

УДК 630*161.15 : 630*114.354

ЦИКЛ ВУГЛЕЦЮ ТА АЗОТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ В ПОЛІССІ

А.О. Мельничук

кандидат сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Полісся НААН

М.Ю. Тараріко

аспірант

Інститут агроєкології і природокористування НААН

Наведено результати досліджень щодо впливу органічних і мінеральних добрив на продуктивність короткочасної зерно-просапної сівозміни, гумусний стан дерново-підзолистого ґрунту залежно як від кількості біомаси, що надходить у ґрунт, так і від співвідношення С:N. Установлено, що використання побічної продукції і сидерації на фоні $N_{50}P_{56}K_{69}$ позитивно впливає на гумусний стан ґрунту і зниження емісії CO_2 в атмосферу при практично однаковій продуктивності сівозміни з традиційною органомінеральною системою удобрення (10 т/га гною + $N_{50}P_{56}K_{69}$).

Ключові слова: вуглець, азот, сівозміна, ґрунт, цикл, система удобрення.

Азот і вуглець у формі молекулярного азоту і вуглекислого газу є одними з основних складових атмосфери Землі. Ґрунт разом із зеленими рослинами в процесі фотосинтезу є трансформатором і акумулятором сонячної енергії з наступним її перетворенням на хімічну енергію органічної речовини, що створює умови життя на планеті Земля [1]. Накопичений органічний вуглець у вигляді кореневих та післязбиральних решток, що надходить у ґрунт, за трансформувальної дії живої речовини ґрунту перетворюється на біогенні сполуки і більш стабільну органічну речовину — гумус, який визначає фізико-хімічні параметри. Отже, гумус є носієм та акумулятором сонячної енергії в ґрунтового середовищі. Створити оптимальні умови його накопичення в ґрунті можливо тільки при внесенні в нього достатньої кількості органічної речовини, що особливо характерно для дерново-підзолистих ґрунтів з оптимальним співвідношенням вуглецю до азоту С : N, яке, за Кудеяровим, перебуває в межах (30–40) : 1 [2]. Якщо таке співвідношення не дотримується, то при ширшому співвідношенні матимуть місце значні непродуктивні витрати вуглецю у вигляді CO_2 , а при вужчому — зниження вмісту азоту, який використовується з ґрунтовою мікрофлорою, що створює тимчасовий дефіцит азоту до рослин [3]. Отже, цикли вуглецю й азоту в ґрунті тісно пов'язані, що значно впливає на процеси гумусоутворення. Однак трансформація азоту і вуглецю в ґрунтах значно відрізняється. Азот у ґрунті при вивільненні з органічної речовини внаслідок мінералізації може швидко знову включатися

в біохімічні процеси, а вуглець при мінералізації в основному або втрачається у вигляді CO_2 в атмосферу і лише невелика його частина залишається в ґрунті, або при оптимальному співвідношенні С : N накопичується в ґрунті у вигляді гумусу.

Позитивний вплив гумусу на фізико-хімічні характеристики ґрунту насамперед пов'язаний з тим, що в ньому в органічній формі акумулюється 98 % запасів азоту, 60 — фосфору, 80 % сірки та мікроелементи, які містяться в органомінеральних комплексах і надійно захищені від вимивання [4].

У ґрунтах під природними ценозами процеси мінералізації й гуміфікації зрівноважені. В агроєкосистемах при недостатньому надходженні в ґрунт свіжої органічної речовини, яка компенсує мінералізаційні процеси та зниження співвідношення С : N до 25 : 1, відбуваються значні втрати родючості ґрунту, в тому числі гумусу, що супроводжуються емісією CO_2 в атмосферу.

У 1990–2011 рр. в агроєкосистемах України відбулося різке зменшення використання органічних добрив, а втрати гумусу за цей період внаслідок незбалансованого надходження в ґрунт органічної речовини, а також ерозійної деградації ґрунтів у середньому становили до 1,15 т/га за рік, що, безумовно, супроводжувалося втратами вуглецю у вигляді CO_2 .

Його концентрація в атмосфері за сторіччя збільшилася за різними джерелами, від 17 до 30 %, а продуктивність агроєкосистеми, для якої він є джерелом живлення, не збільшилася [5], що дуже небезпечно. Для біосфери

діоксид вуглецю в атмосфері майже на 90 % має ґрунтове походження [5]. Підвищення його концентрації в атмосфері призводить до потепління клімату, що супроводжується різким збільшенням кризових явищ, зокрема посух [6]. Так, якщо в Київській області посухи в минулому столітті спостерігались один раз на 100 років, то останнім часом вони повторюються кожні 10 років. Темпи зростання температури на території України вдвічі перевищують загальносвітові показники, які становлять 0,74 °С за останні 100 років [6, 7].

За висновками, ґрунтова органічна речовина досить динамічно реагує на зміни управління ґрунтовою родючістю. Отже, ґрунтове середовище може функціонувати як джерело емісії або депонування атмосферного вуглецю, який може відігравати важливу роль у секвестрації вуглецю, тобто зв'язування рослинами CO₂, і таким чином сприяти зменшенню парникового ефекту [8].

Науково обґрунтоване управління вуглецем в агроєкосистемах сприяє підвищенню протиерозійної стійкості ґрунту ерозії, забрудненню ґрунтових вод, поліпшенню якості повітря, зменшує формування здорового ґрунту і в результаті забезпечує вищу продуктивність агроєкосистем. Отже, якщо припинити тенденцію зниження вмісту вуглецю в ґрунті, то це забезпечить не тільки кращий контроль балансу світового вуглецю, й значно поліпшить умови існування людини [8].

Виходячи з усього цього, ми поставили за мету дослідити ефективність екологічно безпечних низьковуглецевих систем удобрення на основі сидерації, використання побічної продукції як добрива та оптимальних норм мінеральних добрив і їх вплив на урожайність

культур сівозміни, баланс органічної речовини, в тому числі гумусу, та порівняти з традиційною органомінеральною системою удобрення (гній + НРК).

Експериментальні дослідження виконувалися в стаціонарному досліді Інституту сільськогосподарства Полісся, закладеному в 2004 р. на дослідному полі с. Грозине Коростенського району Житомирської області. Дослідження проводилися в 4-пільній сівозміні: люпин — тритикале — картопля — овес. Ґрунт дерново-підзолистий супіщаний з вмістом гумусу 1,27 %, рухомого фосфору 84 мг/100 г ґрунту, обмінного калію 10,2 мг/100 г ґрунту, рН_{сол.} — 5,0, Нг — 2,25 мг/екв. на 100 г ґрунту.

Схему досліду дози добрив представлено в табл. 1. Кількість органічної речовини у вигляді побічної продукції, післязбиральних решток та коренів, що надходять у ґрунт, визначали за урожайними даними за рівнянням Левіна. Загальний гумус визначали за методикою Тюріна ГОСТ 26213-91. Зразки ґрунту для аналізу відбирали та готували згідно з ДСТУ 4287:2007 та ДСТУ 19011464:2007.

Порівняльний аналіз впливу систем удобрення на урожайність культур сівозміни показав, що при одинарній нормі мінеральних добрив на фоні гною та застосуванні як добрива побічної продукції, разом із сидерацією отримано практично однакову урожайність зерна люпину, вівса, а також картоплі. Тритикале краще реагував на пряму дію соломи люпину, ніж на післядію гною. При збільшенні норми мінеральних добрив на фоні гною простежувалася тенденція підвищення урожайності всіх культур сівозміни. У підсумку продуктивність сівозміни на цьому варіанті була на 6 % вищою, ніж на одинарній нормі мінеральних добрив.

Таблиця 1

Надходження в ґрунт рослинних решток та вуглецю залежно від систем удобрення

№ варіанта	Органічна речовина	Суха маса органічної речовини, т/га						C _{орг.} т/га
		Люпин	Тритикале	Картопля	Овес	Всього, т	т/га	
1	Без добрив (контроль)	2,91	2,22	1,90	2,54	9,57	2,39	0,96
2	Гній 10 т/га + N ₅₀ P ₅₆ K ₆₆	3,34	2,93	4,64	4,10	15,0	3,75	1,50
6	Солома + сидерат	6,07	4,21	7,76	8,44	26,5	6,62	2,65
8	Солома + сидерат + N ₅₀ P ₅₆ K ₆₆	6,60	5,72	12,45	10,22	35,0	8,75	3,50
11	Гній 10 т/га + N ₈₀ P ₈₂ K ₁₀₂	3,48	3,36	5,05	4,15	16,0	4,0	1,60

Побічна продукція + сидерат без мінеральних добрив забезпечували порівняно відносно невисоку продуктивність сівозміни порівняно з контролем (табл. 2).

Як було сказано, гумусний стан ґрунту визначається в основному кількістю органічної речовини, що надходить у нього з добривами та органічними рештками (див. табл. 1). Отже, від величини врожаю основної продукції залежить кількість надходження в ґрунт свіжої органічної речовини, в тому числі у вигляді коренів, післязбиральних решток та побічної продукції. Як показано в табл. 2, органічні і мінеральні добрива істотно підвищують як урожайність основної продукції, так і біомасу побічної продукції, в тому числі пожнивних решток та коренів. За органомінеральної системи удобрення, при внесенні на 1 га сівозмінної площі 10 т гною + N₅₀P₅₆K₆₆, утворилось органічної речовини на 39 % більше, а на фоні полуторної дози добрив — 63 % порівняно з контролем (без добрива). Заміна 10 т гною побічною продукцією і сидерацією разом з мінеральними добривами забезпечила збільшення надходження в ґрунт органічної речовини на 3,7 т/га.

При застосуванні на органічні добрива тільки побічної продукції і сидерації без мінеральних добрив було отримано невисоку урожайність основної продукції всіх культур сівозміни і, відповідно, надходження в ґрунт органічного вуглецю, яке було вищим відносно контролю лише на 18 %.

Гумусний стан ґрунту визначається не тільки кількістю органічної речовини, яка надходить у нього, а й її хімічним складом, а також системою удобрення і, зокрема, нормами азотних добрив.

При використанні на добриво побічної продукції та біомаси сидератів на фоні N₅₀P₅₆K₆₆ в ґрунт надійшла найбільша кількість органічної речовини із співвідношенням С : N, близьким до оптимального (31 : 1). Підвищення норм мінеральних добрив на фоні гною 10 т/га сприяло, порівняно з одинарною дозою, збільшенню надходження в ґрунт органічної речовини, однак супроводжувалося значним звуженням співвідношення С : N — 18 : 1 і, як наслідок, створення дефіциту азоту через його поглинання мікрофлорою ґрунту.

Таким чином, система удобрення значною мірою залежить від надходження в ґрунт кількості органічної речовини та співвідношення С : N, що визначає активність процесів гуміфікації в ґрунті. За одинарної норми мінеральних добрив, на фоні 10 т гною, запаси гумусу в шарі 0–40 см підвищились відносно контролю на 28, а за полуторної дози — на 33 %. Підвищення запасів гумусу на 37 % щодо контролю отри-

Таблиця 2

Урожайність культур та продуктивність сівозміни залежно від системи удобрення (2012–2014 рр.)

№ варіанта	Система удобрення	Урожайність культур сівозміни											
		Люпин		Тритикале		Картопля		Овес					
		т/га	± до контролю, %	т/га	± до контролю, %	т/га	± до контролю, %	т/га	± до контролю, %				
1	Без добрив	1,26	—	1,91	—	14,1	—	1,36	—				
2	Гній 10 т/га + N ₅₀ P ₅₆ K ₆₆	1,85	47	3,81	99	27,7	96	2,07	52				
6	Солома + сидерат	1,38	95	2,29	20	17,4	23	1,44	59				
8	Солома + сидерат + N ₅₀ P ₅₆ K ₆₆	1,81	44	4,15	117	26,1	89	2,22	63				
11	Гній 10 т/га + N ₈ P ₈₂ K ₁₀₂	2,04	62	4,21	120	27,5	95	2,30	69				

Таблиця 3

Гумусний стан та депонування вуглецю в ґрунт залежно від систем удобрення в сівозміні

№ варіанта	Система удобрення	Надходження вуглецю і азоту в ґрунт з добривами та рослинними рештками, кг/га		Запаси загального гумусу в шарі 0–40 см, т/га		Зв'язування атмосферного CO ₂ в ґрунті, т/га	
		С, т/га	N, з органічної речовини, кг/га	C : N	т/га		± до контролю т/га
1	Без добрив (контроль)	160	9,4	1:80	60,0	–	–
2	Гній 10 т/га + N ₅₀ P ₅₆ K ₆₆	250	113	1:20	76,7	16,70	28
6	Солома + сидерат	265	49	1:25	69,40	9,50	16
8	Солома + сидерат + N ₅₀ P ₅₆ K ₆₆	350	114	1:23	81,90	21,90	37
11	Гній 10 т/га + N ₈₀ P ₈₂ K ₁₀₂	260	140	1:18	79,50	19,50	33

мано при використанні побічної продукції разом із сидерацією на фоні мінеральних добрив N₅₀P₅₆K₆₆. На ділянці без мінеральних добрив побічна продукція разом із сидерацією внаслідок нижчої врожайності культур сівозміни та зеленого добрива в ґрунт надійшла невисока кількість органічної речовини і, відповідно, запаси гумусу в ґрунті підвищилися лише на 16 % порівняно з контролем.

Збільшення кількості утвореного гумусу сприяло зменшенню надходження в атмосферу вуглекислого газу (табл. 3). Використання соломи на добриво разом із сидерацією на фоні мінеральних добрив також сприяло зменшенню емісії CO₂ в атмосферу порівняно з традиційною системою удобрення.

ВИСНОВКИ

При дефіциті органічних добрив тваринного походження, збалансованого розвитку підтримання конкурентоспроможності агроєкосистем, врівноваженого балансу гумусу та зменшення емісії CO₂ в атмосферу на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся можна досягти при застосуванні як органічних добрив усієї побічної продукції сільськогосподарських культур та рослинних решток у поєднанні із сидерацією та невисокими нормами мінеральних добрив. Така технологія забезпечує оптимальний цикл вуглецю й азоту та створення низьковуглецевих екологічно збалансованих агроєкосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мовчан А.А. Влияние леса на окружающую среду / А.А. Мовчан. — М.: Наука, 1973. — 368 с.
2. Кудеяров В.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки / В.Н. Кудеяров, И.Н. Курганова // Почвоведение. — 2005. — № 9. — С. 1112–1122.
3. Канівець В.І. Життя ґрунту / В.І. Канівець. — К.: Аграрна наука, 2001. — 131 с.
4. Мазур Г.А. Роль гумусу в родючості та відтворення його вмісту / Г.А. Мазур // Вісн. аграрної науки. — 2000. — Вип. 3. — С. 12–16.
5. Яцик А.В. Экологические основы рационального водопользования / А.В. Яцик. — К.: Генеза, 1997. — 628 с.
6. Сайко В.Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні / В.Ф. Сайко // Зб. наук. пр. — К., — 2000. — Вип. 3. — С. 3–17.
7. Щербань І.М. Небезпечні агрометеорологічні явища в Україні / І.М. Щербань // Фізична географія та геоморфологія. — 2009. — Вип. 57. — С. 75–81.
8. Каплун А. Быть в гармонии с природой / А. Каплун // Эксклюзив Агро. — 2008. — № 1. — С. 23.