

## РОЗДІЛ 8 АГРОХІМІЯ І ҐРУНТОЗНАВСТВО

УДК 631.95:631.87

### ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА БАЛАНС ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У СІРОМУ ЛІСОВОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*В. Лопушняк<sup>1</sup>, д. с.-г. н., Т. Бортнік<sup>2</sup>, к. с.-г. н., М. Августинівич<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Львівський національний аграрний університет*

*<sup>2</sup>Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки*

*<sup>3</sup>Луцький біотехнічний інститут ПВНЗ «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая»*

**Постановка проблеми.** Найважливішими завданнями сучасної аграрної сфери є ефективне використання землі, впровадження нових прогресивних та екологічно безпечних технологій, які покликані створювати оптимальні умови у ґрунті для росту й розвитку культурних рослин.

У зв'язку з економічними реформами, які відбулися в Україні, переходом до ринкових відносин у сільському господарстві виникли проблеми щодо збереження та підвищення родючості ґрунтів [2]. Землеробство повернулося до екстенсивних методів формування врожаю сільськогосподарських культур, яке відбувалося за рахунок ґрунтових запасів поживних речовин, фіксації біологічного азоту та невеликої кількості елементів живлення, що надходили з добривами. Усе це призвело до значного виснаження ґрунту, стало гостро лімітуючим чинником в одержанні навіть середніх урожаїв [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підвищення біопродуктивності зернових культур, за висновками низки вчених [5; 6; 9; 13], до 7–10 т/га цілком можливе, навіть якщо азот і калій, винесені з ґрунту врожаєм, повертаються з добривами не повністю, а з певним дефіцитом, який за показниками азоту може становити близько 14 кг/га, калію – 21–22 кг/га. Дефіцит азоту можна компенсувати за рахунок несимбіотичних добрив азотфіксаторів, а калію – за рахунок недоступних запасів у ґрунті. Проте фосфор, винесений з врожаєм, слід повністю, і навіть з надлишком (110 %), повертати в ґрунт із добривами [1].

Важливість вивчення балансу поживних речовин особливо зросла в Україні в останні десятиріччя, що пов'язано зі зниженням росту виробництва та використання добрив. Розрахунок балансу дає змогу обґрунтованіше вибирати дози добрив для одержання запланованих урожаїв і регулювання родючості ґрунту [6; 8].

На сьогоднішній день збереження та відновлення родючості ґрунту неможливе без врахування мікробіологічних процесів, що відбуваються в ньому, добору і вмілої реалізації заходів, які регулюють їх активність. Тому використання азотфік-

уючих і фосформобілізуючих бактерій є ефективним агрозаходом, що сприяє поліпшенню живлення рослин [12].

Не менш важливе значення має застосування органічних добрив, компенсувати внесення яких мінеральними формами практично неможливо. Нагромаджений досвід виробництва свідчить, що застосування гумінових добрив під сільськогосподарські культури сприяє поліпшенню мінерального живлення рослин, покращанню агрохімічного складу ґрунту та одержанню екологічно безпечної продукції високої якості [4].

Науковою основою розробки моделей розширеного відтворення родючості ґрунтів насамперед є забезпечення позитивного балансу елементів живлення. Розрахунок балансу поживних речовин у ґрунті слід розглядати як найдієвіший контроль за станом його родючості. Баланс поживних речовин має сприяти не тільки зростанню врожайності та поліпшенню якості сільськогосподарських культур, а й прогресуючому підвищенню родючості ґрунту [5; 9; 13].

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень було з'ясування впливу екологічно безпечних технологій на баланс поживних речовин у сірому лісовому ґрунті Західного Лісостепу України.

**Методика досліджень.** Вплив різних технологій вирощування тритикале ярого на продуктивність та показники балансу основних елементів мінерального живлення досліджували впродовж 2012–2014 рр. в умовах фермерського господарства «Надбання» (с. Конохи Локачинського району Волинської області), яке розташоване в межах ґрунтово-кліматичної зони Західного Лісостепу України з переважанням сірих лісових ґрунтів, типових для цієї місцевості.

Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий легкосуглинковий. Досліди закладено за схемою: 1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3.  $N_{75}P_{50}K_{90}$ ; 4. Гумінові добрива, 10 т/га; 5. Гумінові добрива, 10 т/га +  $N_{50}P_{25}K_{60}$ ; 6. Azoter, 10 л/га +  $N_{40}$ ; 7. Гній, 5 т/га + Azoter, 10 л/га; 8. Гній, 5 т/га +  $N_{75}P_{50}K_{90}$  + Гумінові добрива, 5 т/га. Площа посівної ділянки – 40 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Повторність у дослідях триразова, розміщення варіантів систематичне. Гумінові добрива, які використовували в дослідях, виготовлені на основі сапропелю. До їх складу входять солі гумінових і фульвокислот (вуглець гумінових кислот – 0,24 %), основні елементи мінерального живлення (N – 30 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,05 %; K<sub>2</sub>O – 0,11 %), мікроелементи, вітаміни, амінокислоти та низка інших фізіологічно активних речовин.

Мікробіологічний препарат Azoter містить три види штамів бактерій: *Azotobacter croococcum* ( $1,54 \cdot 10^{10}$  КОЕ в 1 см<sup>3</sup>), яка бере участь у несимбіотичній фіксації азоту атмосфери; *Azospirillum Braziliense* ( $2,08 \cdot 10^9$  КОЕ в 1 см<sup>3</sup>) – рухлива бактерія, яка бере участь у несимбіотичній фіксації азоту атмосфери та витримує температури понад 30 °С; *Bacterium Megatherium* ( $1,58 \cdot 10^8$  КОЕ в 1 см<sup>3</sup>) – аеробна бактерія, яка перетворює важливі макробіогенні елементи ґрунту (наприклад P) і сприяє їх трансформації з нерозчинних форм у доступні форми для кореневої системи рослин.

У варіантах, де передбачали внесення мінеральних добрив, використовували під основний обробіток тритикале ярого аміачну селітру (д. р. 34% N), суперфосфат гранульований (д. р. 19% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) та калімагнезію (д. р. 29% K<sub>2</sub>O). Прямий

вплив добрив вивчали за вирощування двох сортів тритикале ярого Оберіг Харківський та Лосинівське селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України.

Агротехнологія вирощування загальноприйнята для зони Західного Лісостепу України і з успіхом апробована в господарстві. Лабораторно-аналітичні дослідження виконували в науково-дослідній лабораторії філії кафедри агрохімії та ґрунтознавства ЛНАУ при Поліській дослідній станції Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» та випробувальній лабораторії Волинської філії ДУ «Держґрунтохорона» (атестат акредитації №2Н245) відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025-2006 [7].

**Виклад основного матеріалу.** Розраховуючи баланс азоту, фосфору, калію за вирощування тритикале ярого в умовах досліді, до основних статей надходження елементів ми ввели: внесення мінеральних (аміачна селітра, суперфосфат, калімагnezія) і органічних добрив (ґній, ґумінове добриво); надходження елементів живлення з атмосферними опадами та посівним матеріалом; несимбіотичну та біологічну азотфіксацію азоту, а до статей витрат – винос поживних речовин врожаєм тритикале ярого, втрати їх за рахунок поверхневого і внутрішньоґрунтового стоку та денітрифікації. Розрахунки проводили за відповідними значеннями і коефіцієнтами, наведеними в довідково-методичній літературі [1; 5; 10; 11]. За результатами проведених розрахунків визначали баланс азоту, фосфору і калію як різницю між надходженням кількості елемента живлення та його виносом у перерахунку на гектар (табл. 1; 2).

Таблиця 1

Баланс поживних речовин у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті за вирощування тритикале ярого сорту Оберіг Харківський (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант	Стаття балансу, кг/га						Баланс, кг/га			Інтенсивність балансу, %		
	Надходження			Витрати								
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без добрив)	23,6	1,8	1,2	85,1	41,1	84,0	-61,5	39,3	-82,8	27,7	4,3	1,4
ґній, 15 т/га	100,1	18,3	38,7	94,0	42,6	93,1	+6,1	-24,3	-54,4	106,5	43,0	41,6
N <sub>75</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>	104,6	54,2	108,0	104,0	46,9	95,6	+0,6	+7,4	+12,4	100,6	115,7	113,0
ґумінове добриво, 10 т/га	94,4	26,6	54,0	101,8	49,6	101,1	-7,4	-23,0	-47,1	92,7	53,7	53,4
ґумінове добриво, 10 т/га + N <sub>50</sub> P <sub>25</sub> K <sub>60</sub>	144,4	51,6	114,0	137,5	65,3	132,5	+6,9	-13,7	-18,5	105,0	79,1	86,0
Азотер, 10 л/га + N <sub>40</sub>	189,6	4,2	18,0	142,1	68,2	138,2	+47,5	-64,0	-120,2	133,4	108,9	42,0
ґній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	175,1	9,7	30,5	179,1	89,2	180,2	-4,0	-79,5	-149,7	97,8	89,4	39,1
ґній, 5 т/га + N <sub>75</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + ґумінове добриво, 5 т/га	162,5	70,9	138,5	159,4	75,2	152,4	+3,1	-4,3	-13,9	101,9	94,3	90,9

Результати проведених розрахунків показали, що за вирощування тритикале ярого обох сортів (Оберіг Харківський та Лосинівське) тенденція щодо балансу основних елементів живлення аналогічна. За внесення повної норми мінеральних добрив (N<sub>75</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub>) спостерігали позитивний баланс за всіма трьома елементами

живлення. За вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський баланс азоту склав +0,6 кг/га, фосфору – +7,4 кг/га, калію – +12,4 кг/га, інтенсивність балансу – відповідно 100,6 %, 115,7 %, 113,0 %. Щодо сорту Лосинівське, то в цих варіантах баланс азоту склав +7,9 кг/га, фосфору – +9,6 кг/га, калію – +16,7 кг/га, а інтенсивність балансу за азотом становила 104,9 %, фосфором – 121,4 %, калієм – 118,3 %.

Таблиця 2

Баланс поживних речовин у сірому лісовому легкосуглинковому ґрунті за вирощування тритикале ярого сорту Лосинівське (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант	Стаття балансу, кг/га						Баланс, кг/га			Інтенсивність балансу, %		
	Надходження			Витрати			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O						
Контроль (без добрив)	23,6	1,8	1,2	84,1	40,5	83,0	-60,5	-38,7	-81,8	28,1	4,4	1,4
Гній, 15 т/га	100,1	18,3	38,7	92,2	44,7	91,3	+7,9	-26,4	-52,6	108,6	40,9	42,4
N <sub>75</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>	104,6	54,2	108,0	99,7	44,7	91,3	+4,9	+9,6	+16,7	104,9	121,4	118,3
Гумінове добриво, 10 т/га	94,4	26,6	54,0	104,3	50,9	103,6	-9,9	-24,3	-49,6	90,5	52,3	52,1
Гумінове добриво, 10 т/га + N <sub>50</sub> P <sub>25</sub> K <sub>60</sub>	144,4	51,6	114,0	133,7	63,4	128,7	+10,7	-11,8	-14,7	108,0	81,5	88,6
Азотер, 10 л/га + N <sub>40</sub>	189,6	4,2	18,0	136,5	65,3	132,5	+53,1	-61,1	-114,5	138,9	113,7	43,8
Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	175,1	9,7	30,5	176,4	87,8	177,4	-1,3	-78,1	-146,9	99,3	90,8	39,7
Гній, 5 т/га + N <sub>75</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub> + гумінове добриво, 5 т/га	162,5	70,9	138,5	158,4	74,7	151,4	+4,1	-3,8	-12,9	102,6	95,0	91,5

Додатний баланс азоту спостерігали у варіантах за внесення 15 т/га гною – +6,1 кг/га (сорт Оберіг Харківський) та +7,9 кг/га (сорт Лосинівське); 10 т/га гумінового добрива та N<sub>50</sub>P<sub>25</sub>K<sub>60</sub> – +6,9 кг/га та +10,7 кг/га; у варіанті з внесенням 5 т/га гною та гумінового добрива і N<sub>75</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub> – +3,1 кг/га та +4,1 кг/га за вирощування відповідного сорту тритикале. Інтенсивність балансу у варіантах коливалася в межах 100,6–108,0 %.

Найвищий показник позитивного балансу азоту зафіксовано за використання препарату Азотер на фоні 40 кг д. р. азотних добрив на 1 га: за вирощування сорту Оберіг Харківський – +47,5 кг/га (інтенсивність балансу – 133,4 %) та сорту Лосинівське – +53,1 кг/га (інтенсивність балансу – 138,9 %). Щодо калію та фосфору, то на всіх варіантах, за винятком того, де вносили мінеральні добрива (N<sub>75</sub>P<sub>50</sub>K<sub>90</sub>), спостерігали від’ємний його баланс. Найбільші від’ємні значення відмічено на варіанті за внесення мікробіологічного препарату Азотер – за фосфором -64,0 – -79,5 кг/га (Оберіг Харківський) та -61,1 – -78,1 кг/га (Лосинівське), за калієм: -120,2 – -149,7 кг/га (Оберіг Харківський) та -114,5 – -146,9 кг/га (Лосинів-

ське). У всіх інших варіантах перевищення статей втрат над статтями надходження склали за вирощування тритикале сорту Оберіг Харківський 4,3–39,3, сорту Лосинівське – 3,8–38,7 кг/га, а за вмістом калію – відповідно 13,9–82,8 та 12,9–81,8 кг/га.

**Висновки.** Внесення повної науково обґрунтованої норми мінеральних добрив забезпечує додатний баланс у ґрунті за основними елементами живлення (азот, фосфор, калій). Ефективним є також використання мікробіологічного препарату Азотер із N<sub>40</sub>, що сприяє додатковому інтенсивному нагромадженню в ґрунті азоту (до 47,5–53,1 кг/га). Це явище можна пояснити тим, що в результаті активізації життєдіяльності мікрофлори відбувається інтенсифікація процесів біологічної фіксації азоту мікроорганізмами.

Від’ємний баланс за фосфором та калієм за внесення гумінових добрив та мікробіологічного препарату Азотер можна пояснити декількома причинами: гумінові добрива містять невисокий вміст цих елементів (фосфор – 0,28 %, калій – 0,45 %) та винесенням елементів в результаті формування високих урожаїв зерна (до 6,78–6,89 т/га). Тому за використання біопрепаратів і гумінових добрив слід враховувати ці чинники й передбачити компенсацію винесених елементів мінерального живлення задля екологічної стабілізації ґрунтової системи.

#### Бібліографічний список

1. Афендулов К. П. Коротка характеристика кліматичних умов і ґрунтів Української РСР / К. П. Афендулов // Основи системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні. – К. : Урожай, 1971. – С. 4–46.
2. Безуглий М. Д. Сучасний стан реформування аграрно-промислового комплексу України / М. Д. Безуглий, М. В. Присяжнюк. – К. : Аграрна наука, 2012. – С. 47.
3. Берестецкий О. А. Биологические основы плодородия почв / [О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская, Л. М. Доросинский и др.]. – М. : Колос, 1984. – С. 287.
4. Гаврилюк В. А. Сапропель як ефективна та екологічно безпечна сировина для виготовлення добрив та препаратів / В. А. Гаврилюк, Т. П. Дідковська, А. М. Бортник // Агроекологічний журнал. – 2009. – № 6. – С. 90–92.
5. Дацько Л. В. Розрахунок балансу поживних речовин у землеробстві України / Л. В. Дацько // Посібник українського хлібороба. – 2009. – С. 65–68.
6. Ещенко В. Е. Баланс азота в полевих севооборотах / В. Е. Ещенко, А. В. Зоценко // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 6. – С. 6–8.
7. Загальні вимоги до випробувальних і калібрувальних лабораторій : ДСТУ ISO/IEC 17025-2006/ – [Чинний від 2007-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 32 с. – (Національні стандарти України).
8. Лопушняк В. І. Вплив різних рівнів мінерального живлення на формування біометричних показників колоса і продуктивності тритикале ярого в Західному Ліссостепу України / В. І. Лопушняк, М. Б. Августинівич // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб. – Львів ; Оброшине, 2015. – Вип. 57, ч. 2. – С. 144–151.
9. Манько Ю. П. Вплив екологізації землеробства на баланс поживних речовин ґрунту полі кукурудзи на зерно / Ю. П. Манько, І. В. Литвиненко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – Вип. 162, ч. 1. – С. 50–56.
10. Методические указания по определению баланса питательных веществ: азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. – М. : ЦИНАО, 2000. – 40 с.

11. Еволюція агрономічних властивостей ґрунтів в умовах інтенсифікації землеробства / Б. С. Носко, Б. С. Прістер, М. В. Лобода [та ін.] // Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. – К. : Урожай, 1994. – С. 95–120.
12. Патики В. П. Препарати азотфіксуючих бактерій та ефективність їхнього застосування / В. П. Патики // Біологічний азот : монографія / [за ред. В. П. Патики]. – К. : Світ, 2003. – С. 326–351.
13. Цюк О. А. Баланс поживних речовин у сівозміні / О. А. Цюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : серія агрономія. – 2010. – Вип. 149. – С. 139–145.

**Лопушняк В., Бортник Т., Августинович М. Вплив екологічно безпечних технологій на баланс поживних речовин у сірому лісовому ґрунті Західного Лісостепу України**

Викладено результати досліджень щодо впливу мікробіологічного препарату Azoter та гумінових добрив на баланс поживних речовин у сірому лісовому ґрунті в умовах Західного Лісостепу України. Аналіз розрахунків основних статей вказує, що за їх застосування в дефіциті є фосфор та калій. Тому обов'язковим є додаткове внесення фосфорних і калійних добрив, щоб забезпечити бездефіцитний баланс за всіма елементами живлення.

**Ключові слова:** гумінові добрива, мікробіологічний препарат Azoter, баланс поживних речовин, азот, фосфор, калій.

**Lopushnyak V., Bortnik T., Avgustunovych M. Effect of environmentally sound technologies in the balance of nutrients in the gray forest soil in Western Forest-Steppe of Ukraine**

The results of studies of the effect microbiological preparation Azoter and humic fertilizer on the nutrient balance in the gray forest soil in Western Forest-Steppe of Ukraine. Analysis of main articles indicates that their use is in short supply phosphorus and potassium. The results indicate about the introduction of phosphate and potash fertilizers, to ensure the sufficient balance on all elements of power.

**Key words:** humic fertilizers, microbiological preparation Azoter, balance of nutrients, nitrogen, phosphorus, potassium.

**Лопушняк В., Бортник Т., Августинович М. Влияние экологически безопасных технологий на баланс питательных веществ в серой лесной почве Западной Лесостепи Украины**

Изложены результаты исследований влияния микробиологического препарата Azoter и гуминовых удобрений на баланс питательных веществ в серой лесной почве в условиях Западной Лесостепи Украины. Анализ расчетов основных статей указывает, что при их использовании в дефиците фосфор и калий. Поэтому обязательным является дополнительное внесение фосфорных и калийных удобрений, чтобы обеспечить бездефицитный баланс по всем элементам питания.

**Ключевые слова:** гуминовые удобрения, микробиологический препарат Azoter, баланс питательных веществ, азот, фосфор, калий.