька (1,07), Полтавська

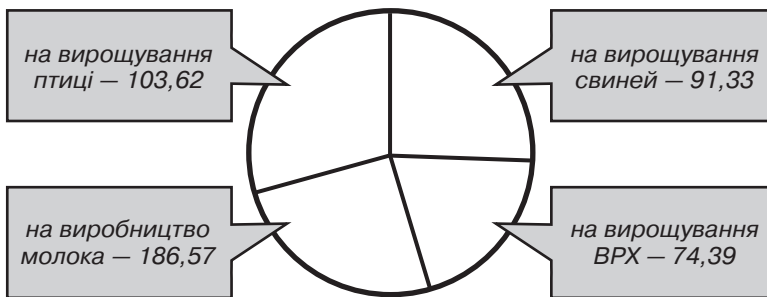


Рис. 1. Витрати азоту кормів на виробництво продукції тваринництва у сільськогосподарських підприємствах України (2016 р.), тис. т

Рис. 2. Використання азоту на виробництво продукції тваринництва у сільськогосподарських підприємствах України (2016 р.), тис. т

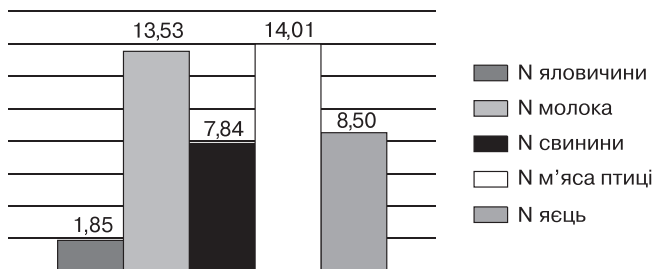


Рис. 3. Використання азоту: на виробництво молока (а), яловичини та телятини (б) у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

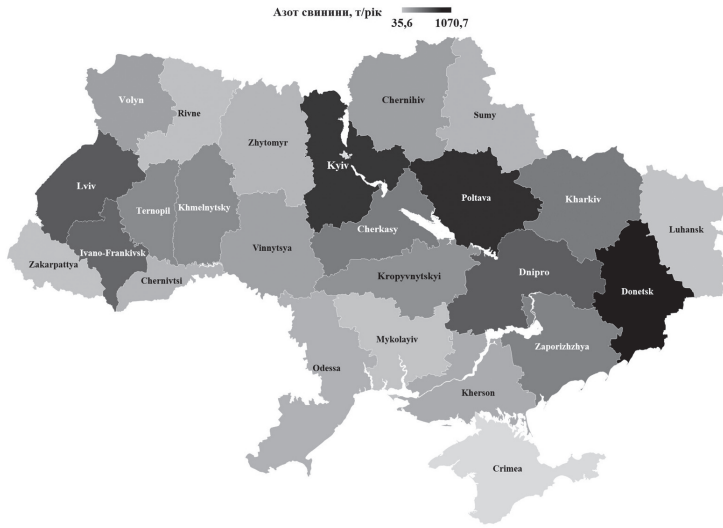


Рис. 4. Використання азоту на виробництво свинини у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

(0,79), Київська (0,76) і Львівська (0,59) (рис. 4).

За найвищим рівнем використання азоту для виробництва м'яса птиці в 2016 р. адміністративні області можна відтворити у такому ранжируваному порядку (тис. т N/рік): Вінницька (3,81), Черкаська (3,65), Дніпропетровська (2,51) та Київ-

ська (1,46); для виробництва яєць – Київська (2,49), Хмельницька (0,91) і Херсонська (0,89) (рис. 5, 6).

Сталий розвиток галузі тваринництва потребує раціонального використання поживних речовин гною у рослинництві пасовищних та змішаних систем тваринництва з мінімізацією забруднення



Рис. 5. Використання азоту на виробництво м'яса птиці у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)



Рис. 6. Використання азоту на виробництво яєць у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

навколишнього природного середовища побічною продукцією. Розраховано, що з послідом птиці в Україні виділилося 43,3 т N/рік, що становить 41,8% від N кормів; з гноєм ВРХ – 67,0, або 41,6; з гноєм свиней – 27,4 т/рік, або 30,0% відповідно (рис. 7).

Гній, що не використовується як органічне добриво або не належним чином зберігається, стає джерелом втрат амонійного і протейнового азоту та забруднення навколишнього природного середовища від емісії NH₃. Встановлено, що в 2016 р. на 1 т виробленого молока ВРХ на рівні країни з

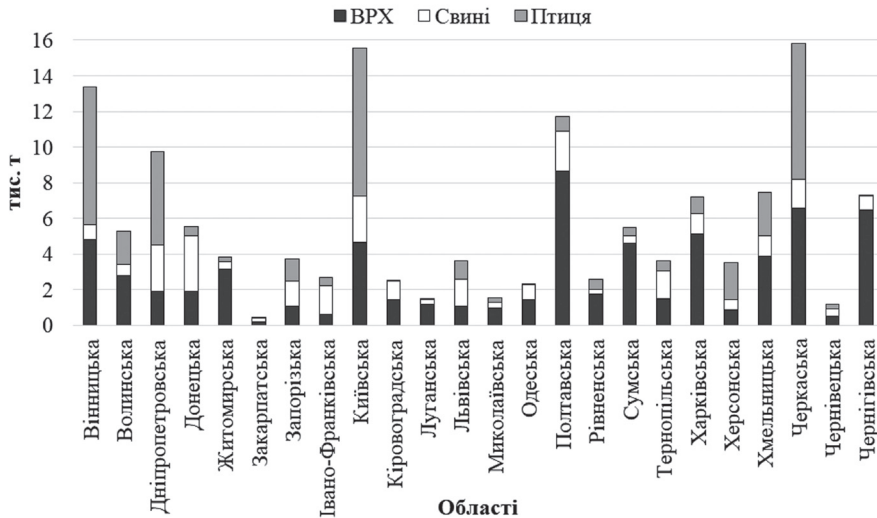


Рис. 7. Виділення азоту з гною сільськогосподарських тварин у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

гною у повітря викидається 8,6 кг NH₃. За регіонами – 7,0–15,8 кг NH₃/рік (рис. 8).

На 1 т приросту живої маси ВРХ на рівні країни з гною у повітря викидається 150,1 кг NH₃/рік. За регіонами – 129,7–199,8 кг NH₃/рік (рис. 9).

На 1 т приросту живої маси свиней на рівні країни з гною у повітря викидається 26,0 кг NH₃/рік. За регіонами – 19,2–43,1 кг NH₃/рік (рис. 10).

На 1 т приросту живої маси птиці на рівні країни викидається з посліду у пові-



Рис. 8. Відносні викиди NH₃ з гною ВРХ на одиницю виробленого молока у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

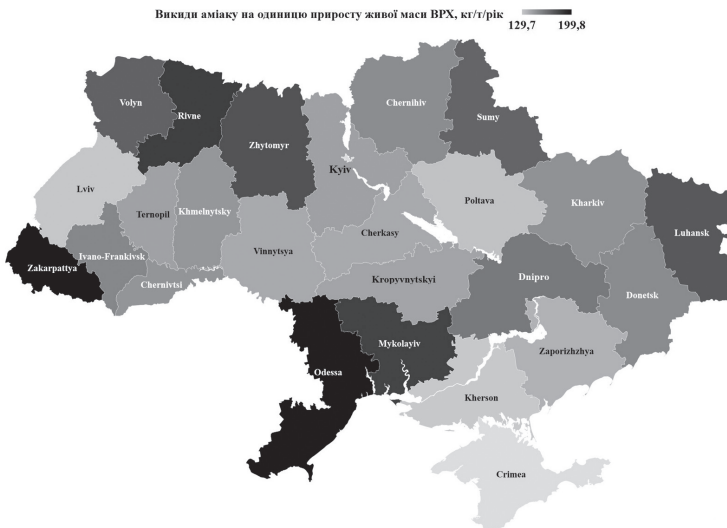


Рис. 9. Відносні викиди NH₃ з гною ВРХ на одиницю приросту живої маси тварин у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)



Рис. 10. Відносні викиди NH_3 з гною свиней на одиницю приросту живої маси тварин у сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

тря 18,9 кг NH_3 /рік. Найбільше у Кіровоградській (460,7 кг NH_3 /рік) і Херсонській (390,5 кг NH_3 /рік) областях, де переважає птиця яєчного напрямку продуктивності. Для сільськогосподарських підприємств м'ясного напрямку виробництва найменші викиди NH_3 на 1 т приросту живої маси пти-

ці спостерігаються у Вінницькій – 12,1 кг NH_3 /рік, Черкаській – 12,5 і Волинській областях – 13,1 кг NH_3 /рік (рис. 11).

На 1 т вироблених яєць на рівні країни викидається з посліду птиці у повітря 55,8 кг NH_3 /рік. Найбільше у Закарпатській (748,5 кг NH_3 /рік) і Волинській



Рис. 11. Відносні викиди NH_3 з посліду птиці на одиницю приросту живої маси птиці в сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

(642,4 кг NH₃/рік) областях, де переважає птиця м'ясного напрямку продуктивності. Для сільськогосподарських підприємств яєчного напрямку виробництва найменші викиди NH₃ на 1 т вироблених яєць спостерігаються у Чернігівській (17,4 кг NH₃/рік), Тернопільській (21,2) і Донецькій (22,0 кг NH₃/рік) областях (рис. 12).

Загалом, в Україні у тваринницьких сільськогосподарських підприємствах (2016 р.) гній є джерелом викидів 63,1 тис. т NH₃, або втрат 52,1 тис. т N, у т.ч. проду-

кованого: птахівництвом – 39,2%, скотарством – 36,9 і свинарством – 23,9%.

За результатами розрахунку, ефективність використання азоту (ЕВА) у промислому тваринництві України становить 8,6–21,7% (рис. 13), що узгоджується з міжнародними даними на основі відповідної прогнозованої моделі в країнах СНД на 2000–2050 рр. (15–19%) [15].

Для порівняння, ЕВА у тваринництві країн ЄС за даними прогнозованої моделі на 2000–2050 рр. становить 21–27%. У процесі виробництва продукції тварин-



Рис. 12. Відносні викиди NH₃ з посліду птиці на одиницю вироблених яєць в сільськогосподарських підприємствах, за регіонами України (2016 р.)

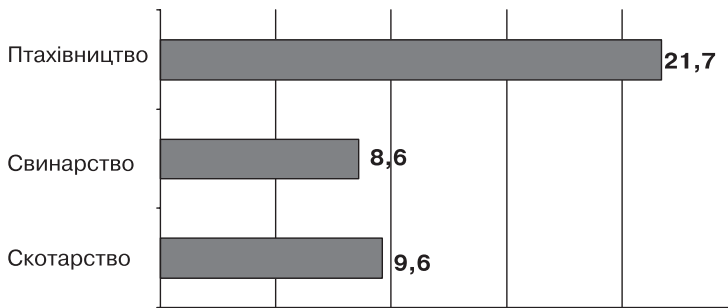


Рис. 13. Ефективність використання азоту у виробництві продукції промислового тваринництва України, %

ництва ЕВА у більшості регіонів світу збільшується з роками завдяки поліпшенню умов утримання, оптимізації годівлі та селекції тварин. У Європі та Північній Америці це також обумовлено переходом від розведення тварин з низькою ЕВА (ВРХ і вівці) до тварин з вищою ЕВА (свині і птиця) [15].

За статистичними даними [14] впродовж останніх років в Україні спостерігається тенденція до інтенсивного збільшення чисельності птиці, яка має вищий показник засвоєння поживних речовин корму, ніж ВРХ чи свині.

ВИСНОВКИ

На основі розрахунку ефективності використання азоту кількісно визначено відносний рівень витрат природних ресурсів і забруднення навколишнього природного середовища у процесі промислового виробництва продукції тваринництва в Україні.

Встановлено, що залежно від виду сільськогосподарських тварин у промисловому тваринництві лише 8,6–21,7% азоту кормів депонується у продуктах харчування, а решта азоту виділяється з побічною продукцією у навколишнє природне середовище. Для порівняння, ЕВА у тваринництві ЄС становить 21–27%.

З урахуванням розповсюджених в Україні систем зберігання і використання гною в тваринницьких підприємствах різної спеціалізації встановлено, що найбільше NH_3 виділяється на одиницю приросту живої маси ВРХ та свиней і на виробництво яєць, а найменше — на виробництво молока ВРХ і на одиницю приросту живої маси птиці.

Наведені вище результати доцільно використовувати для екологічної оцінки існуючих та впровадження нових технологій у галузі тваринництва для раціонального використання поживних речовин та мінімізації антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Steinfeld H.* Livestock – Environment interactions: issues and options [Електронний ресурс] / Н. Steinfeld, С. de Naan, Н. Blackburn. – FAO, 1996. – 85 p. – Режим доступу: <http://www.fao.org/3/x5305e/x5305e00.htm#Contents>
2. *Палана Н.В.* Промислове тваринництво: еколого-економічні наслідки / Н.В. Палана, Н.Б. Пронь, О.В. Устименко // Збалансоване природокористування. – 2016. – № 3. – С. 64–67.
3. *Бородай В.П.* Перспективні напрями екологічних досліджень у галузі тваринництва / В.П. Бородай, В.О. Пінчук, О.В. Тертична // Агроекологічний журнал. – 2017. – № 2. – С. 44–48.
4. *Methodology and Handbook Eurostat. Nutrient Budgets* [Електронний ресурс] / Organisation for Economic Co-operation and Development, 2013. – Режим доступу: http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/aei_pr_gnb_esms_an1.pdf
5. *Methodological studies in the field of Agro-Environmental Indicators. Guidelines for a common methodology* [Електронний ресурс] / О. Oenema, L. Sebek, Н. Kros et al. – Wageningen, 2014. – 100 p. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2393397/8259002/LiveDate_2014_Task5.pdf/cbd88f09-55f7-401f-af21-54169bac0690
6. *Guidance document for the prevention and abate of ammonia emissions from agricultural sources. ECE/EB.AIR/120* [Електронний ресурс]. – United Nations, 2014. – 100 p. – Режим доступу: https://www.unepce.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf
7. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* [Електронний ресурс]. – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006. – Режим доступу: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
8. *Ukraine's Greenhouse gas inventory 1990–2016* [Електронний ресурс] / The Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine. – Kyiv, 2018. – 519 p. – Режим доступу: https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimatu/kadastr2016/ukr-2018-nir-23may18.zip
9. *Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990–2012 / Министерство экологии и природных ресурсов Украины.* – К., 2014. – 577 с.
10. *Guidelines for environmental quantification of nutrient flows and impact assessment in livestock supply chains* [Електронний ресурс] / Food and Agriculture Organization of the United Nations and Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. – Rome, 2017. – 208 p. – Режим доступу: <http://www.fao.org/3/a-bu312e.pdf>
11. *Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник / І.І. Ібатуллін, Ю.Ф. Мельник, В.В. Отченашко та ін.* – К., 2015. – 422 с.

12. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / Н.І. Братишко, А.І. Горобець, О.В. Прутуленко та ін. — Бірки, 2005. — 102 с.
13. Рекомендації з використання в годівлі птиці комбікормів з частковою та повною заміною протеїну тваринного походження / Т.Є. Клименко, Н.І. Братишко, А.І. Горобець та ін. — Бірки, 2008. — 24 с.
14. Тваринництво України: статистичний збірник / Державний комітет статистики України. — К., 2017. — 141 с.
15. Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period [Електронний ресурс] / L. Bouwman, K. Goldewijk, K. Van Der Hoek et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. — 2013. — Vol. 110, No. 52. — P. 20882–20887. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1073/pnas.1012878108>

REFERENCES

1. Steinfeld, H., Haan de, C., Blackburn, H. (1996). Livestock – Environment interactions: issues and options. *fao.org*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/x5305e/x5305e00.htm#Contents> [in English].
2. Palapa, N.V., Pron, N.B., Ustimenko, O.V. (2016). Promyslove tvarynystvo: ekolohe-ekonomichni naslidky [Industrial livestock: ecological and economic implications]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – The balanced nature*, 3, 64–67 [in Ukrainian].
3. Boroday, V.P., Pinchuk, V.O., Tertychna, O.V. (2017). Perspektyvni napryamy ekolohichnykh doslidzhen u haluzi tvarynystva [Promising areas of environmental research in livestock]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 44–48 [in Ukrainian].
4. Methodology and Handbook Eurostat. Nutrient Budgets. (2013). *oecd.org*. Retrieved from http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/aei_pr_gnb_esms_an1.pdf [in English].
5. Oenema, O., Sebek, L., Kros, H., Lesschen, J.P., Van Krimpen, M, Bikker, P. et al. (2014). Methodological studies in the field of Agro-Environmental Indicators. Guidelines for a common methodology. Wageningen. *ec.europa.eu*. Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2393397/8259002/LiveDate_2014_Task5.pdf/cbd88f09-55f7-401f-af21-54169bac0690 [in English].
6. Guidance document for the prevention and abate of ammonia emissions from agricultural sources. ECE/EB.AIR/120. (2014). *unece.org*. Retrieved from https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf [in English].
7. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (2006). *www.ipcc-nggip.iges.or.jp*. Retrieved from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> [in English].
8. Ukraine's Greenhouse gas inventory 1990–2016. (2018). *menr.gov.ua*. Retrieved from https://menr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/kadastr2016/ukr-2018-nir-23may18.zip [in English].
9. *Natsionalnyy kadastr antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorbtii poglotitelyami parnikovykh gazov v Ukraine za 1990–2012 [Ukraine's Greenhouse gas inventory 1990–2012]*. (2014). Kyiv [in Russian].
10. Guidelines for environmental quantification of nutrient flows and impact assessment in livestock supply chains. (2017). *fao.org*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-bu312e.pdf> [in English].
11. Ibatullin, I.I., Melnyk, Yu.F., Otchenashko, V.V., Sychov, M.Yu., Kryvenok, M.Ya., Chyhryn, A.I. et al. (2015). *Praktykum z hodivli silskohospodarskykh tvaryn: nauchalnyy posibnyk [Workshop on Feeding Farm Animals: A Handbook]*. Kyiv [in Ukrainian].
12. Bratyshko, N.O., Horobets, A.I., Prytulenko, O.V., Gordienko, V.M., Klymenko, T.E., Kotyk, A.M. et al. (2005). *Rekomendatsiyi z normuvannya hodivli silskohospodarskoyi ptytsi [Rationing guidelines for poultry feeding]*. Birky [in Ukrainian].
13. Klymenko, T.E., Bratyshko, N.I., Horobets, A.I. et al. (2008). *Rekomendatsiyi z vykorystannya v hodivli ptytsi kombikormiv z chastkovoyu ta poznoyu zaminoyu proteyinu tvarynnoho pokhodzhennya [Recommendations for the use in the feeding of poultry compound feeds with partial and complete replacement of animal protein]*. Birky [in Ukrainian].
14. *Tvarynystvo Ukrainy 2016: statystychnyy zbirnyk [Animal Production of Ukraine in 2016: Statistical Yearbook]*. (2016). Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian].
15. Bouwman, L., Goldewijk, K.K., Van der Hoek, K.W., Beusen, A., Van Vuuren, D.P., Willemset, J. et al. (2013). Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Vol. 110, 52, 20882–20887. Retrieved from <https://doi.org/10.1073/pnas.1012878108> in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 06.10.2019