

**АНАЛІЗ ЦИРКУЛЯЦІЇ АЗОТУ НА РІВНІ ШТАБЕЛЯ ГНОЮ РОЗМІЩЕНОГО НА ГРУНТІ**

В статті подано аналіз циркуляції азоту на рівні штабеля гною, розміщеного на ґрунті. Дослідження проводилося з метою аналізу циркуляції азоту в штабелі з біологічним добривом та оцінки потенційної кількості азоту, що стікає із штабеля у ґрунтові води. На основі проведених досліджень встановлено, що втрати азоту в результаті витоків з гнойовою рідиною коливаються від 38,1 до 48,1%. Тому неефективне зберігання гною збільшує антропогенне навантаження на природні екосистеми, що негативно впливає на якість води.

**Ключові слова:** азот, циркуляція, антропогенне навантаження, природні екосистеми, якість води

Однією з головних причин забруднення поверхневих, ґрунтових та прибережних вод є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва. Основною проблемою є поверхневий та підземний витік екскрементів тварин із сільськогосподарських угідь, а також їх нераціональне використання та зберігання. Витік органічних добрив з незабезпечених сховищ та негерметичних сільськогосподарських будівель призводить до потрапляння біогенних речовин до ґрунтових вод. У водах більшості свердловин та колодязів, розташованих поблизу місць зберігання гною, зафіксовано високий вміст нітратів до 160 мг  $\text{NO}_3 \cdot \text{дм}^3$  (Czerwiński 1987, Pietrzak 1997).

З метою зменшення негативного впливу сільського господарства на стан навколишнього середовища, включаючи евтрофікацію води, закислення ґрунту та зниження кількості біорізноманіття, було прийнято ряд директив, для мінімізації або запобігання цих наслідків (Galloway та ін., 2003). Заходи для протидії з негативним впливом надлишку азоту в навколишньому середовищі повинні не тільки обмежувати кількість цього елемента, що надходить у водойми із сільськогосподарських районів, але й з можливістю прискорення біодеградації забруднюючих речовин та зв'язування їх у важкодоступному обсязі (наприклад, накопичення в рослинних тканинах).

Польща зобов'язалася зменшити кількість забруднюючих речовин, що надходять з антропогенних джерел до водних екосистем, що є результатом впровадження Директиви про води (2000/60/ЄС), Директиви про стічні води (91/271/ЄС), Директиви про нітрати (91/676/ЄС) та Nutrient Redaction Targets (Балтійський План Дій).

**МЕТОДОЛОГІЯ.** Дослідження проводилося з метою аналізу циркуляції азоту в штабелі з біологічним добривом та оцінки потенційної кількості азоту, що стікає із штабеля у ґрунтові води. Дослідження проводилось у період з листопада 2018 року по травень 2020 року. Для проведення аналізу було відібрано 3 ферми із свиньми, розташованими в Польщі в селі Łaszczyn, гміна Rawicz у Великопольському воєводстві. Площа досліджуваних ферм становила: господарство № 1 (G1) - 11,59 га, господарство № 2 (G2) - 23,0 га та господарство № 3 (G3) - 20,24 га. Господарства не мали бетонних гноєсховищ і зберігали гній безпосередньо на землі. Один із штабелів (G3) оприскували мікробіологічним препаратом, щоб стимулювати процеси розкладання та перетворення біогенних елементів (рис. 1).



Рис. 1. Бактеріальний ліофілізат

Туди протягом усього періоду досліджень не додавали гною. Решту штабелів замінювали в середньому кожні 6 місяців. Кожен із трьох досліджуваних штабелів мав площу приблизно 20 м<sup>2</sup> і не перевищував двох метрів у висоту. Мікробіотичний матеріал отримували із природного середовища - з-під функціонуючих штабелів гною. Препарат містив ізоляти бактеріальних штамів, таких як: *Lactobacillus plantarum* LF1, *Lactobacillus fermentum* LF8, *Leuconostoc mesenteroides* LF9, *Bacillus megaterium* LFA1, *Bacillus subtilis* LFA3, *Pseudomonas putida* LFA6.

В кожному штабелі гною було встановлено по три п'єзометри, з яких збирали гнойову рідину (рис. 2). Один раз на місяць протягом усього періоду дослідження збирали зразки гнойової рідини для перевірки концентрації азоту.

Дослідження підраховувало кількість азоту, який потрапляв на штабелі гною із атмосферних опадів. Дослідження також аналізувало потік азоту з атмосферними опадами. Моніторинг кількості опадів в аналізованому регіоні проводився з 2016 р. Зразки опадів для аналізу вмісту азоту проводились в середньому раз на місяць з листопада 2018 р. по травень 2020 р.



Рис. 2. Встановлені п'єзометри та формування для кондиціонування гною формування штабелів у господарстві № 1 (G1)

При розрахунку балансу азоту врахувався прихід, розхід, а також вміст азоту в біологічному добриві. Діаграма балансу представлена на рисунку 3.

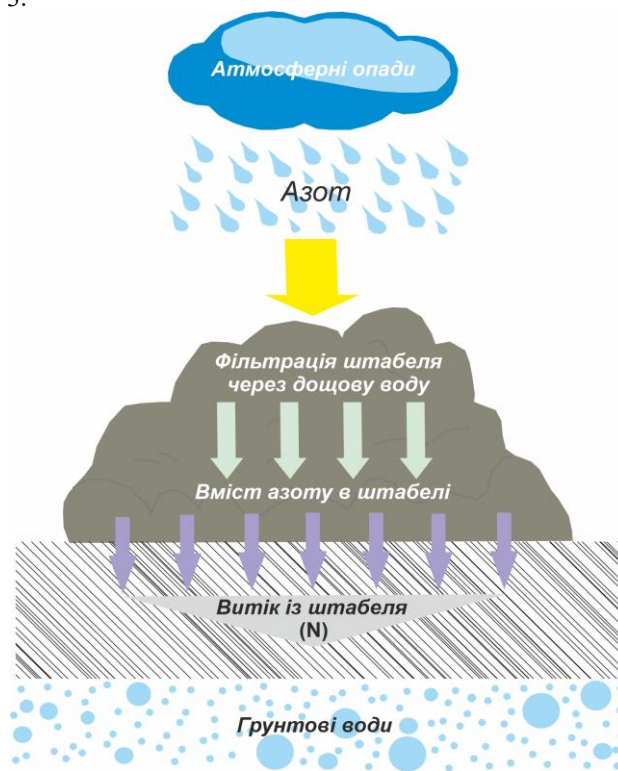


Рис. 3. Елементи балансу азоту на рівні штабеля

**РЕЗУЛЬТАТИ.** Щільність поголів'я тварин в аналізованих господарствах була такою: 1,98 DJP·ha-1 UR (Duża Jednostka Przeliczeniowa = одна тварина або група тварин = 500 кг; UR - сільськогосподарські угіддя) (G1), 0,92 DJP ·ha-1 UR (G2) і 0,73 DJP ·ha-1 UR (G3).

На початку експерименту, додатково в середині експерименту та в кінці періоду дослідження, досліджували склад гною та вміст сухої маси. Варто звернути увагу на утворення вологості в штабелі в залежності від періоду дослідження та досліджуваних господарств (табл. 1). В середньому найвища кількість сухої маси була зафіксована в штабелі, розташованій у господарстві №3, де застосовували оприскування мікроорганізмами. Кількість утвореної гнойової рідини розраховували на основі змін вологості штабелів. Вміст сполук азоту у гнойовій рідині представлений у таблиці 2. Кількість гною, виробленого протягом року в окремих господарствах, представлена в таблиці 3.

Сума опадів коливалася від 414 (у 2018 році) до 694 мм (у 2017 році). Кількість азоту з опадів представлено на рисунку 4. Концентрації загального азоту в аналізованих зразках опадів коливалися в межах від 1,91 до 3,97 мг/л. Кількість азоту розрахована для досліджуваних років та років перед початком проекту, коливалась між 12,3-20,6 кг N/га. Деяко вищі концентрації були зафіксовані в періоди угноєння натуральними добривами, тобто навесні та після збору врожаю. Кількість азоту в опадах які припадають на один штабель гною та елементи циркуляції азоту представлені в таблиці 3.

Таблиця 1

## Суша маса та загальний вміст азоту в аналізованих штабелях гною

Місце дослідження	Період дослідження	Суша маса [%]
G1	Початок періоду дослідження	20,91
G2		20,61
G3		22,74
G1	Середина періоду дослідження	34,56
G2		73,45
G3		74,22
G1	Кінець періоду дослідження	59,31
G2		69,68
G3		84,41

Таблиця 2

## Концентрація азоту у гнійових рідинах з аналізованих штабелів гною

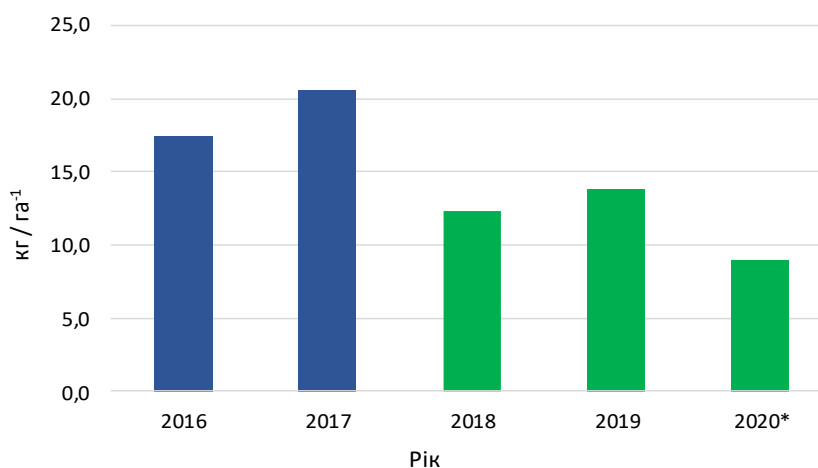
Величина	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
	мг/л		
Господарство № 1			
Мін.	0,0003	0,010	3,17
Макс.	10,50	58,62	2467,68
Середнє	1,46	11,97	171,25
Господарство № 2			
Мін.	0,0080	0,85	1,86
Макс.	1,82	334,22	168,96
Середнє	0,50	42,14	75,50
Господарство № 3			
Мін.	0,0003	0,01	4,39
Макс.	0,75	918,94	1447,87
Середнє	0,11	21,61	204,15

Середні втрати біомаси (гнійної рідини) становили приблизно 57,3% від маси гною (38,4-61,67%). Середня кількість витоку азоту із штабелю гною коливалася в межах від 15,8 до 40,2 кг на рік.

Таблиця 3

## Баланс азоту на рівні штабелю гною

Опис	G1	G2	G3
Гній, вироблений у господарстві [т/рік]	566	253	150
Кількість гнійної рідини [м <sup>3</sup> /рік]	217	134	93
N <sub>(азот загальний)</sub> з опадом [кг/20 м <sup>2</sup> штабелю]	0,0312	0,0312	0,0312
Вміст азоту в штабелі [% м/м свіжа маса]	1,66 (0,64-2,44)	1,36 (0,47-1,88)	1,42 (0,85-2,37)
Вміст азоту в штабелі [кг]	9421	3434	2125
Кількість витоку азоту з штабеля			
кг N-NO <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> гнійної рідини	0,32	0,07	0,01
кг N-NO <sub>3</sub> /м <sup>3</sup> гнійної рідини	2,60	5,64	2,00
кг N-NH <sub>4</sub> /м <sup>3</sup> гнійної рідини	37,25	10,10	18,88
Витік азоту [кг/м <sup>3</sup> гнійної рідини]	40,17	15,80	20,89
Сумарний витік азоту із штабеля [кг/рік]	8736	2113	1933



\*січень-травень 2020

Рис. 4. Кількість азоту, що надійшла з атмосферними опадами

**ПІДСУМОК.** На основі отриманих результатів щодо циркуляції азоту у штабелях гною можна зробити висновок, що аналізовані ферми становлять серйозну загрозу навколишньому середовищу. Втрати азоту в результаті витоку з гнойовою рідиною коливаються від 38,1 до 48,1%. Таким чином, неправильне зберігання гною збільшує тиск сільськогосподарства на природні екосистеми та негативно впливає на якість води.

#### Список використаних джерел

1. Czerwiński Z. (1987): Źródła i stopień zanieczyszczenia wód podstołecznych rejonów rolniczych Warszawy [Джерела та ступінь забруднення води в сільськогосподарських регіонах Варшави]. Wyd. SGGW Warszawa.
2. Galloway J.N., Aber J.D., Erisman J.W., Seitzinger S.P., Howarth R.W., Cowling E.B., Cosby B.J. 2003. The Nitrogen Cascade [Азотний каскад]. BioScience, Vol. 53, Issue 4, Pages 341–356.
3. Pietrzak S. (1997): Postępowanie z nawozami organicznymi pochodzenia zwierzęcego w aspekcie ochrony jakości wody [Поводження з органічними добривами тваринного походження в аспекті захисту якості води]. В: Rolnictwo polskie i ochrona jakości wody. Zeszyty Edukacyjne. Ред. Sapek B. Wyd. IMUZ Falenty: 31-44.

УДК 504.5:633.883:681.86

**Разанова А.М.**, аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища факультету агрономії та лісівництва  
Вінницький національний аграрний університет

### ВПЛИВ РІЗНОГО ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ НА НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У НАСІННІ РОЗТОРОПШІ ПЛЯМИСТОЇ (*Silybum marianum* L.)

*Вивчено вплив різного органічного удобрення на накопичення важких металів у насінні розторопші плямистої. Встановлено, що за удобрення розторопші плямистої органічними добривами підвищується коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію, цинку та міді у насінні, особливо за використання перегною та дефекату, порівняно менше за використання сидератів.*

**Ключові слова:** розторопша плямиста, насіння, важкі метали, органічні добрива.

**Постановка проблеми.** Розвинута господарська діяльність людства стала причиною надходження різноманітних поллютантів у навколишнє середовище, серед яких особливе місце займають важкі метали, що характеризуються високою токсичністю, рухливістю в природному середовищі та здатністю до нагромадження.

Забруднення ґрунтового покриву важкими металами пов'язане з наявністю різних джерел техногенних емісій поллютантів: промислові об'єкти гірничо-металургійного, хімічного, паливно-енергетичного комплексу, машинобудівельні підприємства, розгалужена транспортна система [2].

Свій внесок щодо надходження поллютантів вносить і сільське господарство через надмірне застосування високих доз мінеральних, органічних добрив та пестицидів, що містять домішки важких металів. Внесення у ґрунти токсикантів призводить до ґрунто-екологічних наслідків: спричиняє негативні зміни фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунту, погіршення умов життєдіяльності ґрунтової біоти, порушення нормального росту й розвитку культурних рослин аж до їх загибелі, що, врешті-решт, знижує рівень безпеки життєдіяльності самої людини [2, 4].

Вінниччина є досить великим аграрним регіоном з інтенсивним веденням сільськогосподарської діяльності, яка пов'язана з використанням великої кількості мінеральних та органічних добрив, пестицидів. Тому проблема вивчення токсичної дії та виведення важких металів стоїть особливо гостро.