

УДК 633.63:631.582
© 2012

Я.П. Цвей,
доктор сільсько-
господарських наук

В.В. Іваніна,
кандидат сільсько-
господарських наук

Ю.М. Цебро

Інститут
біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН

О.Т. Петрова,

А.Ф. Одреховський,

Ю.П. Дубовий,
кандидати с.-г. наук

С.М. Климчук

Білоцерківська дослідно-
селекційна станція Інституту
біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН

БАЛАНС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ЗЕРНО-БУРЯКОВІЙ СІВОЗМІНІ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

Висвітлено стан балансу елементів живлення в бурякових сівозмінах за різних систем їх удобрення по завершенні періоду трьох ротацій. Збільшення сівозмінної норми мінеральних добрив удвічі до $N_{100}P_{132}K_{132}$ на 1 га ріллі по фоні гною через 10 років їх застосування забезпечило позитивний баланс азоту (+12 кг/га), фосфору (+108 кг/га) та калію (+70 кг/га).

Вивчення кругообігу балансу поживних речовин у системі ґрунт — рослина в окремих дослідках і загалом у землеробстві має велике наукове значення. Ємність біологічного кругообігу елементів живлення між ґрунтом і рослинами може бути одним із основних напрямів підвищення ефективної родючості ґрунту. Показники балансу елементів живлення у сівозміні визначають ступінь інтенсифікації і культури землеробства, можуть слугувати науковим підґрунтям для складання раціональної системи удобрення і є запорукою для розрахунку екологічно збалансованої потреби в мінеральних добривах. Результати балансу дають змогу створенням оптимального набору і співвідношення культур, формуванням структури посівних площ, унесенням оптимальних доз та співвідношень мінеральних добрив активно коригувати біологічний кругообіг елементів живлення в системі ґрунт — рослина [1–5].

Баланс азоту, фосфору і калію в сівозмінах дає змогу простежити динаміку та кругообіг речовин, провести математичний аналіз, дати агро-екологічну оцінку цим процесам, що допомагає активно управляти процесом родючості ґрунту, планувати врожайність культур та продуктивність сівозмін на засадах сталого землеробства. Показники інтенсивності балансу дають можливість провести агроекономічну оцінку впливу добрив залежно від агрокліматичних умов зони вирощування культур та структурно-го складу сівозмін [6].

Мета досліджень — вивчити й обґрунтувати формування балансу поживних речовин в зерно-бурякових сівозмінах залежно від системи їх удобрення.

Методика досліджень. Баланс основних елементів живлення вивчали впродовж 3-х ротацій 10-пільних бурякових сівозмін у багатofакторному стаціонарному досліді Білоцерківського відділення Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, започаткованому в 1973 р.

Визначаючи баланс азоту, фосфору та калію у прибутковій частині, враховували їх надходження з добривами (мінеральними, гноєм, соломою замість гною, заорваною іншою побічною продукцією), насінням, опадами внаслідок симбіотичної азотфіксації бульбочковими мікроорганізмами бобових (конюшина в I і II ротаціях, горох).

У витратній частині балансу головними статтями виносу елементів живлення були: винос абсолютно сухою масою врожаїв культур сівозмін, газоподібні втрати азоту з внесених добрив, вимивання азоту за межі орного шару ґрунту. Для розрахунку виносу щорічно визначали вміст елементів живлення в основній і побічній продукції (після мокрого озолення сірчаною кислотою з перекисом водню визначали: азот — з реактивом Несслера, фосфор — колориметрично, калій — на полум'яному фотометрі). Кількість азоту, симбіотично фіксованого кореневою системою бобових культур,

розраховували з огляду на загальну кількість його в кореневих рештках — за показником — 70% для конюшини, 50% — для гороху (у I ротації).

Газоподібні втрати азоту із внесених у ґрунт добрив бралися на рівні 10% у I та II ротаціях і 15% — у III ротації; вміст загального азоту у складі гною становив 0,35% у III ротації (проти 0,33% у I та II ротаціях), валових запасів фосфору і калію у ґрунті відповідно — 0,24 та 0,58%. У розрахунках балансу враховували надходження азоту (переважно в аміачній формі) та калію з опадами, що становило в середньому за ротацію 70 і 60 кг/га відповідно, фосфору в опадах не знайдено.

Ґрунти дослідного поля — чорноземи типові глибокі малогумусні крупнопилуватосередньота легкосуглинкові із вмістом у шарі 0–30 см гумусу 3,6–4,1%, рухомих фосфору і калію (за Чириковим) відповідно 13–15 і 5–7 мг/100 г ґрунту, азоту лужногідролізованого (за Корнфілдом) 12–14 мг/100 г ґрунту.

Сівозміни, в яких вивчали баланс елементів живлення, різнилися за структурою. Плодозмінна сівозміна мала 30% цукрових буряків, 50% зернових, 20% кормових культур; просапна — 30% цукрових буряків, 40% зернових, 30% кормових; зернопросапна — в I ротації мала 10% цукрових буряків, у II і III ротаціях — 20%, зернових відповідно до ротацій — 80 і 70%, кормових — 10%. Обробіток ґрунту різноглибинний комбінований: глибока оранка на 28–30 см під цукрові буряки, 20–25 см під кормові, мілкий обробіток під зернові (12–15 см).

Результати досліджень. Проведені дослідження за 2 ротації сівозмін стаціонару показали, що баланс елементів живлення в умовах нестійкого зволоження зони Лісостепу України найбільше змінювався під впливом добрив.

Без застосування добрив у сівозмінах різної структури баланс елементів живлення був негативний (табл. 1). Найбільше відчуження з ґрунту спостерігалось калію та азоту, найменше — фосфору. Внесення добрив значною мірою компенсувало внос цих елементів з ґрунту. Високий рівень забезпечення сівозмін мінеральними добривами сприяв стабілізації балансу елементів живлення у ґрунті за рахунок зростання компенсаційної складової їх надходження.

У III ротації сівозмін за внесення добрив спостерігалось зростання вносу азоту з урожаєм культур. Так, у плодозмінній сівозміні за внесення на 1 га рілл 9 т гною і $N_{50}P_{66}K_{66}$ порівняно з варіантом без унесення добрив внос азоту збільшився відносно I ротації з 72 до 109%, фосфору — з 81 до 130, калію — з 85 до 109%, що спричинило його негативний баланс у ґрун-

ті. Щодо фосфору, якого виноситься у 2–2,5 раза менше, ніж азоту і калію, у III ротації зберігався позитивний баланс.

Запроваджуваною системою удобрення культур за ротацію сівозміни передбачено зменшену майже на третину норму внесення азотних добрив порівняно з фосфорними і калійними — $N_{500}P_{660}K_{660}$. Водночас насичення сівозміни цукровими буряками, яким притаманний високий внос азоту, сортозміна озимої пшениці на більш високоврожайні сорти з вмістом азоту в зерні до 2–2,2% (у I і II ротаціях 1,7–1,9%), запровадження нових високоврожайних гібридів кукурудзи зумовили збільшення основної складової витрат азоту порівняно з його надходженням, що в результаті призвело до зростання від'ємного сальдо балансу азоту від –22 у I до –33 у II та –45 кг/га у III ротаціях. Аналогічна тенденція спостерігалась у просапній сівозміні, де за тієї самої норми удобрення від'ємне сальдо балансу азоту погіршилося від –25 до –46 кг/га відповідно I і III ротації. Щодо зернопросапної сівозміни, то від'ємне сальдо балансу азоту зросло від –31 у II ротації до –42 кг/га — у III. У I ротації зернопросапної сівозміни баланс азоту був на рівні –13 кг/га, що пояснюється низькою часткою цукрових буряків у структурі сівозміни (лише 10%) та високою часткою зернових культур (80%).

Баланс фосфору в цих різних за структурою сівозмінах з однаковим фоном удобрення був додатним за всі ротації і перебував на рівні 30–41 кг/га.

У просапній сівозміні збільшення вносу елементів живлення за внесення добрив порівняно з контролем спостерігалось щодо азоту з 83 до 107%, фосфору — з 79 до 117% і калію — з 88 до 111%. У зернопросапній сівозміні відчуження азоту відповідно зросло щодо азоту з 67 до 109%, фосфору — з 79 до 95%, калію — з 94 до 133%. Збільшення вносу калію у III ротації усіх сівозмін зумовило зміну бездефіцитного балансу калію у II ротації до від'ємного сальдо балансу у III ротації відповідно: –15 кг/га у плодозмінній, –10 — у просапній, –9 — у зернопросапній сівозмінах.

На чорноземних ґрунтах особливої уваги потребують питання оптимізації фосфорного живлення. З цієї метою в зернопросапній сівозміні передбачалося вивчення балансу цього елементу за зменшення удвічі норми мінерального фосфору — з 660 кг до 330 кг за ротацію сівозміни, а також за повного вилучення мінерального фосфору із системи удобрення.

При зменшеній нормі фосфорних добрив баланс фосфору за всі три ротації був позитивний у межах +9 — +15 кг/га, інтенсивність балансу фосфору у III ротації була на рівні 124 проти 156% за внесення повної норми добрив

1. Баланс елементів живлення в сівозмінах стаціонару, III ротація, 1995–2007 рр.

Гній, т	Добрива на 1 га ріллі						Прим.	Надійшло за ротацію, кг			Винесено, кг			Баланс (+, -), кг/га		
	мінеральні, кг							N	P	K	N	P	K	N	P	K
	N	P	K	N	P	K										
<i>Плодозмінна сівозміна</i>																
	Без добрив						111	11	70	646	227	664	-53	-22	-59	
-	50	66	66				614	671	730	1188	444	1052	-57	+23	-32	
Побічна продукція	50	66	66				999	791	1315	1270	478	1264	-27	+31	+5	
Побічна продукція	50	66	66				939	765	1192	1166	393	1050	-23	+37	+14	
							Відновлення родючості*									
9	50	66	66				929	887	1233	1375	523	1386	-45	+36	-15	
<i>Просапна сівозміна</i>																
	Без добрив						8	67	661	253	627	-57	-20	-56		
9	50	66	66				907	884	1230	1185	426	1063	-28	+46	+17	
9	50	66	66				907	884	1230	1371	549	1326	-46	+34	-10	
<i>Зернопросапна сівозміна</i>																
	Без добрив						129	15	74	657	272	567	-53	-26	-49	
9	61	61	61				1065	891	1167	1259	436	1041	-19	+45	+13	
9	50	66	66				958	831	1237	1375	531	1325	-42	+30	-9	
-	50	66	66				643	675	734	1151	443	1041	-51	+23	-31	
9	50	33	66				958	561	1237	1291	452	1207	-33	+11	+3	
9	50	-	66				958	231	1237	1209	395	1152	-25	-16	+9	
9	100	132	132				1458	1551	1897	1337	473	1195	+12	+108	+70	
Відновлення родючості																

* Без унесення добрив 20 років (I і II ротації).

2. Інтенсивність балансу елементів живлення у сівозмінах стаціонару з різними системами удобрення, %

Добрива на 1 га ріллі	Ротація	N	P	K
гній, т + NPK, кг				
<i>Плодозмінна сівозміна</i>				
Відновлення родючості*	III	81	192	113
0+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	III	52	151	70
Побічна продукція + N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	III	79	165	104
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	I	80	173	81
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	II	75	181	91
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	III	68	170	89
<i>Просапна сівозміна</i>				
Відновлення родючості	III	76	204	121
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	I	73	166	88
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	II	74	173	100
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	III	65	161	93
<i>Зернопросапна сівозміна</i>				
Відновлення родючості	III	84	201	112
0+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	III	56	152	70
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	I	82	171	98
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	II	73	137	100
9 т+N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆	III	70	156	93
9 т+N ₅₀ P ₃₃ K ₆₆	III	74	124	102
9 т+N ₅₀ P ₀ K ₆₆	III	79	58	107
* Відновлення родючості в: плодозмінній — побічна продукція + N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆ ; просапній — 9 т гною + N ₅₀ P ₆₆ K ₆₆ ; зернопросапній — 9 т гною + N ₆₁ P ₆₁ K ₆₁ .				

(табл. 2). Баланс азоту при цьому становив -33 кг/га за інтенсивності балансу 74%, калію відповідно +3 кг/га за інтенсивності 102%. У живленні культур спостерігалася тенденція до зменшення використання рослинами фосфору та інтенсивнішого споживання калію.

Вилучення мінерального фосфору із системи живлення культур зумовило від'ємний його баланс у II і III ротаціях на рівні -16 кг/га та інтенсивності балансу 58%. Баланс калію при цьому залишався додатним, баланс азоту від'ємним — -25 кг/га.

Дослідження, проведені у III ротації, передбачали вивчення балансу елементів живлення за внесення достатніх доз добрив для відновлення родючості ґрунту після вирощування культур без застосування добрив упродовж 20 років (I і II ротації). Це питання вивчалось у різних за структурою сівозмінах та на фоні різних систем удобрення.

У плодозмінній сівозміні за III ротацію внесли мінеральних добрив N₅₀₀P₆₆₀K₆₆₀ та застосували альтернативну систему органічного удобрення способом заорювання побічної продукції замість гною (зелена маса редьки, соло-

ма зернових, гичка цукрових буряків). Така система удобрення сприяла поліпшенню показників балансу. Баланс азоту змінився з -53 кг/га на неудобреному фоні до -23 кг/га, баланс фосфору зберігався позитивним на рівні +37 кг/га, баланс калію зріс до +14 кг/га проти -59 кг/га на неудобреному фоні.

Отже, застосування добрив упродовж однієї ротації 10-пільної сівозміні після тривалого невнесення добрив (період 20 років) привело до істотних позитивних змін у стані ґрунтового комплексу, забезпечило значне покращення фосфорно-калійного живлення (інтенсивність балансу фосфору становила 192%, калію — 113%) та змінило в позитивний бік азотний баланс, який і надалі залишався від'ємним.

У просапній сівозміні для відновлення родючості ґрунту системою удобрення було передбачено внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною і N₅₀P₆₆K₆₆. За такої системи удобрення баланс фосфору і калію став позитивним відповідно +46 та +17 кг/га, азоту — залишився від'ємним -28 кг/га або нижчим на 5 кг проти відповідного варіанта у плодозмінній сівозміні.

У зернопросапній сівозміні відновлення родючості ґрунту вивчалось на 2-х фонах удобрення: 1-й варіант передбачав систему удобрення зі співвідношенням N:P:K у мінеральних добривах — 1:1:1 та нормою внесення кожного елемента 610 кг по фоні 90 т гною за ротацію; 2-й варіант — висока норма мінеральних добрив $N_{1000}P_{1320}K_{1320}$ по фоні 90 т гною за ротацію. Дослідження показали, що відновлення родючості ґрунту із застосуванням системи удобрення зі співвідношенням N:P:K у мінеральних добривах 1:1:1 забезпечило через 10 років найнижчий від'ємний баланс азоту (-19 кг/га) за досить високих показників позитивного балансу фосфору ($+45$ кг/га) та калію ($+13$ кг/га).

Відновлення родючості ґрунту після 20 років невнесення добрив на високому фоні удобрення (на 1 га сівозмінної площі 9 т гною та $N_{100}P_{132}K_{132}$) забезпечило на кінець III ротації зернопросапної сівозміни позитивний баланс

усіх елементів живлення: азоту $+12$, фосфору $+108$, калію $+70$ кг/га.

Отже, значного покращення поживного режиму ґрунту і живлення рослин можна досягти на високих і помірних фонах удобрення зернопросапної сівозміни впродовж однієї ротації (20% цукрових буряків, 70% зернових культур) після тривалого 20-річного вирощування культур без застосування добрив.

За внесення на 1 га ріплі зернопросапної сівозміни 9 т гною та $N_{61}P_{61}K_{61}$ упродовж 10 років баланс азоту був від'ємним, але значно кращим порівняно з плодозмінною і просапною сівозмінами (від -19 кг/га до -23 та -28 кг/га відповідно), баланс фосфору і калію при цьому був додатним. Найвищі показники позитивного балансу всіх елементів живлення за відновлення родючості ґрунту (внесення добрив у III ротації) було отримано на високому фоні застосування мінеральних добрив (на 1 га ріплі $N_{100}P_{132}K_{132}$).

Висновки

Зменшення норми азотних добрив на третину в системі удобрення бурякових сівозмін (плодозмінної, просапної, зернопросапної) задля зменшення негативного впливу азоту на накопичення цукрів у коренеплодах цукрових буряків при їх тривалому систематичному застосуванні впродовж 3-х ротацій спричиняло негативне сальдо балансу, зменшуючи баланс азоту за ротацію на $10-12$ кг/га. Баланс фосфору при цьому залишався додатним, а баланс калію змінився від бездефіцитного у другій на від'ємний у третій ротації.

Чорноземи типові глибокі за забезпечення їх достатнім органо-мінеральним удобренням здатні досить швидко відновити природну й

ефективну родючість після тривалого (20 років) вирощування культур без застосування добрив.

Збільшення сівозмінної норми мінеральних добрив удвічі до $N_{100}P_{132}K_{132}$ на 1 га ріплі на фоні гною через 10 років застосування забезпечило додатний баланс азоту ($+12$ кг/га) та високе позитивне сальдо балансу фосфору і калію ($+108$ та $+70$ кг/га відповідно).

Застосування впродовж 10 років органо-мінеральної системи удобрення (9 т гною та $N_{50}P_{66}K_{66}$ або $N_{61}P_{61}K_{61}$ на 1 га сівозмінної площі) забезпечило додатний баланс фосфору і калію, при цьому баланс азоту залишався від'ємним (-19 та -28 кг/га відповідно).

Бібліографія

1. Зубенко В.Ф., Якименко В.Н., Барштейн Л.А. и др. Баланс элементов питания и плодородия почвы в свекловичных севооборотах при разных способах основной обработки в Лесостепи УССР //Агрохимия. — 1987. — № 5. — С. 15–25.

2. Барштейн Л.А., Якименко В.Н., Шкаредный И.С. и др. Влияние удобрений на урожайность культур, баланс элементов питания и плодородие почвы в Лесостепи УССР//Агрохимия. — 1997. — № 7. — С. 12–19.

3. Якименко В.М., Шкаредный И.С., Глуценко И.В. та ін. Баланс елементів живлення та зміна родючості ґрунту під впливом зерно-бурякових сіво-

змін, обробітку ґрунту та добрив. УААН ІЦБ. Основні висновки науково-дослідних робіт за 1994 р. Збірник, II випуск. — К., 1996. — С. 13–20.

4. Лісовал А.П., Марчук І.І., Яценко Л.А. та ін. Вплив добрив на формування балансу азоту і калію в зерно-буряковій сівозміні на лучночорноземному карбонатному ґрунті Лісостепу України. ВНХАУ, №1. — 2002. — С. 31–34.

5. Цвей Я.П., Шиманська Н.К. Баланс азоту в сівозмінах//Вісн. аграр. науки. — 2004. — № 12. — С. 14.

6. Литвак Ш. Системный подход к агрохимическим исследованиям. — М., 1990. — С. 219.