

ОЦІНКА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ КАРТОПЛІ У ЗОНІ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Матвійчук¹ Н. Г., здобувач; Тимошук² О. А., к. с.-г. н.

¹Житомирський національний агроєкологічний університет

²БУ «Національний центр обліку викидів парникових газів»

Розвиток суспільства супроводжується зміною його свідомості, що проявляється у різних сферах діяльності людини. Такі зміни не минули і галузь сільського господарства.

Науково-технічний прогрес у країнах з високим рівнем хімізації сприяє розвитку альтернативного землеробства. Основними його завданнями є створення землеробства, не шкідливого для зовнішнього середовища, яке забезпечувало б людину і тварин біологічно повноцінними продуктами харчування; ведення землеробства на основі максимальних реутилізації і рециркуляції всіх відходів господарств; підвищення рентабельності господарства.

У останні роки все більшої популярності набувають біологічна та органічна системи землеробства, які впроваджуються перш за все для вирощування основних сільськогосподарських культур, зокрема картоплі. Основні їх переваги – це виробництво екологічно безпечної сільськогосподарської продукції, зниження забрудненості довкілля, збереження та підвищення родючості ґрунту. Проте, незважаючи на усі переваги сучасних систем землеробства, уникнути негативного впливу на клімат неможливо. До зміни клімату оброблювані ґрунти призводять перш за все внаслідок виділення нітроген (I) оксиду (N_2O).

Цей газ за звичайних умов є безбарвним, має солодкуватий запах, може підтримувати горіння та виявляє слабкі окисні і відновні властивості. N_2O продукується природним шляхом у ґрунтах внаслідок процесів нітрифікації та денітрифікації. Він є проміжним продуктом у послідовності реакцій денітрифікації та побічним продуктом нітрифікації, який виділяється мікробними клітинами до ґрунту і надходить до атмосфери. Одним із регулюючих факторів цих процесів є наявність неорганічного азоту у ґрунті.

Емісія N_2O у результаті антропогенних надходжень азоту або його мінералізації відбувається як безпосередньо з ґрунтів, до яких азот надходить із добривами, рослинними рештками тощо, так і опосередковано (внаслідок вимивання і вивітрювання азоту) [1, 2].

За обсягами споживання та поширеністю картопля займає одне з провідних місць в Україні. Вона використовується як універсальна культура для харчування людей, переробки на крохмаль,

спирт і як фураж у тваринництві. Ця культура має агротехнічне значення, зокрема є добрим попередником для ярих культур, а її ранні сорти – і для озимих [3].

Технологія вирощування картоплі передбачає застосування великих доз органічних та мінеральних добрив, що, враховуючи поширеність цієї культури в Україні, призводить до значних викидів нітроген (I) оксиду.

Метою наших досліджень була оцінка викидів парникових газів (N_2O) за різних систем удобрення картоплі в умовах Полісся України. Об'єктом дослідження були джерела надходження азоту до ґрунту, N_2O -продукуюча активність ґрунту та оцінка викидів нітроген (I) оксиду за різних систем удобрення картоплі сорту Беллароза.

Дослідження проводились у стаціонарному польовому досліді закладеному на дослідному полі Житомирського національного агроєкологічного університету.

Ґрунт – ясно-сірий опідзолений супіщаний на лесовидному суглинку. Шар ґрунту 0–20 см характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу – 1,3 %, реакція ґрунтового розчину середньокисла, сума увібраних основ і ступінь насичення основами ґрунту низькі й складають, відповідно, 1,80–2,07 мг-екв./100 г ґрунту та 46,5–53,2 %, вміст рухомих форм азоту та фосфору середній, калію – низький.

Основний ґрунтозахисний обробіток ґрунту під картоплю базувався на пожнивному розпушуванні важкими дисками або плоскорізом на глибину 10–12 см, після внесення добрив застосовувалося повторне дискування на 10–12 см та розпушування плоскорізом або чизелем на глибину 20–22 см. Як передпосівний обробіток використовували ранньовесняну та передпосадкову культивуацію з боронуванням на глибину 10–12 см. Після посадки–досходове та післясходове боронування, підгортання тощо. Попередник – конюшина.

Порівнювали наступні системи удобрення картоплі:

- біологічний контроль;
- органічна система (гній 50 т/га);
- органо-мінеральна система – 50 % органічних і 50 % мінеральних добрив (гній 25 т/га + $N_{25}P_{20}K_{35}$);
- органо-мінеральна система – 75 % органічних і 25 % мінеральних добрив (гній 37,5т/га + $N_{12,5}P_{10}K_{17,5}$);
- органічна система (сидерати – 12т/га);
- мінеральна система ($N_{50}P_{40}K_{70}$).

Визначення безпосередніх викидів N_2O здійснювали за допомогою рівняння 1 [2]:

$$N_2O_{\text{Прямі}} - N = N_2O - N_{N \text{ Надходження}} + N_2O_{OS} + N_2O_{PRP} \quad (1),$$

де: $N_2O_{\text{Прямі}} - N$ – річні прямі викиди $N_2O - N$ з орних ґрунтів, кг $N_2O - N$ /рік; $N_2O - N_{N \text{ Надходження}}$ – річні прямі викиди $N_2O - N$ внаслідок надходження азоту до орних ґрунтів, кг $N_2O - N$ /рік; $N_2O - N_{OS}$ – річні прямі викиди $N_2O - N$ з оброблюваних органічних ґрунтів, кг $N_2O - N$ /рік; $N_2O - N_{PRP}$ – річні прямі викиди $N_2O - N$ внаслідок надходження сечі та посліду до ґрунтів, на яких відбувається випас, кг $N_2O - N$ /рік.

Оскільки ґрунти, на яких виконувався дослід, не органічні і на них не здійснюється випас тварин, то надходження азоту як $N_2O - N_{OS}$ та $N_2O - N_{PRP}$ прирівнюється до нуля.

Для розрахунку річних прямих викидів $N_2O - N$ у результаті надходження азоту до орних ґрунтів використовували рівняння 2 [2]:

$$N_2O - N_{N \text{ Надходження}} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1 \quad (2),$$

де: $N_2O - N_{N \text{ Надходження}}$ – річні прямі викиди $N_2O - N$ внаслідок надходження азоту до орних ґрунтів, кг $N_2O - N$ /рік; F_{SN} – річна кількість азоту штучних добрив, внесених до ґрунту, кг N/рік; F_{ON} – річна кількість азоту гною, компосту, осаду стічних вод та інших органічних азотмістких домішок, внесених до ґрунту, кг N/рік; F_{CR} – річна кількість азоту у рослинних рештках (надземних та підземних), кг N/рік; F_{SOM} – річна кількість азоту у мінеральних ґрунтах, яка мінералізується у зв'язку із втратою ґрунтового вуглецю із ґрунтової органічної речовини у результаті змін у землекористуванні або управлінні, кг N/рік; EF_1 – коефіцієнт викидів для викидів N_2O від надходжень азоту, кг $N_2O - N$ / кг N, що надходить.

Кількість азоту, яка повертається до ґрунту з рослинними рештками розраховували за рівнянням 3 [4]:

$$F_{CR} = \sum_i \{ [(a_i \times P_i + b_i) + (c_i \times R_i + d_i)] \times f_{ai} \times (1 - \text{Frac}_{\text{removed}}) + (x_i \times R_i + y_i) \times f_{ri} \} \times S_i \quad (3),$$

де: F_{CR} – річна кількість азоту у рослинних рештках (надземних та підземних), кг N/рік; i – індекс виду сільськогосподарської культури; P_i – урожайність i -ої сільськогосподарської культури, кг/га; S_i – загальна зібрана площа під i -ою сільськогосподарською культурою, га; a_i та b_i – коефіцієнти регресії для побічної продукції i -ої сільськогосподарської культури; c_i та d_i – коефіцієнти регресії для поверхневих решток i -ої сільськогосподарської культури; x_i та y_i – коефіцієнти регресії для коренів i -ої сільськогосподарської культури; f_{ai} – частка азоту у масі побічної продукції та поверхневих решток i -ої сільськогосподарської

культури, відн. од.; f_{ii} – частка азоту у масі коренів i -ої сільськогосподарської культури, відн. од.; F_{Remove} – кількість надземних решток культури, яка вилучається для годівлі, підстилки та будівництва, кг N / кг N культури.

Окрім прямих викидів N_2O з орних ґрунтів, відбуваються також і непрямі (опосередковані) викиди – вивітрювання та вимивання. Викиди N_2O у результаті вивітрювання азоту розраховували за рівнянням 4 [2]:

$$N_2O_{(ATD)} - N = \left[(F_{SN} * Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM}) \right] \times EF_4 \quad (4),$$

$$N_2O_{(ATD)} = N_2O_{(ATD)} - N \times \frac{44}{28}$$

де: $N_2O_{(ATD)}-N$ – річна кількість N_2O-N , яка утворюється внаслідок осадження з атмосфери азоту, вивітреного з орних ґрунтів, кг N_2O-N / рік; F_{SN} – річна кількість азоту штучних добрив, внесених до ґрунту, кг N/рік; $Frac_{GASF}$ – частка азоту штучного добрива, яка вивітрюється як NH_3 та NO_x , кг вивітреного N / кг внесеного N; F_{ON} – річна кількість азоту гною, компосту, осаду стічних вод та інших органічних азотмістких домішок, внесених до ґрунтів, кг N/рік; F_{PRP} – річна кількість азоту сечі і посліду, залишених на пасовищі та у загоні тваринами, кг N / рік; $Frac_{GASM}$ – частка азоту внесених органічних азотних добрив (F_{ON}), а також азоту сечі та посліду, залишеного жуйними тваринами, (F_{PRP}), яка вивітрюється як NH_3 та NO_x , кг вивітреного N / кг внесеного N; EF_4 – коефіцієнт викидів для викидів N_2O у результаті осадження азоту з атмосфери на ґрунт та водойми, кг N- N_2O / кг вивітрених $NH_3-N + NO_x-N$.

Викиди N_2O у результаті вимивання та стоку азоту з орних ґрунтів розраховували за рівнянням 5 [2]:

$$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times Frac_{Leach-(H)} \times EF_5 \quad (5),$$

$$N_2O_{(L)} = N_2O_{(L)} - N \times \frac{44}{28}$$

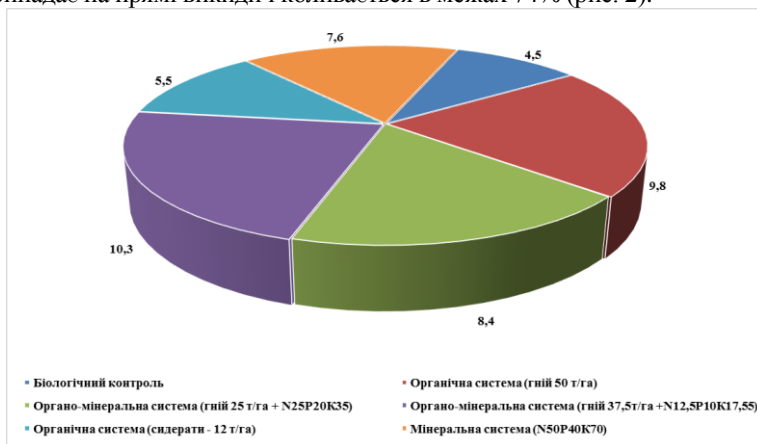
де: $N_2O_{(L)}-N$ – річна кількість N_2O-N , яка утворюється внаслідок вимивання і стоку азотних домішок до орних ґрунтів, кг N_2O-N / рік; F_{SN} – річна кількість азоту штучних добрив, внесених до ґрунту, кг N/рік; F_{ON} – річна кількість азоту гною, компосту, осаду стічних вод та інших органічних азотмістких домішок, внесених до ґрунтів, кг N/рік; F_{PRP} – річна кількість азоту сечі і посліду, залишених на пасовищі та у загоні жуйними тваринами, кг N / рік; F_{CR} – річна кількість азоту у рослинних рештках (надземних та підземних), кг N/рік; F_{SOM} – річна кількість азоту у мінеральних ґрунтах, яка мінералізується у зв'язку із втратою ґрунтового вуглецю із ґрунтової органічної речовини у результаті змін у землекористуванні або управлінні, кг N/рік;

$F_{\text{гас}}_{\text{LEACH-(H)}}$ – частка всього доданого до орних ґрунтів або мінералізованого у орних ґрунтах азоту, яка втрачається внаслідок вимивання і стоку, кг N / кг домішок N; EF_5 – коефіцієнт викидів для викидів N_2O у результаті вимивання і стоку азоту, кг N_2O -N / кг вимивасомого і стікаемого N.

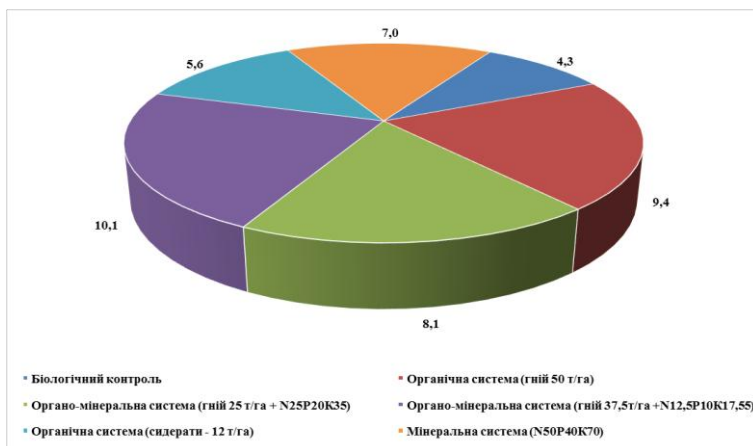
За результатами проведених досліджень нами встановлено, що вирощування сільськогосподарських культур, зокрема картоплі сорту Беллароза призводить до викидів парникових газів, а саме нітроген (I) оксиду. Оцінка різних варіантів системи удобрення картоплі виявила, що з одного гектара до атмосфери надходить від 4,2 до 10,3 кг N_2O у рік.

Встановлено, що до найбільшої емісії нітроген (I) оксиду призводить органо-мінеральна система (рис. 1), за якої вноситься 37,5 т/га гною та $N_{12,5}P_{10}K_{17,55}$. Їй за об'ємом викидів парникового газу дещо поступаються органічна система (гній 50 т/га), органо-мінеральна система (гній 25 т/га + $N_{25}P_{20}K_{35}$) та мінеральна система ($N_{50}P_{40}K_{70}$). Найменшими викидами N_2O характеризуються органічна система із застосуванням лише сидератів (12 т/га) і біологічний контроль.

Викиди N_2O з ґрунтів внаслідок вирощування картоплі складаються з наступних складових: власне безпосередніх викидів із ґрунту (прямі викиди) та опосередкованих викидів (вимивання з ґрунту і депонування до атмосфери). Найбільша частка емісії нітроген (I) оксиду припадає на прямі викиди і коливається в межах 74% (рис. 2).



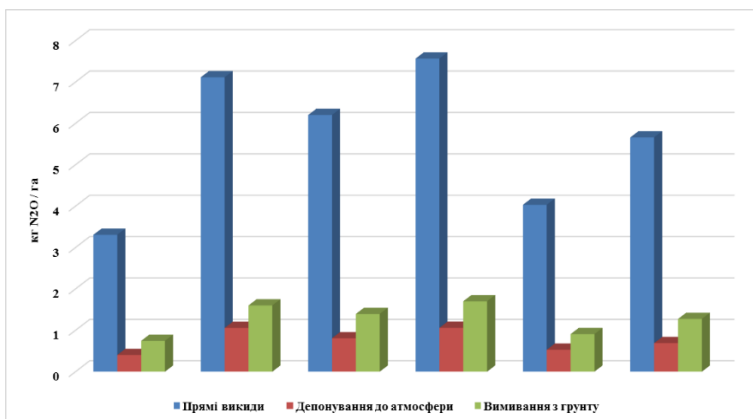
2012 р.



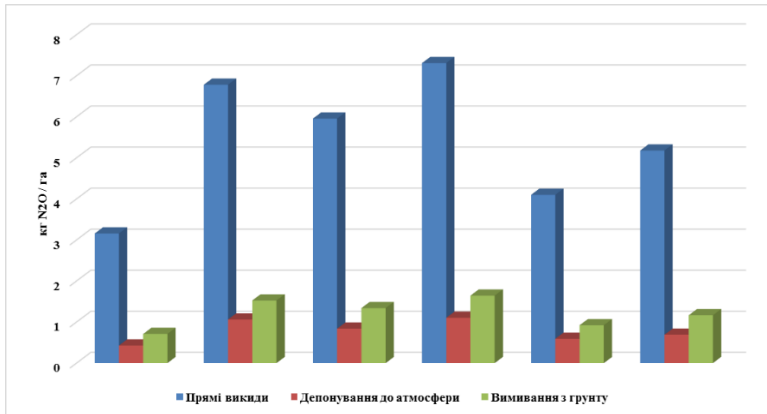
2013 р.

Рис. 1. Викиди нітроген (I) оксиду залежно від системи удобрення картоплі (кг N₂O / га).

Основним фактором, який визначає об'єми емісії парникового газу є кількість азоту (табл. 1), який надходить до ґрунту із мінеральними азотними та органічними добривами, сидератами, рослинними рештками тощо.



2012 р.



2013 р.

Рис. 2. Співвідношення прямих та опосередкованих викидів нітроген (I) оксиду залежно від системи удобрення картоплі (кг N₂O / га).

Слід зазначити, що у різних варіантах системи удобрення картоплі були різні джерела азоту.

Варто зазначити, що для усіх варіантів досліду як джерело азоту, який надходить до ґрунту, слугували рослинні рештки попередника (конюшина) та власне картоплі (у біологічному контролі – це єдине джерело азоту). Крім того, для органічних систем джерелом азоту слугувала внесена органічна речовина (гній та сидерати), для органо-мінеральних – органічна та мінеральна речовина (гній та NPK), а для мінеральної системи – лише мінеральна речовина (гній та NPK).

Таблиця 1

Кількість азоту, яка надходить до ґрунту за різних систем удобрення картоплі (кг N/га)

Система удобрення	2012 р.	2013 р.
Біологічний контроль	210,5	200,8
Органічна система (гній 50 т/га)	452,7	431,5
Органо-мінеральна система (гній – 25 т/га + N ₂₅ P ₂₀ K ₃₅)	394,7	379,1
Органо-мінеральна система (гній – 37,5 т/га + N _{12,5} P ₁₀ K _{17,55})	481,4	465,1
Органічна система (сидерати – 12 т/га)	256,6	260,9
Мінеральна система (N ₅₀ P ₄₀ K ₇₀)	360,2	329,5

Таким чином, найбільшими надходженнями азоту, а отже і викидами нітроген (I) оксиду, відзначаються органіно-мінеральні та органічні системи. Виключення становить органічна система із застосуванням 12 т/га сидератів, яка за цим показником поступається мінеральній системі.

Також, виявлена певна залежність між об'ємом викидів нітроген (I) оксиду та урожайністю попередника і основної культури (картоплі), оскільки вона визначає кількість рослинних решток (надземних і кореневих) та азоту, внесеного з ними до ґрунту.

Висновки

1. Основними складовими емісії N_2O з ґрунтів внаслідок вирощування картоплі є власне безпосередні викиди із ґрунту (прямі викиди) та опосередковані викиди (вимивання з ґрунту і депонування до атмосфери).

2. Найбільша частка емісії нітроген (I) оксиду припадає на прямі викиди і коливається в межах 74%.

3. До найбільшої емісії нітроген (I) оксиду призводить органіно-мінеральна система (гній – 37,5 т/га + $N_{12,5}P_{10}K_{17,55}$), за якої до атмосфери у 2012 році надійшло 10,3 кг N_2O /га, а у 2013 – 10,1 кг/га. Найменші викиди нітроген (I) оксиду спостерігаються у варіанті біологічного контролю – 4,5 і 4,3 кг N_2O /га у 2012 і 2013 рр. відповідно.

Література

1. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

2. Розробка методики розрахунку та визначення викидів закису азоту від сільськогосподарських ґрунтів: Заключний звіт про виконання II (другого) етапу науково-дослідної роботи. — ІТІ «Біотехніка» НААН — Одеса, 2013. — 169 с.

3. Агроекологічні основи вирощування картоплі / В. М. Положенець, М. С. Чернілевський, Л. В. Немерицька [та ін.]. — К.: Світ, 2008. — 196 с.

4. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции / Ф.И. Левин // Агрохимия. — 1977. — №8. — С. 36-42.