

УДК 632.1: 631.8; 631.454: 631.816

Г. М. Господаренко, доктор сільськогосподарських наук

О. Д. Черно, кандидат сільськогосподарських наук

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

БАЛАНС ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЗА ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ

Наведено результати досліджень, проведених у тривалому стаціонарному польовому досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому Правобережного Лісостепу України з вивчення впливу різних норм і систем удобрення, в тому числі біологічного спрямування, на баланс основних елементів живлення у польовій сівозміні. З'ясовано, що бездефіцитним по азоту і калію він складається за внесення $N_{135}P_{135}K_{135}$ фосфору – за внесення $N_{45-90}P_{45-90}K_{45-90}$ за мінеральної та гною $4,5-9,0$ т/га + $N_{22,5-45}P_{33,7-67,5}K_{18-36}$ за органо-мінеральної систем удобрення.

Ключові слова: система удобрення, чорнозем опідзолений, польова сівозміна, баланс елементів живлення, азот, фосфор, калій.

Аналіз балансу поживних речовин у землеробстві України свідчить, що в період інтенсивної хімізації землеробства (1980-ті роки) було досягнуто його рівноважного стану. Натомість, наприкінці 1990-х років баланс поживних речовин був від'ємними і становив 77 кг/га, а інтенсивність його склала лише 40 %. На сьогоднішній день в результаті збільшення вносу поживних речовин врожаєм сільськогосподарських культур дефіцит їх зріс удвічі та досяг понад 135 кг на гектар. Розрахунки показують, що всіма сільськогосподарськими культурами вилучено 3 млн тонн поживних речовин, а дефіцит склав 2,3 млн т із вартістю 5 млрд. грн [1].

Незважаючи на те, що в різні часи розрахункам балансу елементів живлення в землеробстві було присвячено значну кількість робіт [2–5], у яких висвітлювались питання ємності і структури балансу поживних речовин, проте більшість їх спрямовано на його аналіз без достатньо глибокого вивчення післядії добрив. Однак, будь-які добрива характеризуються не лише прямою дією на ту чи іншу культуру, але й виявляють тривалу післядію на решту культур сівозміни, а також поживний режим ґрунту. У цьому аспекті особливу цінність мають результати, отримані в тривалих стаціонарних досліді із різними рівнями удобрення в сівозміні, в яких враховуються статті балансу й особливості поведінки біофільних елементів. Ці дані є однією з головних складових теорії застосування добрив і необхідні для прогнозування родючості ґрунту, розрахунку доз добрив під раціональний рівень врожаю, який забезпечить окупність туків і необхідні темпи підвищення вмісту в ґрунті рухомих сполук елементів живлення та допустимий вплив на навколишнє природне середовище.

Тому вивчення питання балансу поживних речовин у польовій сівозміні з урахуванням тривалого внесення різних видів і норм добрив є актуальним. Цьому питанню й присвячені наші дослідження, які дають загальне уявлення щодо балансу основних елементів живлення у системі «рослина–добриво» залежно від їхнього навантаження в польовій сівозміні.

Мета досліджень. Вивчити вплив різних доз і систем удобрення за тривалого застосування на чор-

ноземі опідзоленому важкосуглинковому в польовій сівозміні на формування балансу основних елементів живлення.

Дослідження проводились у тривалому (з 1964 р.) стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва в 10-пільній польовій сівозміні з таким чергуванням культур: конюшина, пшениця озима, буряк цукровий, кукурудза, горох, пшениця озима, кукурудза на силос (в I, II ротації – картопля), пшениця озима, буряк цукровий, ячмінь ярий. Схема досліді включала варіанти з мінеральною, органічною та органо-мінеральною системами удобрення при застосуванні одинарної, подвійної та потрійної норм добрив, диференційовано під кожен культуру сівозміни. Коригування доз добрив від ротації до ротації проводили з метою збільшення інформативності досліді без істотної зміни суті варіантів. Варіант досліді – насиченість добривами 1 га площі сівозміни. Площа облікової ділянки 100 м², посівної – 170 м², повторність досліді триразова.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Перед закладанням досліді ґрунт мав такі агрохімічні показники: вміст гумусу за Тюрнімом – 3,31%, P₂O₅ (за Труогом) – 130 мг/кг, K₂O (за Бровкіною) – 100 мг/кг, гідролітична кислотність – 3,12 смоль/кг ґрунту, сума вбирних основ – 24 смоль/кг, ступінь насичення ґрунту основами – 88 % в 0–20 см шарі ґрунту.

Баланс основних елементів живлення в ґрунті обчислювали за різницею між кількістю внесених у ґрунт із добривами та виносом урожаєм товарної і нетоварної продукції сільськогосподарських культур.

Результати досліджень. Потреба рослин у елементах живлення характеризується величиною їх господарського вносу, тобто відчуженням тієї їх частини, яка міститься в товарній продукції і вивозиться з поля під час збирання врожаю. Вивчення розмірів господарського вносу дає уяву про направленість ґрунтових процесів – підвищення чи зниження родючості ґрунту, потребу забезпечення культур в удобренні.

Розрахунки показують, що господарський винос – величина непостійна і обумовлюється рів-

нем урожайності та вмістом елементів живлення в одержаній продукції. При цьому винос поживних речовин зростає зі збільшенням урожайності, але прямої залежності між величиною урожайності і розміром виносу (наприклад, калію) досить часто не спостерігалось. Так, урожайність пшениці озимої, що розміщувалася після конюшини в кінці п'ятої ротації сівозміни при застосуванні потрібної дози добрив за орґано-мінеральної системи збільшилась в 1,52 раза, а господарський винос азоту в 2,07, фосфору – 1,79, калію – 1,94 раза порівняно з контролем (без добрив).

Потреба рослин в елементах живлення обумовлена біологічними особливостями культури і накопиченням ними органічної маси. Основними чинниками, що впливають на винос поживних речовин, є тип ґрунту, величина врожаю, вміст елементів живлення [6–8]. Культури польової сівозміни виносять з ґрунту різну кількість поживних речовин. Оскільки відчуження поживних речовин урожаєм також залежало від агроекологічних умов вирощування рослин і сортових особливостей, то порядок розміщення окремих культур за величиною його виносу в окремі ротації не завжди був ідентичним. У середньому ж за 50 років послідовність культур сівозміни за господарським виносом азоту була така: кукурудза > пшениця озима > кукурудза на силос > буряк цукровий > горох > ячмінь ярий > конюшина > картопля. З підвищенням насиченості сівозміни добривами винос азоту врожаєм збільшувався, що свідчить про необхідність підвищення доз азотних добрив в умовах Правобережного Лісостепу. Отже, із збільшенням доз добрив винос поживних речовин рослинами зростає, іноді більшими темпами, ніж продуктивність сільськогосподарських культур.

Рухомого фосфору культури сівозміни з урожаєм виносять в 2–3 рази менше, ніж азоту. При цьому великої різниці між культурами не спостерігалось. Найменше фосфору виносять картопля та конюшина. Послідовність культур сівозміни за господарським виносом фосфору можна розмістити у такому порядку: кукурудза > буряк цукровий > пшениця озима > ячмінь ярий > горох > кукурудза на силос > картопля > конюшина.

Найбільша різниця між культурами спостерігалась за господарським виносом калію, а найменший його винос, залежно від доз та систем удобрення, відмічений у конюшини, найбільший – у кукурудзи на силос. Послідовність культур за господарським виносом калію була такою: кукурудза на силос > кукурудза > буряк цукровий > пшениця озима > ячмінь ярий > горох > картопля > конюшина.

Установлено, що сумарно за 50 років культури сівозміни у варіанті досліду без добрив вивели з 1 га азоту 3452 кг, P_2O_5 – 1345, K_2O – 3823 кг (табл. 1). Залежно від системи і рівня застосування добрив у польовій сівозміні середньорічне відчуження азоту становить 94–144 кг/га, P_2O_5 – 34–49 та K_2O – 96–125 кг/га.

Внесення низьких доз добрив за мінеральної, органічної та орґано-мінеральної системи удобрення збільшувало сумарний винос поживних речовин усі-

ма культурами сівозміни: на 31–46 % азоту, 20–27 % фосфору і 28–32% – калію. При використанні середніх доз добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – винос азоту збільшився в 1,58–1,82 раза, фосфору – 1,35–1,54, калію – в 1,44–1,53 раза. Аналогічна закономірність спостерігалась і за застосування високих доз добрив ($N_{135}P_{135}K_{135}$). Невелика різниця у виносах поживних речовин у відношенні до другого і третього рівня удобрення за мінеральної та орґано-мінеральної системи удобрення пов'язана з коректуванням доз добрив, що мало місце після закінчення другої ротації сівозміни.

Вважається, що в системі удобрення, залежно від забезпечення ґрунту елементами живлення, допускається дефіцит щодо азоту, який може становити до 20%, калію – до 30%, а поповнення фосфором має бути бездефіцитним [7].

Одержані результати показали, що після проходження п'яти ротацій сівозміни баланс елементів живлення складався нерівномірно і значною мірою залежав від рівня надходження їх із мінеральними та органічними добривами і виносу з урожаєм. За внесення різних доз добрив він був з дефіцитом, особливо значним по азоту і калію. Дефіцит азоту складав від 37 до 2696 кг, P_2O_5 – 116 – 484, K_2O – від 283–2703 кг залежно від варіанта удобрення.

Бездефіцитний баланс азоту було одержано лише за третього рівня мінеральної системи удобрення, при цьому за орґано-мінеральної системи цього ж рівня баланс азоту мав допустимий дефіцит.

Бездефіцитний баланс фосфору одержано за внесення всіх доз добрив за мінеральної та орґано-мінеральної систем удобрення. При цьому навіть при застосуванні низьких доз інтенсивність балансу була в межах рекомендованої (132–134%). За органічної системи удобрення (9 та 13,5 т/га гною) баланс фосфору був від'ємним, а при середньорічному застосуванні 18 т/га гною інтенсивність балансу становила лише 101%. За мінеральної та орґано-мінеральної систем удобрення внесення високих доз добрив ($N_{135}P_{135}K_{135}$) впродовж тривалого часу створює умови для накопичення рухомих сполук фосфору у ґрунті.

У зв'язку з інтенсивним виносом урожаєм сільськогосподарських культур та переходом калію з обмінних форм у необмінні підвищення його вмісту в ґрунті у сівозмінах Лісостепу є досить проблематичним [8, 9]. При застосуванні одинарних доз добрив за всіх систем удобрення баланс калію був від'ємним. За подвійної дози добрив дефіцит балансу калію був у межах допустимих величин. При застосуванні потрібної дози добрив баланс калію був бездефіцитним лише за мінеральної та орґано-мінеральної систем удобрення. За третього рівня органічної системи він був на рівні допустимого дефіциту. Інтенсивність балансу калію за внесення добрив залежно від системи удобрення і доз внесених добрив становила за мінеральної системи 46–107%, органічної – 56 – 83 та орґано-мінеральної – 45–114 %.

Висновки. Визначення балансу азоту після проходження п'яти ротацій польової сівозміни показує, що бездефіцитним він складається за максимальної дози мінеральних добрив ($N_{135}P_{135}K_{135}$), що свідчить

Баланс основних елементів живлення та його інтенсивність за 50-річного застосування добрив у польовій сівозміні, кг/га

Система та рівень удобрення	Елемент живлення	Стаття балансу			
		Внесено з добривами	Винесено врожайми культур	Баланс	Інтенсивність балансу, %
Без добрив (контроль)	N	0	3452	-3452	–
	P ₂ O ₅	0	1345	-1345	–
	K ₂ O	0	3823	-3823	–
Мінеральна 1	N	2250	4541	-2291	50
	P ₂ O ₅	2250	1614	636	139
	K ₂ O	2250	4925	-2675	46
Мінеральна 2	N	5400	5614	-214	96
	P ₂ O ₅	5400	1963	3437	275
	K ₂ O	5400	5683	-283	95
Мінеральна 3	N	6750	6368	382	106
	P ₂ O ₅	6750	2301	4449	293
	K ₂ O	6750	6291	459	107
Органічна 1	N	2250	4426	-2176	51
	P ₂ O ₅	1125	1609	-484	70
	K ₂ O	2700	4803	-2103	56
Органічна 1,5	N	3375	5304	-1929	64
	P ₂ O ₅	1688	1804	-116	94
	K ₂ O	4050	5386	-1336	75
Органічна 2	N	4050	5933	-1883	68
	P ₂ O ₅	2025	2014	11	101
	K ₂ O	4860	5824	-964	83
Органо-мінеральна 1	N	2250	4946	-2696	45
	P ₂ O ₅	2250	1701	549	132
	K ₂ O	2250	4953	-2703	45
Органо-мінеральна 2	N	5400	6085	-685	89
	P ₂ O ₅	5400	2032	3368	266
	K ₂ O	5400	5689	-289	95
Органо-мінеральна 3	N	5535	6787	-1252	82
	P ₂ O ₅	5535	2313	3222	239
	K ₂ O	5535	5935	-400	93

про можливість непродуктивних втрат внаслідок його вимивання в нижчі шари ґрунту.

Систематичне застосування добрив створює умови для формування бездефіцитного балансу фосфору в ґрунті у всіх варіантах удобрення за винятком внесення в ґрунт одинарних і подвійних доз гною (9 та 13,5 т), а за високих доз добрив за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення – створення умов для досягнення верхньої межі оптимального вмісту рухомих фосфатів.

Позитивний баланс калію забезпечується за умови високих доз його внесення з добривами (135 кг/га). При застосуванні середніх доз калію (90 кг/га) його баланс мав допустимий дефіцит.

Література

1. Бенцаровський Д. М. Сучасний стан родючості ґрунтів і майбутній урожай / Д. М. Бенцаровський, О. С. Щербатенко, Л. В. Дацько, О. Г. Дзюба, М. Л. Нікітюк / *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. Випуск до VII з'їзду УТГА. Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного.* Харків, 2006. – Кн. 3. – С. 6–7.
2. Григорьев В. Я. Баланс питательных веществ в земледелии Лесостепи Украинской ССР / В. Я. Григорьев, В. М. Цюпа, С. П. Шередеко // *Агрохимия.* – 1980. – N7. – С. 39–43.
3. Кулаковская Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т. Н. Кулаковская / М.: *Агропромиздат*, 1990. – 219 с.
4. Загорча К. Л. Оптимизация системы удобрений в полевых севооборотах / К. Л. Загорча / Кишинев. – Штиинца, 1990. – 288 с.
5. Ивойлов А. В. Вынос азота, фосфора, калия и кальция культурами зернопропашного севооборота / А. В. Ивойлов, И. А. Шильников, А. А. Щелкунова // *Агрохимия.* – 1990. – N1. – С. 26–32.
6. Дегодюк С. Е. Баланс поживних речовин за тривалого застосування добрив у зернопропашній сівозміні / С. Е. Дегодюк, О. А. Літвінова, А. В. Кириченко // *Вісник аграрної науки.* – 2014. – №7 (737) – С. 16–19.
7. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив / Г. М. Господаренко / К.: ЗАТ “Нічлава”, 2002. – 344 с.
8. Черно О. Д. Вынос калия культурами полевой сівозміни та його баланс за 40-річного застосування добрив / О. Д. Черно, І. В. Прокопчук, О. Ю. Стасіневич / *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА. Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного.* Харків, 2006. – Кн. 3. – С. 152–155.
9. Геркіял О. М. Продуктивність культур і баланс поживних речовин в зерно-буяковій сівозміні на чорноземі опідзоленому після 30-річного застосування добрив / О. М. Геркіял, О. Д. Черно, І. С. Кравець // *Вісник аграрної науки.* – Вересень 1999. – С. 21–24.

Господаренко Г. М., Черно О. Д.

Баланс основных элементов питания при длительном применении удобрений

Приведены результаты исследований, проведенных в длительном стационарном полевом опыте кафедры агрохимии и почвоведения на черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом Правобережной Лесостепи Украины, по изучению влияния различных доз и систем удобрений, в том числе биологического направления, на баланс основных элементов питания в полевом севообороте. Выяснено, что бездефицитным по азоту и калию он является при внесении $N_{135}P_{135}K_{135}$ фосфора – при внесении $N_{45-90}P_{45-90}K_{45-90}$ в минеральной и навоз $4,5-9,0 \text{ т/га} + N_{22,5-45}P_{33,7-67,5}K_{18-36}$ в органо-минеральной системах удобрения.

Ключевые слова: система удобрения, чернозем оподзоленный, полевой севооборот, баланс элементов питания, азот, фосфор, калий.

Hospodarenko G. M., Cherny O. D.

Balance of basic nutrients at the long-term application of fertilizers

The results of studies conducted in long-term stationary field experiments Department of Agricultural Chemistry and Soil Science at podzolic heavy clayloam chernozem of Right-Bank Forest-Steppe Ukraine on the effect of different rates of fertilizer and systems including the biological balance in the direction of the main nutrients in crop rotation. It was found that the deficit-free nitrogen and potassium balance was at application of $N_{135}P_{135}K_{135}$ phosphorus – $N_{45-90}P_{45-90}K_{45-90}$ on mineral and manure $4,5-9,0 \text{ m/za} + N_{22,5-45}P_{33,7-67,5}K_{18-36}$ of organo-mineral fertilizer systems.

Key words: system of fertilizer, podzolic chernozem, field crop rotation, balance of nutrients, nitrogen, phosphorus, potassium.

Рецензенти

Літвінов Д. В. – д. с.-г. н.

Дегодюк С. Е. – к. с.-г. н.

Стаття надійшла до редакції 02.06.2015 р.