

## РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЗОТУ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

В.О. Пінчук

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Досліджено динаміку ефективності використання азоту у процесі виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва у різних країнах світу. Показано відносну вагу складових кругообігу азоту у рослинництві на прикладі семи країн світу з різних географічних континентів. Розраховано загальний баланс азоту, азотний баланс щодо площі сільськогосподарських угідь та ефективність використання азоту на рівні країни. Показано доцільність застосування показника ефективності використання азоту для узагальнення оцінки результативності технологій у рослинництві та впровадження заходів щодо зниження антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.*

**Ключові слова:** баланс азоту, ефективність використання азоту, сільське господарство, рослинництво, Гетеборзький протокол.

Женевська конвенція 1979 р. про транс-кордонне забруднення повітря на великій відстані (Конвенція про ТЗПВВ) Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК ООН) — один з важливих міжнародних договорів з контролю забруднення повітряного середовища. В рамках Конвенції та її 8 протоколів розроблено всебічні 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 випадання наносити шкоду у вигляді підкислення, евтрофікації та дисперсії небезпечних частинок [1].

З метою реалізації Конвенції створено низку ефективних механізмів та програм, що дають змогу здійснювати оперативний контроль стану навколишнього природного середовища і приймати узгоджені на міжнародному рівні заходи з обмеження та скорочення викидів забруднювальних речовин в атмосферу. Одним із небезпечних викидів є сполуки хімічно активного азоту.

Основними законодавчими документами України щодо хімічно активного азоту є такі:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 р. № 1264-ХІІ;

- Закон України «Про охорону атмосферного повітря» в редакції від 21 червня 2001 р. № 2556-ІІІ;

- Закон України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності» від 06 вересня 2005 р. № 2806-ІV.

Також у рамках Конвенції про транс-кордонне забруднення повітря на великій відстані (в Україні набула чинності у 1983 р.) створено Цільову групу з хімічно активного азоту для обґрунтування стратегії розвитку і координації політики у сфері зниження забруднення повітря сполуками азоту у контексті азотного циклу [2, 3].

Розрахунок азотного балансу на рівні країни, регіону або окремого підприємства використовується як інструмент для оцінки ефективності застосування поживних речовин і відповідного екологічного навантаження на навколишнє природне середовище [4].

Метою роботи є розрахунок азотного балансу у виробництві продукції рослинництва на рівні країни, з урахуванням керівних документів Гетеборзького протоколу про боротьбу з підкисленням, евтрофікацією і приземним озоном, яким встановлено граничні рівні для викидів

чотирьох забруднювачів – сірки, оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ), летючих органічних сполук (ЛОС) та аміаку. Україна ще не ратифікувала Протокол, але у рамках виконання його вимог розроблено проект Правил належної практики сільського господарства, що сприяє скороченню викидів аміаку і утилізації біогазу.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження балансу азоту різних країн проводили на основі використання бази даних електронного ресурсу (<http://stats.oecd.org>). Для дослідження вибрали 7 розвинених країн з різних географічних континентів.

Загальний баланс ( $N_{\text{баланс}}$ ) та ефективність використання азоту ( $N_{\text{еф.}}$ ) розраховували за алгоритмами [5]:

$$N_{\text{баланс}} = \sum N_{\text{вхід}} - \sum N_{\text{вихід}} \quad (1)$$

$$N_{\text{еф.}} = \sum N_{\text{вихід}} / \sum N_{\text{вхід}} \quad (2)$$

де  $N_{\text{вхід}}$  – надходження азоту, т;  $N_{\text{вихід}}$  – витрати азоту, т.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У таблицях 1 і 2 показано співвідношення надходжень і витрат азоту у різних країнах світу. Найбільше азоту надходить у ґрунт з добривами (37,4–49,2%), від відходів тваринного походження (24,1–50,8) та з інших джерел (11,8–31,3%). Витрати азоту спричиняє рослинництво (57,0–68,2%) і фураж (31,8–50,0%). Вочевидь, що такі відмінності у співвідношенні джерел надходження і витрат азоту у світі зумовлено різною кон'юнктурою сільського господарства, у т.ч. сектора рослинництва досліджуваних країн.

Відмінності між країнами за складовими балансу азоту збільшується з віддаленням цих країн одна від одної, що зумовлено з різними місцевими природними умовами для ведення сільського господарства та соціально-економічними чинниками.

Зокрема, серед розглянутих країн у Туреччині найменше використовують як добрива відходи тваринництва (24,1%) через низьку чисельність та різноманітність видів

Таблиця 1

#### Співвідношення надходження азоту з різних джерел у країнах світу (%)

Джерело азоту	Країни						
	Туреччина	Німеччина	Данія	Греція	США	Японія	Польща
Добрива, усього	45,1	49,2	37,4	43,0	35,7	37,4	48,6
у т.ч. неорганічні добрива	45,1	47,7	35,8	43,0	35,7	33,8	48,6
органічні добрива	0	1,5	1,6	0	0	3,7	0
Відходи тваринництва, усього	24,1	34,2	47,2	37,0	33,0	50,8	29,1
у т.ч. ВРХ*	13,3	22,5	21,2	5,5	18,6	20,2	12,9
свині	0	8,2	21,2	1,5	1,5	46,4	7,7
ДРХ**	10,0	0,8	0,4	24,5	0,1	0,1	0,2
птиця	0	1,8	2,0	2,5	12,1	21,1	3,7
інші види	0,8	0,9	2,2	3,0	0,7	0,1	0,9
Інші джерела, усього:	30,7	16,6	15,5	20,0	31,3	11,8	22,3
у т.ч. атмосферні опади	16,7	10,2	9,1	8,0	9,9	1,6	15,1
біологічна фіксація азоту рослинами	12,4	5,8	5,5	11,0	21,0	10,0	5,0
насіння і посадковий матеріал	1,6	0,6	0,9	1,0	0,4	0,2	2,2
Усього	100	100	100	100	100	100	100

Примітка: \* велика та \*\* дрібна рогата худоба.

Таблиця 2

Співвідношення статей витрат азоту у країнах світу (%)

Витрати азоту	Країни						
	Туреччина	Німеччина	Данія	Греція	США	Японія	Польща
Рослинництво, усього	57,5	60,2	68,2	50,0	59,4	57,0	58,6
у т.ч. злакові	36,6	45,6	56,0	21,0	29,3	28,6	44,9
олійні	0	8,3	5,6	19,0	26,4	2,0	4,9
бобові	8,9	1,0	1,4	0,3	0	0,6	0,9
індустріальні культури	3,5	2,4	2,5	1,7	2,3	6,2	1,9
інші культури	8,4	3,0	2,8	8,0	1,3	19,5	5,9
Фураж, усього	42,5	39,8	31,8	50,0	40,6	43,0	41,4
у т.ч. кормові культури	8,0	12,3	14,9	5,5	16,9	5,9	8,3
різнотрав'я пасовищ	34,5	26,3	16,9	44,5	23,7	37,1	25,1
полова	0	1,2	0	0	0	0	8,0
Усього	100	100	100	100	100	100	100

сільськогосподарських тварин, а у витратах азоту переважають бобові культури (8,9%).

Розрахунок динаміки загального балансу азоту свідчить про збалансованість сільського господарства за рівнем використання поживних речовин ґрунту (рис. 1, 2).

Упродовж 1993–2004 рр. серед розглянутих країн спостерігається тенденція до негативного загального балансу азоту, тобто використовується поживних речовин

ґрунту більше, ніж вноситься, особливо у США (з 16,3 до 13,7 млн т), Німеччині (з 2,1 до 1,7) та Туреччині (з 1,6 до 1,2 млн т). Поряд із тим ці країни залишаються лідерами за величиною загального балансу азоту. Позитивний баланс азоту впродовж дослідженого періоду спостерігається лише у Польщі (з 652,4 до 691,0 тис. т).

Іншою є ситуація у країнах світу з динамікою балансу азоту щодо площі сільсько-

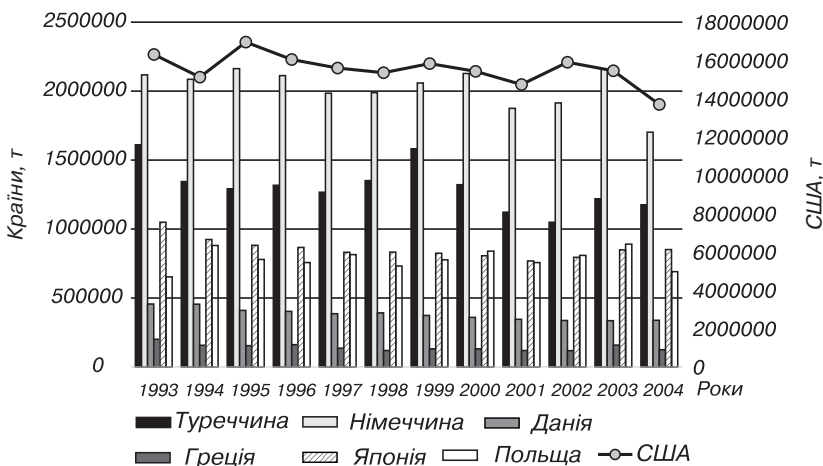


Рис. 1. Загальний баланс азоту країн світу

господарських угідь (рис. 2). Лідерами у цій категорії є Японія (з 204 до 181 кг/га), Данія (з 167 до 128) і Німеччина (з 124 до 100 кг/га). У інших країнах – 23–42 кг/га.

Ефективність використання азоту у виробництві продукції рослинництва розраховується як відсоток азоту зібраного

врожаю від надходження його у ґрунт з добрив, гною, фіксації азоту, атмосферних опадів тощо [5]. Якщо його частка перевищує 100%, це спричиняє погіршення ґрунту через винесення більшої кількості поживних речовин від їх надходження (рис. 3).

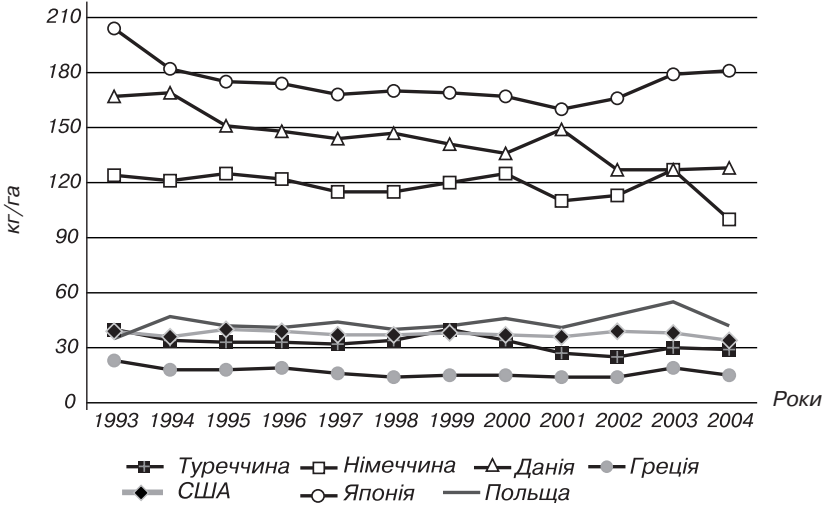


Рис. 2. Баланс азоту відносно площі сільськогосподарських угідь у країнах світу

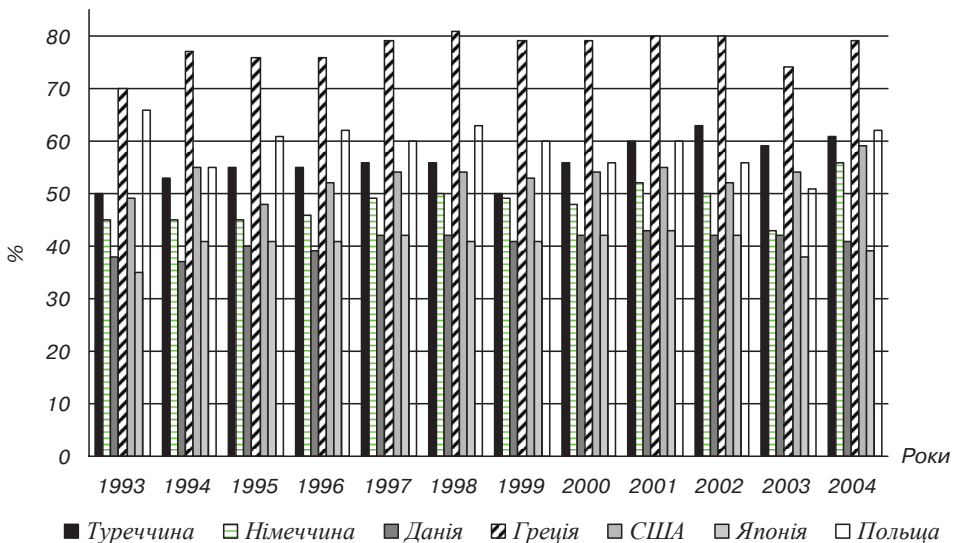


Рис. 3. Ефективність використання азоту у країнах світу

За ефективністю використання азоту країни розташовуються у такому порядку: Греція (70–81%), Польща (51–66), Туреччина (50–63), США (48–59) та інші країни (35–56%). Частка понад 70% у цілому свідчить про ризик зниження поживних речовин у ґрунті, оскільки частина сполук азоту втрачається у навколишньому природному середовищі. Ефективність використання азоту полягає не тільки у раціональному використанні поживних речовин на виробництво продукції рослинництва за оптимального навантаження на ґрунт, а й у запобіганні втратам азоту у сільському господарстві, зокрема забрудненню навколишнього природного середовища емісією оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ) та аміаку з відходів виробництва.

### ВИСНОВКИ

Отже, динаміка ефективності використання азоту у комплексі з іншими агро-екологічними показниками характеризує результативність технологій у рослинництві та свідчить про впровадження заходів, спрямованих на зниження антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.

На основі проведених досліджень обґрунтовано доцільність застосування по-

казника ефективності використання азоту як узагальнюючого для порівняльної оцінки на різних адміністративно-територіальних рівнях.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Protocol to the 1979 convention on long-range transboundary air pollution to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone [Електронний ресурс] / United Nations. — Sweden, 1999. — 65 p. — Режим доступу: [http://www.unep.org/env/lrtap/multi\\_h1.html](http://www.unep.org/env/lrtap/multi_h1.html)
2. Агроинженерные решения утилизации отходов птицеводства / Л.И. Моклячук, А.А. Марченко, М.П. Кейван [и др.] // Материалы Международного агроэкологического форума (Санкт-Петербург, 21–23 мая 2013 г.). — СПб., 2013. — Т. 3. — С. 112–117.
3. Агроекологічна оцінка викидів сполук активного азоту у секторі сільського господарства України / Л.І. Моклячук, О.М. Жукорський, В.О. Пінчук та ін. // Агроекологічний журнал. — 2012. — № 2. — С. 36–42.
4. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агро-ресурсного потенціалу України (Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу) / Ю.О. Тараріко. — К.: ДІА, 2011. — 576 с.
5. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution Working Group of Strategies and Review, 47th session. Draft guidance document for preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources, 2010 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://unep.org/env/documents>