

УДК 631.582:633.11

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.2>

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ВІНОС ТА БАЛАНС ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ПІД ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ У СІВОЗМІНАХ З КОРОТКОЮ РОТАЦІЄЮ

Гангур В.В. – д.с.-г.н., ст.н.с.,

завідувач кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

Котляр Я.О. – здобувач ступеня вищої освіти доктора філософії,

Полтавський державний аграрний університет

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є основною зерновою культурою, яка гарантує продовольчу безпеку держави. Зростання попиту на якісне зерно пшениці озимої спонукає до пошуку шляхів як підвищення її врожайності, так і підтримання підтримання родючості ґрунту та раціонального використання матеріально-технічних ресурсів, зокрема добрив. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних попередників, рівня удобрення на баланс поживних речовин під посівами пшениці озимої.

Дослідженнями проведеними на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М.І. Вавилова впродовж 2018–2020 рр., виявлено, що за сіви пшениці озимої після гороху попередником якого була кукурудза на зерно найбільше використано азоту з ґрунту (135,7 кг/га) на формування врожаю культури. У варіантах сівозмін, де передпопередником пшениці озимої були буряк цукровий і пшениця озима сумарний винос азоту був нижчим, відповідно на 13,9 і 11,6%. Найменше використано азоту з ґрунту за розміщення культури в сівозміні після пшениці озимої. Що стосується фосфору то відзначено менш виражену різницю, за використання цього елемента живлення, залежно від місця пшениці озимої у сівозміні. Подібну закономірність спостерігали і за сумарним виносом з ґрунту обмінного калію. Однак, посівами пшениці озимої найменше використано як фосфору, так і калію за розміщення культури після пшениці озимої.

Встановлено, що передпопередники та попередники пшениці озимої в сівозмінах мають істотний вплив на баланс біогенних елементів, які залучаються до кругообігу ґрунт-рослина. Запропонована система удобрення пшениці озимої забезпечує позитивний баланс поживних речовин по фосфору і азоту за виключенням сівозміни, де передпопередником культури є кукурудза на зерно. Калію вноситься в ґрунт значно більше, ніж використовується культурою, лише у сівозміні, де попередником пшениці озимої була пшениця озима. За розміщення культури після гороху баланс калію зведено з дефіцитом у розмірі 40,4 до 48,9 кг/га. Запропоновано провести корегування прийнятої системи удобрення з тим, щоб внесені добрива використовувалися раціонально та забезпечували в повній мірі потреби культури в елементах живлення.

Ключові слова: пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), сівозміна, попередники, азот, фосфор, калій, баланс поживних речовин.

Hanhur V.V., Kotliar Y.O. The influence of predecessors on the removal and balance of nutrients under winter wheat in crop rotations with a short rotation

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is the main grain crop that guarantees the country's food security. The increasing of demand for high-quality winter wheat grain induces to search for ways as to increase its yield, so and to maintain soil fertility and rational use of material and technical resources, in particular fertilizers. The purpose of the research was to find the effect of different predecessors and levels of fertilization on the balance of nutrients under winter wheat crops.

In the research carried out at the Poltava State Agricultural Research Station named after M.I. Vavilov during 2018–2020, was found that the cultivating of winter wheat after peas, the predecessor of which was corn for grain, the most nitrogen from the soil (135.7 kg/ha) was used for the formation of the crop yield.

In the variants of crop rotations, where the predecessors of winter wheat were sugar beet and winter wheat, the total removal of nitrogen was lower, by 13.9 and 11.6%, respectively. The least amount of nitrogen from the soil was used for placing the crop in the crop rotation after winter wheat. As for phosphorus, a less pronounced difference was noted in the use of this

nutrient, depending on the place of winter wheat in the crop rotation. A similar pattern was observed for the total removal of exchangeable potassium from the soil. However, winter wheat crops used the least amount of both phosphorus and potassium when the crop was placed after winter wheat.

It is established that the cultures before predecessors and the predecessors of winter wheat in crop rotations have a significant impact on the balance of biogenic elements involved in the soil-plant cycle. The proposed system of fertilizing winter wheat ensures a positive balance of nutrients in terms of phosphorus and nitrogen, excluding crop rotation, where the culture before predecessors of the crop is corn for grain. The application of potassium to the soil is significantly higher than that used by the culture, only in crop rotation, where the predecessor of winter wheat is winter wheat. When the crop is planted after peas, the potassium balance was brought to a deficit of 40.4 to 48.9 kg/ha.

It is proposed to make corrections the adopted fertilization system so that the introduced fertilizers are used rationally and fully provide the needs of crops in the elements of mineral nutrition.

Key words: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), crop rotation, predecessors, nitrogen, phosphorus, potassium, nutrient balance.

Постановка проблеми. Інтенсифікація технологічних процесів у землеробстві зумовлює необхідність зосередження значної уваги щодо вирішення питання збереження і поступового підвищення ґрунтової родючості [1, с. 175]. На її рівень впливає ряд антропогенних і природних чинників, які за різних ґрунтових, кліматичних умов мають різний ступінь прояву та значимості. В зоні Лівобережного Лісостепу, впродовж останніх десятиріч, все більшого значення набуває ґрунтова волога, як одним із важливих факторів родючості ґрунту, дефіцит якої також негативно впливає і на використання елементів мінерального живлення з ґрунту кореневою системою рослин [2, с. 14; 3, с. 45].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Система сівозмін і удобрення є найбільш доступними й ефективними чинниками управління режимом ґрунтового живлення, впливають на інтенсивність ростових процесів, розвиток культурних рослин, визначають їхній кінцевий рівень продуктивності [4, с. 297; 5, с. 42; 6, с. 500].

За розроблення науково обґрунтованих сівозмін та системи удобрення культур в них, все більшої уваги потребує вивчення кругообігу і балансу поживних речовин у системі ґрунт-рослина [7, с. 37]. Визначені балансові показники елементів живлення можуть свідчити про рівень інтенсифікації технологій та культури землеробства в цілому, а також бути врахованими за розроблення раціональної системи удобрення у сівозміні. Результати балансу є науковим підґрунтям для оптимізації складу і співвідношення різних за біологічними особливостями культур, або їх груп, формування структури посівних площ, коригування біологічного кругообігу елементів живлення в системі ґрунт-рослина шляхом унесення збалансованих за елементами живлення доз добрив [8, с. 14; 9, с. 33]. На думку Ш. Литвака [10, с. 219.] розрахунок балансу поживних речовин в сівозмінах дає можливість відстежити динаміку та кругообіг елементів живлення, дати агрономічну і екологічну оцінку цих процесів. Це в свою чергу буде сприяти більш дієвому впливу на перебіг процесів управління родючістю ґрунту, плануванню врожайності культур та продуктивності сівозмін на засадах сталого землеробства.

На формування урожаю, різними сільськогосподарськими культурами, використовується з ґрунту не однакова кількість основних елементів живлення, зокрема азоту, фосфору і калію. Тому набір культур у сівозміні має істотний вплив на динаміку вмісту поживних речовин в ґрунті та процеси нагромадження і використання впродовж ротації [11, с. 67; 12, с. 175].

У розв'язанні проблеми збільшення виробництва зерна та стабілізації його валових обсягів за роками, значну увагу зосереджено на підвищенні врожайності пшениці озимої. Ця культура, за площею посіву та валовим збором зерна як в Україні, так і в світі знаходиться в числі лідерів. Вивченню ефективності розміщення пшениці озимої в сівозміні після різних попередників були присвячені дослідження багатьох науковців України [13, с. 6; 14, с. 7].

Дослідженнями встановлено, що в умовах Східного Лісостепу кращими попередниками пшениці озимої є пари (чисті та зайняті однорічними та багаторічними травами), сумішки озимих культур на зелений корм, горох на зерно і кукурудза на зелений корм. Попередники завдяки поживним решткам, які залишаються на полі після збирання культури, а також взаємодії з ґрунтом кореневих систем, мають істотний вплив на родючість ґрунту та ґрунтове живлення наступної у сівозміні культури [15, с. 72].

Результати досліджень, які було одержано на дослідному полі Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва впродовж 1996–2009 рр., свідчать, що сівозміни із зернобобовими попередниками мали кращі показники забезпеченості азотом, ніж з чистим паром і кукурудзою зібраною у фазі молочно-воскової стиглості зерна [16, с. 21; 17, с. 67].

В умовах Луганської області (підконтрольна Україні частина), де основним попередником пшениці озимої є соняшник, існує істотний дефіцит вмісту поживних речовин у ґрунті, зокрема азоту – 16,1 кг, фосфору – 3,4 кг, калію – 70,1 кг на гектар посіву основних сільськогосподарських культур. Це зумовлено як недостатньою кількістю залишених у полі рослинних решток, так і низькими дозами мінеральних добрив, що недостатньо для підтримки бездефіцитного балансу рухомих поживних речовин у ґрунті [18 с. 105].

Отже узагальнюючи результати досліджень опрацьованих наукових публікацій потрібно відзначити, що місце пшениці озимої у сівозміні, система удобрення формують фон мінерального живлення культури та істотно впливають на баланс основних мікроелементів в ґрунті.

Мета дослідження. Мета дослідження – з'ясувати вплив попередників пшениці озимої та доз мінеральних добрив на баланс азоту, фосфору і калію в ґрунті.

Методика досліджень. Дослідження із вивчення впливу попередників та різних рівнів удобрення на баланс поживних речовин, за вирощування пшениці озимої, проводили впродовж 2018–2020 рр., на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий. Основні агрохімічні показники ґрунту, де проводили дослідження наступні: вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см 4,1%; азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюріним та Коновою); рухомого фосфору – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабкисла (рН сольової витяжки – 6,2).

Схема досліду включала три варіанти трипільних сівозмін, в яких попередниками пшениці були: горох на зерно, пшениця озима. Повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів і повторень систематичне. Посівна площа ділянки 172,8 м², облікова – 96 м². В досліді висівали рекомендований для вирощування в умова Лісостепу сорт пшениці озимої Нива одеська. Агротехніка вирощування культури загальноприйнята для агроформувань регіону.

При складанні балансу поживних речовин, до витратної частини балансу азоту включали господарський винос з урожаєм основної і побічної продукції, а також

газоподібні його втрати із добрив внаслідок процесів денітрифікації та втрати з інфільтруючими і стічними водами. В дохідну частину враховували надходження елементів живлення з органічними і мінеральними добривами, насінням, кореневими залишками попередньої культури, атмосферними опадами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Впродовж останніх років приділяється велика увага дослідженню балансу поживних речовин у землеробстві. Все частіше вивчають баланс основних елементів живлення як під окремими культурами, так і в сівозмінах з різним набором і порядком чергування сільськогосподарських культур.

В дослідженнях нами на основі даних врожайності та результатів агрохімічних аналізів щодо відсоткового вмісту в ньому азоту, фосфору, калію визначали господарський винос поживних речовин з ґрунту посівами пшениці озимої за розміщення її в сівозміні після різних попередників (табл. 1). Слід відзначити, що винос елементів живлення з урожаєм основної і побічної продукції в кінцевому рахунку визначає розмір частки основних витрат в загальному балансі поживних речовин.

В наших дослідженнях, з урожаєм пшениці озимої найбільший сумарний винос азоту 135,7 кг/га відзначено за сівби культури в сівозміні після гороху попередником якого була кукурудза на зерно (вар. 6). У варіантах сівозмін з короткою ротацією 3 і 8, де попередником пшениці озимої був також горох, а передпопередником буряк цукровий і пшениця озима господарський винос азоту був нижчим, відповідно на 18,8 і 15,7 кг/га або 13,9 і 11,6%. Ще менше використано азоту з ґрунту на формування врожаю пшениці озимої за розміщення її в сівозміні після пшениці озимої. Різниця, за сумарним виносом цього елемента мінерального живлення, між сівозмінами, де попередником пшениці був горох і пшениця озима становила 21,6–40,4 кг/га.

Дослідження виносу біогенних елементів урожаєм культури, зокрема рухомого фосфору свідчить, що менш вираженою є різниця, за використанням цього елемента живлення, залежно від місця пшениці озимої у сівозміні. Так, у сівозмінах, де попередником пшениці був горох винос фосфору становив 47,5–51,6 кг/га, тобто відмінність між варіантами досліду становила лише 3,7–4,1 кг/га. У сівозміні, де попередником пшениці озимої була пшениця озима винос фосфору урожаєм

Таблиця 1

Господарський винос азоту, фосфору, калію з урожаєм пшениці озимої залежно від попередників у сівозмінах з короткою ротацією, (середній за 2018–2020 рр.)

№ вар.	Передпопередник і попередник культури в сівозміні	Урожай в перерахунку на суху речовину, т/га			Сумарний винос з урожаєм, кг/га		
		основної продукції	побічної продукції	всього	N	P	K
3.	буряк цукровий–горох	4,20	6,76	10,96	116,9	47,5	91,7
6.	кукурудза–горох	4,43	6,73	11,16	135,7	51,6	100,2
8.	пшениця озима–горох	4,19	6,77	10,96	120,0	47,9	95,3
8.	пшениця озима–пшениця озима	3,29	5,18	8,47	95,3	40,6	75,9

культури був найнижчим. Порівняно із сівбою культури після гороху зниження споживання фосфору становило 11,0 кг/га або 21,3%.

В досліді подібну закономірність спостерігали і за сумарним виносом з ґрунту обмінного калію. У варіантах сівозмін, де пшеницю озиму висівали після гороху, використано з ґрунту від 91,7 до 100,2 кг/га калію, тобто відхилення між варіантами досліді становило 4,9–8,5 кг/га. Найменше використано обмінного калію з ґрунту на формування врожаю пшениці озимої попередником якої була сама пшениця озима. Різниця, порівняно із сівозмінами, де пшеницю розміщували після гороху, становила 15,8–24,3 кг/га.

Розрахунок балансу основних біогенних елементів живлення, зокрема азоту, фосфору і калію свідчить, що у сівозмінах з короткою ротацією за розміщення пшениці озимої після різних попередників винос поживних речовин сумарним урожаєм культури в різній мірі компенсується внесенням органічних і мінеральних добрив (табл. 2).

За розміщення пшениці озимої після гороху і внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{50}P_{50}K_{50}$, в середньому за 2018–2020 рр., баланс азоту зведено з дефіцитом в 7,5 кг/га в зернопросапній сівозміні, де передпопередником культури була

Таблиця 2

Баланс азоту, фосфору і калію під пшеницею озимою залежно від попередників, кг/га (середній за 2018–2020 рр.)

№ вар.	Передпопередник і попередник культури в сівозміні	Поповнення */	Витрати **/	Баланс: позитивний (+) від'ємний (-)	Інтенсивність балансу, %
N					
3.	буряк цукровий–горох	128,2	116,9	+11,3	109,7
6.	кукурудза–горох	128,2	135,7	-7,5	94,5
8.	пшениця озима–горох	128,2	120,0	+8,2	106,8
8.	пшениця озима–пшениця озима	299,2	95,3	+203,9	314,0
P_2O_5					
3.	буряк цукровий–горох	52,4	47,5	+4,9	110,3
6.	кукурудза–горох	52,4	51,6	+0,8	101,6
8.	пшениця озима–горох	52,4	47,9	+4,5	109,4
8.	пшениця озима–пшениця озима	187,4	40,6	+146,8	461,6
K_2O					
3.	буряк цукровий–горох	51,3	91,7	-40,4	55,9
6.	кукурудза–горох	51,3	100,2	-48,9	51,2
8.	пшениця озима–горох	51,3	95,3	-44,0	53,8
8.	пшениця озима–пшениця озима	291,3	75,9	+215,4	383,8

Примітка: */ з добривами, насінням, азот опадів, фіксація азоту бобовими культурами

**/ винос з урожаєм рослин, вимивання і втрати азоту при процесах денітрифікації.

кукурудза на зерно. Інтенсивність балансу при цьому становив 94,5%. В зернобуряковій та зерновій сівозмінах, де попередник пшениці озимої (горох) висівали після буряку цукрового і пшениці озимої баланс азоту позитивний, відповідно 11,3 і 8,2 кг/га. У зерновій сівозміні, за розміщення пшениці озимої після пшениці озимої баланс азоту позитивний, що пов'язано з меншим виносом цього елемента з урожаєм культури та значно більшим надходженням цього елемента живлення із добривами (гній 30 т/га та $N_{90}P_{110}K_{110}$).

Баланс фосфору після всіх попередників пшениці озимої у сівозмінах, що вивчали – позитивний. Сумарний винос фосфору урожаєм культури з надлишком компенсувався внесенням добрив (на 0,8–146,8%).

Середній баланс калію зведено із дефіцитом у межах від 40,4 до 48,9 кг/га за розміщення пшениці озимої після гороху, у зв'язку із порівняно низькою дозою внесення цього елемента живлення із мінеральними добривами. Із надлишком компенсувалося відчуження калію за розміщення пшениці озимої після пшениці озимої. Інтенсивність балансу в такому разі дорівнювала 383,8%.

Висновки і пропозиції. Проведені розрахунки свідчать, що передпопередники та попередники пшениці озимої в сівозмінах істотно впливають на баланс біогенних елементів, які залучаються до кругообігу ґрунт-рослина. Система удобрення пшениці озимої, яка використовується у сівозміні забезпечує позитивний баланс поживних речовин по фосфору і азоту за виключенням сівозміни, де передпопередником культури є кукурудза на зерно. Калію вноситься в ґрунт значно більше, ніж використовується культурою, лише за розміщення пшениці озимої після пшениці озимої, а за сівби після гороху дефіцит елемента становить 40,4–48,9 кг/га. У зв'язку з цим доцільно внести корективи до прийнятої системи удобрення з тим, щоб внесені добрива використовувалися раціонально та забезпечували в повній мірі потреби культури в елементах живлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Гангур В. В., Корецький О. Є., Шаповал І. С., Савченко Г. І., Квасніцька Л. С. Екологічна роль сівозмін у підвищенні стійкості агроєкосистем Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН»*. 2010. Вип. 3. С. 175–185.
2. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Гангур В. В., Корецький О. Є. Енергетичні засади ефективного використання ресурсів у сільському господарстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. С. 14–18.
3. Глущенко Л. Д., Гангур В. В. Біопродуктивність чорнозему типового залежно від дії та післядії добрив на гумусний стан у агроценозах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 45–48.
4. Babulicova M. The influence of fertilization and crop rotation on the winter wheat production. *Plant Soil Environ.* 2014. Vol. 60 (7). 297–302. doi: 10.17221/3/2014-pse
5. Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll / R. L. Lemke et al. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2010. Vol. 135. P. 42–51. doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010
6. Litke L., Gaile Z., Ruha A. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*. 2018. Vol. 16 (2). P. 500–509. doi: 10.15159/AR.18.064
7. Кудря С. І., Кудря Н. А., Звонар А. М. Вплив попередника пшениці озимої на вміст поживних речовин у ґрунті. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків. 2017. Вип. 23. С. 37–47.
8. Цвей Я.П., Шиманська Н.К. Баланс азоту в сівозмінах. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 12. С. 14.

9. Цвей Я.П., Іваніна В.В., Цебро Ю.М., Петрова О.Т., Одреховський А.Ф., Дубовий Ю.П., Климчук С.М. Баланс елементів живлення у зерно-буряковій сівозміні залежно від системи удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 1. С. 33–37.
10. Литвак Ш. Системный подход к агрохимическим исследованиям. М., 1990. С. 219.
11. Дегодюк С.Е., Літвінова О.А., Боднар Ю.Д. Вплив тривалого застосування добрив на вміст обмінного калію в сірому лісовому ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 67–71.
12. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Винос поживних речовин сільськогосподарськими культурами різноротаційних сівозмін лівобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 3. С. 175–185.
13. Бойко П.І., Бойко Г.І., Матяш І.О. Вплив попередників на врожай і якість зерна озимої пшениці в умовах нестійкого зволоження лівобережного Лісостепу Української РСР. *Землеробство: Респ. міжвід. темат. наук. зб.* 1969. Вип. 20. С. 6–13.
14. Лебідь Є. М., Десятник Л. М., Кротіонов І. В. Продуктивність озимої пшениці залежно від вологозабезпеченості попередників в умовах південно-східних регіонів Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 1999. № 8. С. 7–11.
15. Клочко М. К., Кудря С. І., Кудря Н. А. Вплив урожайності попередників на продуктивність озимої пшениці в умовах Харківської області. *Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія*. 2005. № 2. С. 72–75.
16. Кудря С. І. Вплив зерно-бурякових сівозмін із різними бобовими попередниками пшениці озимої на поживний режим чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 4(805). С. 15–21. doi: 10.31073/agrovisnyk202004-02
17. Kudria S. I., Tarariko Yu. O., Kudria N. A., Dehtiarova Z. O. Efficiency of different models of agroecosystems. *SWorld Journal*. 2020. № 6. P. 7. P. 61–67. doi: 10.30888/2663-5712.2020-06-07-127
18. Хромяк В.М., Наливайко В.В., Будков С.П., Васильченко Ю.С., Василенко Є.В. Баланс гумусу й поживних речовин у ґрунтах Луганської області та шляхи подолання дефіциту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2019. № 88. С. 101–105.
-