

Іваніна Р. В.

УДК: 631.816:631.582

ВИНОС ТА БАЛАНС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В ЗЕРНОВИХ ЛАНКАХ СІВОЗМІНИ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Р.В. Іваніна, аспірант

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

E-mail: v_ivanina@meta.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.011>

Анотація. Метою дослідження є вивчення особливостей використання та балансу елементів живлення в зернових ланках сівозміни за застосування різних систем удобрення. Під час досліджень використовували польовий, лабораторний та аналітичний методи. За дози добрив $N_{20}P_{20}K_{20}$ на 1 га зернової ланки формувався різкий дефіцит елементів живлення: у ланці ячмінь – конюшина – пшениця озима інтенсивність балансу азоту становила 62 %, фосфору – 45 %, калію – 21 %; ячмінь – вика яра – пшениця озима – відповідно 46 %, 55 % та 26 %. Формування екологічно зрівноваженого балансу елементів живлення потребувало в обох ланках сівозміни збільшення дози внесення азотних і фосфорних добрив – більш, ніж удвічі, калійних – у 3-4 рази. На фоні удобрення сівозміни $N_{43}P_{43}K_{43}$ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни зазначені дози мінеральних добрив у зернових ланках визначено екологічно збалансованими як такі, що формували позитивний баланс азоту і фосфору з незначним дефіцитом калію за інтенсивності його балансу 77-95 %. Високий фон удобрення сівозміни нівелював гострий дефіцит внесення добрив у зернових ланках. Екологічно стабільним за азотом і фосфором визначено альтернативний фон удобрення сівозміни з внесенням на 1 га $N_{43}P_{43}K_{43}$ + побічна продукція: інтенсивність балансу азоту – 111%, фосфору – 104%, калію – 63 %. Подальші дослідження щодо моніторингу балансу елементів живлення у сівозмінах з врахуванням різних джерел їх надходження, особливостей внесення і розподілу добрив є основою для розробки екологічно зрівноваженої і ефективної системи удобрення сільськогосподарських культур.

Ключові слова: елементи живлення, баланс, добрива, ланка сівозміни

Вирощування аграрних культур у зернових ланках сівозміни супроводжується внесенням мінеральних добрив переважно під пшеницю озиму, решта культур отримує післядію добрив. Посередні дози добрив під одну культуру формують різкий дефіцит елементів

живленням у ґрунті, посилюють його деградацію, зменшують резистентність технологій до несприятливих погодних чинників. Ефективним засобом покращення азотного балансу в зернових ланках сівозміни є введення до їх складу бобових культур [1], [2], [3]. У США

Іваніна Р. В.

частку бобових культур у структурі сівозмін становить майже 30 %, що дозволяє зменшити застосування технічного азоту добрив, здешевлює виробництво сільськогосподарської продукції, підвищує екологічну рівновагу агроecosистем [4], [5].

Питання балансу елементів живлення лежить в основі концепції сталого виробництва, є основою оцінки економічної та екологічної ефективності застосування мінеральних добрив і потребує постійного моніторингу [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасні дослідження свідчать, що за інтенсивності балансу елементів живлення на рівні 70-80 % створюється екологічна рівновага в агроecosистемах, яка забезпечує стабільність фонду рухомих форм поживних речовин і зберігає високий рівень ефективної родючості ґрунту у тривалій перспективі [1], [7].

Деякі вчені вважають, що у сучасному інтенсивному землеробстві необхідно ширше використовувати дешеві природні джерела і ресурси для відновлення природного стану агроecosистем [8]. Введення у сівозміну багаторічних бобових трав є одним з найдешевших джерел поповнення фонду органічного та мінерального азоту ґрунту і слугує ефективною альтернативою внесенню високих доз азотних добрив. Біологічний азот

накопичений у ґрунті бобовими культурами повільно трансформується у мінеральні форми, що підвищує ефективність його використання наступними культурами та зменшує екологічні ризики забруднення довкілля нітратним азотом [9], [10].

На фоні істотного покращення балансу азоту трави формують у ґрунті потужну кореневу систему, збагачують ґрунт органічною речовиною, створюють сприятливу агрономічну структуру, що забезпечує сприятливі умови для засвоєння азоту рослинами і підвищує їх продуктивність [11].

Мета дослідження – вивчити особливості використання та балансу елементів живлення в зернових ланках сівозміни за застосування різних систем удобрення.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили у стаціонарному польовому досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції закладеному у 1976 році. Площа посівної ділянки – 228 м², облікової – 100 м². Розміщення варіантів у досліді – систематичне послідовне, повторність триразова.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилугуваний середньосуглинковий, який має наступну агрохімічну та фізико-хімічну характеристику орного (0-30 см) шару: гідролітична кислотність за

Іваніна Р. В.

Капшеном – 1,71-1,80 смоль/кг ґрунту; загальний вміст гумусу за Тюрніним – 3,6-3,8 %; рухомого фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 153-170 та 64-78 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфілдом – 110-115 мг/кг ґрунту.

Дослідження проводили в двох ланках сівозміни: 1) ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина – пшениця озима; 2) ячмінь ярий – вика яра – пшениця озима. Ячмінь ярий, конюшину, вику яру вирощували за післядії добрив; пшеницю озиму – за прямої дії та післядії добрив. У сівозміні застосовували органо-мінеральну систему удобрення: за дози добрив під пшеницю озиму $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1 га сівозмінної площі вносили $N_{43}P_{43}K_{43} + 8,3$ т гною; $N_{90}P_{60}K_{60} - N_{65}P_{43}K_{43} + 8,3$ т/га гною; $N_{60}P_{60}K_{60} +$ солома – $N_{43}P_{43}K_{43} +$ побічна продукція. Сорт пшениці озимої Ясочка – білоцерківська селекція.

Основну і побічну продукцію переводили в кормові одиниці за довідником з годівлі сільськогосподарських тварин [12]. Для визначення вносу та балансу елементів живлення у ланці сівозміни використовували розрахунковий метод. В основу розрахунку покладено винос поживних речовин основою і побічною продукцією культур ланки сівозміни на момент збирання врожаю. Вміст елементів

живлення в рослинних визначали після мокрого озолення за Гінзбург та ін.: загальний азот і фосфор – колориметрично, калій – на полуменовому фотометрі.

Результати досліджень та їх обговорення. Дослідження показали, що вибір попередника і система удобрення істотно впливали на винос елементів живлення із ґрунту. За вирощування сільськогосподарських культур зернової ланки на природному фоні родючості винос елементів живлення був найменшим: у ланці з конюшиною азоту – 63 кг/га, фосфору – 30, калію – 69; викою ярою – відповідно 53, 27 та 67 кг/га ланки сівозміни. Культури зернової ланки більш ніж удвічі виносили із ґрунту азоту і калію порівняно з фосфором. Збільшення продуктивності ланки з конюшиною порівняно з ланкою де вирощували вику яру на 0,97 т корм.од./га, супроводжувалась збільшенням вносу азоту із ґрунту на 10 кг/га ланки сівозміни (табл. 1).

Застосування мінеральних добрив $N_{20}P_{20}K_{20}$ на 1 га зернової ланки істотно збільшило винос елементів живлення із ґрунту і супроводжувалось зростанням продуктивності ланки з конюшиною порівняно з контролем без добрив на 2,98, викою ярою – на 1,81 т корм.од./га. За вирощування конюшини у зерновій ланці із ґрунту збільшувався винос фосфору і калію.

Іваніна Р. В.

Порівняно з ланкою де вирощували вику яру винос фосфору зріс на 6 кг/га, калію – на 21кг/га ланки сівозміни.

Збільшення дози азотних добрив з 20 до 30 кг/га ланки сівозміни та

1. Винос елементів живлення культурами зернової ланки сівозміни, середнє 2017-2019 рр.

№ вар	Ланка сівозміни	Внесено добрив на 1 га ланки сівозміни	Продуктивність ланки, т корм.од./га	Винос, кг/га ланки сівозміни		
				N	P	K
11	ячмінь –	Без добрив (з 1976 р.)	5,10	63	30	69
13	конюшина	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	8,02	96	47	121
4	– пшениця	N ₂₉ P ₂₃ K ₄₀ (NPK+солома)	8,17	95	48	126
5	озима	N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀	7,58	91	45	117
51	ячмінь –	Без добрив (з 1976 р.)	4,13	53	27	67
41	вика яра –	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	5,94	84	38	98
49	пшениця озима	N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀	5,85	86	38	98

Примітка: фон удобрення сівозміни у варіантах 13 і 4 – N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною; 5 і 49 – N₆₅P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною; 4 – N₄₃P₄₃K₄₃ + побічна продукція на 1 га сівозмінної площі

Розрахунок балансу елементів живлення показав, що за вирощування сільськогосподарських культур на природному фоні родючості у ґрунті формувався дефіцит азоту за попередника конюшини 32 кг/га, вики ярої – 46; фосфору – відповідно 29 і 26, калію – 69 і 67 кг/га ланки сівозміни. Високі обсяги накопичення біологічного азоту у ґрунті конюшиною (120 кг/га) формували інтенсивність балансу азоту в зерновій ланці 62 %, тоді як попередник вика яра – 39 %. Інтенсивність балансу фосфору і калію в обох ланках за природного фону родючості залишалась досить низькою – відповідно 3-4 % та 9-10 % (табл. 2).

застосування азоту добрив на фоні побічної продукції не впливало істотно на продуктивність ланки та винос елементів живлення із ґрунту.

Внесення на 1 га зернової ланки мінеральних добрив N₂₀P₂₀K₂₀ зберігало високий дефіцит елементів живлення у ґрунті: дефіцит азоту за попередника конюшини становив 45 кг/га, вики ярої – 57; фосфору – відповідно 26 і 17, калію – 101 і 78 кг/га ланки сівозміни. Розрахунок показників балансу за дозами добрив внесених у сівозміні (N₄₃P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни) показав, що у зазначених варіантах за органомінерального фону удобрення сівозміни в обох ланках формувався позитивний баланс азоту і фосфору з незначним дефіцитом калію за інтенсивності його балансу 77-95 %. Ланка з конюшиною забезпечила кращий баланс азоту, ніж ланка з

Іваніна Р. В.

виною ярою, що обумовлено більшими обсягами накопичення біологічного азоту цією культурою.

2. Баланс елементів живлення в зернових ланках сівозміни залежно від системи удобрення, середнє 2017-2019 рр.

№ вар	Ланка сівозміни	Внесено добрив на 1 га ланки сівозміни	Баланс, кг/га ланки сівозміни			Інтенсивність балансу, %		
			N	P	K	N	P	K
11	ячмінь –	Без добрив (з 1976 р.)	-32	-29	-69	62	3	9
13	конюшина – пшениця	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	-45	-26	-101	62	45	21
4	озима	N ₂₉ P ₂₃ K ₄₀ (NPK+солома)	+29	+17	-28	130	136	77
5		N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀	-35	-24	-86	70	50	35
			+10	+2	-46	111	104	63
51	ячмінь –	Без добрив (з 1976 р.)	-30	-24	-97	73	47	22
41	вика яра – пшениця	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	+56	+19	-24	162	142	80
49	озима	N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀	-46	-26	-67	39	4	10
			-57	-17	-78	46	55	26
			+1	+26	-5	120	168	95
			-49	-17	-78	55	55	26
			+21	+26	-5	143	168	95

Примітка: після конюшини у ґрунт надійшло біологічного азоту – 120 кг, вики ярої – 48 кг; у чисельнику – баланс елементів живлення відображає фон удобрення ланки сівозміни; у знаменнику – фон удобрення сівозміни в цілому

За збільшення дози азоту з 20 до 30 на 1 га ланки сівозміни незначно покращувало його баланс у ґрунті за інтенсивності балансу азоту у зернових ланках 55-70 %, фосфору – 47-55 %, калію – 22-26 %. Розрахунок балансу елементів живлення з огляду на органо-мінеральний фон удобрення сівозміни (N₆₅P₄₃K₄₃ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни) показав, що у ґрунті формувався високий позитивний баланс азоту і фосфору та урівноважений баланс калію: інтенсивність балансу азоту – 143-162 %, фосфору – 142-168 %, калію – 80-95 %. Якщо розглядати зернову ланку як окрему коротко ротаційну сівозміну, то зазначена система удобрення була різко дефіцитною і

потребувала збільшення доз внесення мінеральних добрив. Натомість, за умови, що зернові ланки є структурою сівозміни з високим органо-мінеральним фоном її удобрення, то удобрення зернових ланок можна вважати достатнім, таким що забезпечує екологічну стабільність агроєкосистем.

Помірні дози добрив у зерновій ланці з конюшиною (N₂₀P₂₀K₂₀ + солома) на фоні альтернативної органо-мінеральної системи удобрення сівозміни (N₄₃P₄₃K₄₃ + побічна продукція на 1 га сівозміни) можна також вважати екологічно збалансованими. З огляду на дози добрив внесені у сівозміні у ґрунті формувався позитивний баланс азоту

Іваніна Р. В.

і фосфору з вираженим дефіцитом балансу калію: інтенсивність балансу азоту – 111 %, фосфору – 104 %, калію – 63 %. Це є свідченням того, що альтернативна система удобрення культур за збільшення дози внесення калійних добрив має хороші перспективи у сучасному екологічно збалансованому землеробстві.

Висновки і перспективи.

1. За дози добрив $N_{20}P_{20}K_{20}$ на 1 га зернової ланки у ґрунті формувалася різкий дефіцит елементів живлення. У ланці ячмінь – конюшина – пшениця озима інтенсивність балансу азоту становила 62 %, фосфору – 45 %, калію – 21 %; ячмінь – вика яра – пшениця озима – відповідно 46 %, 55 % та 26 %. Формування екологічно зрівноваженого балансу елементів живлення потребувало в обох ланках сівозміни збільшення дози внесення азотних і фосфорних добрив – більш, ніж удвічі, калійних – у 3-4 рази. Вирощування конюшини у зерновій ланці за рахунок вищих обсягів фіксації біологічного азоту забезпечило кращі показники його балансу порівняно з викою ярою.

2. Розрахунок балансу за дозами добрив внесених у сівозміні ($N_{43}P_{43}K_{43}$ + 8,3 т гною на 1 га сівозміни) показав, що внесення на 1 га азоту – 85 кг, фосфору – 64, калію

– 93 кг формувало у ґрунті позитивний баланс азоту і фосфору з незначним дефіцитом калію за інтенсивності його балансу 77-95 %. Високий фон удобрення сівозміни нівелював низькі дози добрив внесених у зернових ланках і формував екологічно зрівноважений баланс елементів живлення у ґрунті.

3. Екологічно стабільною за азотом і фосфором визначено альтернативну систему удобрення сівозмін з внесенням на 1 га $N_{43}P_{43}K_{43}$ + побічна продукція: інтенсивність балансу азоту – 111 %, фосфору – 104 %, калію – 63 %. За збільшення дози внесення калійних добрив зазначена система удобрення має хороші перспективи у сучасному землеробстві.

4. Екологічно зрівноважений баланс та обіг елементів живлення є основою розробки системи удобрення сільськогосподарських культур. Він має враховувати різні джерела надходження елементів живлення, дози добрив, їх розподіл у сівозміні та відображати загальний фон удобрення культур. Це є основою для розробки екологічно зрівноважених і ефективних систем удобрення сільськогосподарських культур і має хороші подальші перспективи проведення досліджень.

Список використаних джерел

1. Заришняк А.С., Балюк С.А., Лісовий

М.В., Комариста А.В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. Вісник аграрної науки. 2012. 1. 28–32.

Іваніна Р. В.

2. Lukowiak R., Grzebisz W., Sassenrath G.F. New insights into phosphorus management in agriculture – A crop rotation approach. *Science of The Total Environment*. 2016. V. 542. 15. 1062–1077. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.009>

3. Liu Y., Ma J., He W., Lei Q., Gao Q., He P. Temporal and spatial variation of potassium balance in agricultural land at national and regional levels in China. *PLoS One*. 2017. 12(9). 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184156>

4. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. 11. 5–10.

5. Blesh J., Drinkwater L. E. The impact of nitrogen source and crop rotation on nitrogen mass balances in the Mississippi River Basin. *Ecological society of America*. 2013. V. 23. 5. 1017–1035. <https://doi.org/10.1890/12-0132.1>

6. Sassenrath G.F., Schneider J.M., Gaj R., Grzebisz W., Halloran J.M. Nitrogen balance as an indicator of environmental impact: toward sustainable agricultural production. *Agric. Food Syst*. 2013. 28. 276–289. <https://doi.org/10.1017/S1742170512000166>

7. Venkatesh M.S., Hazra K.K., Ghosh P.K., Khuswah B.L., Ganeshamurthy A.N., Ali M., Singh J. & Mathur R.S. Long-term effect of crop rotation and nutrient management on soil-plant nutrient cycling and nutrient budgeting in Indo-Gangetic plains of India. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2017. V. 63. 14. 2007–2022. <https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1320392>

8. Berge M., Pikula D., Goedhart P.W., Schröder J.J. Apparent nitrogen fertilizer replacement value of grass-clover leys and farmyard manure in an arable rotations. *Soil Use Manage*. 2016. 32. 9–19. doi:10.1111/sum.12246.

9. Bender S.F., Wagg C., and van der Heijden M.G. An underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends Ecol. Evol*. 2016. 31. 440–452. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>

10. Petrovic B., Đuric S., Vasic M., Tunguz V., Pokluda R. Effect of Bean Cultivars on Soil Microorganisms. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2018. 66(1). 0155–0160.

<https://doi.org/10.11118/actaun201866010155>

11. Mandic V., Krnjaja v., Tomic Z., Bijelic Z, Simic A., Muslic D., Gogic M. Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean journal of agricultural research*. 2015. 75(1). 92–97. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>

12. Карпусь М.М., Славов В.П., Лапа М.А. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України. Київ: Аграрна наука, 1995. 348 с.

References

1. Zaryshniak A.S., Balyuk S.A., Lisovyi M.V., Komarista A.V. (2012). Balanc humusu i pozhynykh rehovyn v gruntakh Ukrainy [Balance of humus and nutrients in soils of Ukraine]. *Bulletin of agrarian science*, 1, 28–32. [in Ukrainian].

2. Lukowiak R., Grzebisz W., Sassenrath G.F. (2016). New insights into phosphorus management in agriculture – A crop rotation approach. *Science of The Total Environment*, V. 542, 15, 1062–1077. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.009>

3. Liu Y., Ma J., He W., Lei Q., Gao Q., He P. (2017). Temporal and spatial variation of potassium balance in agricultural land at national and regional levels in China. *PLoS One*, 12(9), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184156>

4. Saiko V.F. (2008). Naukovi osnovy zemlerobstva v kointeksti zmin klimatu [The scientific basis of agriculture in the context of climate change]. *Bulletin of agrarian science*, 11, 5–10. [in Ukrainian].

5. Blesh J., Drinkwater L. E. (2013). The impact of nitrogen source and crop rotation on nitrogen mass balances in the Mississippi River Basin. *Ecological society of America*, V.23, 5, 1017–1035. <https://doi.org/10.1890/12-0132.1>

Іванина Р. В.

6. Sassenrath G.F., Schneider J.M., Gaj R., Grzebisz W., Halloran J.M. (2013). Nitrogen balance as an indicator of environmental impact: toward sustainable agricultural production. *Agric. Food Syst*, 28, 276–289.

<https://doi.org/10.1017/S1742170512000166>

7. Venkatesh M.S., Hazra K.K., Ghosh P.K., Khuswah B.L., Ganeshamurthy A.N., Ali M., Singh J. & Mathur R.S. (2017). Long-term effect of crop rotation and nutrient management on soil-plant nutrient cycling and nutrient budgeting in Indo-Gangetic plains of India. *Archives of Agronomy and Soil Science*, V.63, 14, 2007–2022. <https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1320392>

8. Berge M., Pikula D., Goedhart P.W., Schröder J.J. (2016). Apparent nitrogen fertilizer replacement value of grass-clover leys and farmyard manure in an arable rotations. *Soil Use Manage*, 32, 9–19. <https://doi.org/10.1111/sum.12246>.

9. Bender S.F., Wagg C., and van der Heijden M.G. (2016). An underground

revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends Ecol. Evol*, 31, 440–452. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>

10. Petrovic B., Đuric S., Vasic M., Tunguz V., Pokluda R. (2018). Effect of Bean Cultivars on Soil Microorganisms. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(1), 0155–0160.

<https://doi.org/10.11118/actaun201866010155>

11. Mandic V., Krnjaja v., Tomic Z., Bijelic Z, Simic A., Muslic D., Gogic M. (2015). Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean journal of agricultural research*, 75(1), 92–97. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>

12. Karpus M.M., Slavov V.P., Lapa M.A. (1995). Detalizovana pozhyvnist kormiv zony Lisostepu Ukrainy [Detail nutrition of feed at the Forest-Steppe zone of Ukraine]. Kiev: Agrarian Science, 348. [in Ukrainian].

ВЫНОС И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЗВЕНЬЯХ СЕВООБОРОТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ

Р. В. Иванина

Аннотация. Целью исследования является изучение особенностей использования и баланса элементов питания в зерновых звеньях севооборота при применении различных систем удобрения. Во время исследований использовали полевой, лабораторный и аналитический методы. При дозе удобрений $N_{20}P_{20}K_{20}$ на 1 га зернового звена формировался резкий дефицит элементов питания: в звене ячмень-клевер-пшеница озимая интенсивность баланса азота составляла 62%, фосфора – 45%, калия – 21%; ячмень-вика яровая-пшеница озимая – соответственно 46%, 55% и 26%. Формирование экологически уравновешенного баланса элементов питания требовало в обоих звеньях севооборота увеличение дозы внесения азотных и фосфорных удобрений – более чем вдвое, калийных – в 3-4 раза. На фоне удобрения севооборота $N_{43}P_{43}K_{43}$ + 8,3 т навоза на 1 га указанные дозы минеральных удобрений в зерновых звеньях определены экологически сбалансированными как такие, что формировали положительный баланс азота и фосфора с незначительным дефицитом калия при интенсивности его баланса 77-95%. Высокий фон удобрения севооборота нивелировал острый дефицит внесения удобрений в зерновых звеньях.

Іваніна Р. В.

Экологически стабільным по азоту и фосфору определен альтернативный фон удобрения севооборота с внесением на 1 га $N_{43}P_{43}K_{43}$ + побочная продукция: интенсивность баланса азота – 111%, фосфора – 104%, калия – 63%. Дальнейшие исследования по мониторингу баланса элементов питания в севооборотах с учетом различных источников их поступления, особенностей внесения и распределения удобрений является основой для разработки экологически уравновешенной и эффективной системы удобрения сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: элементы питания, баланс, удобрения, звено севооборота

THE REMOVAL AND BALANCE OF NUTRIENTS IN CROP ROTATION CHAIN UNDER DIFFERENT FERTILIZATION SYSTEMS

R. V. Ivanina

Abstract. The purpose of the study is to study the peculiarities of the use and balance of nutrients in cereal rotation chains under different fertilizer systems. Field, laboratory and analytical methods were used during the research. At the fertilizers dose of $N_{20}P_{20}K_{20}$ per 1 ha of cereal rotation chains, a sharp shortage of nutrients was formed: in the chain barley-clover-winter wheat intensity of nitrogen balance was 62%, phosphorus – 45%, potassium – 21%; barley-spring vetch-winter wheat – 46%, 55% and 26%, respectively. The formation of an environmentally sound balance of nutrients required in both rotation chains to increase the dose of nitrogen and phosphorus fertilizers – more than twice, potassium – in 3-4 times. On the fond of crop rotation fertilization $N_{43}P_{43}K_{43}$ + 8.3 tons of manure per 1 ha of crop rotation, these doses of mineral fertilizers in the cereal chains were determined to be ecologically balanced as those forming a positive balance of nitrogen and phosphorus with a slight deficit of potassium at the intensity of its balance of 77-95%. The high crop rotation fertilizer background offset the acute shortage of fertilizers in the cereal rotation chains. Ecologically stable by nitrogen and phosphorus it was defined alternate fond of crop rotation fertilization with application per 1 ha $N_{43}P_{43}K_{43}$ + by-products: intensity of nitrogen balance – 111%, phosphorus – 104%, potassium – 63%. Further studies on monitoring the balance of nutrients in crop rotations, taking into account different sources of their admission to the plants, features of fertilizer application and distribution, are the basis for the development of an environmentally balanced and efficient system of crops fertilization.

Key words: nutrients, balance, fertilizers, crop rotation chain