

УДК 633.811:633.19]:631.816
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.35.26>

ФОСФОРНЕ ЖИВЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ ВИДІВ І ДОЗ ДОБРИВ

ЛЮБИЧ В.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4100-9063

Уманський національний університет

НЕВЛАД В.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-3889-6792

Уманський національний університет

Постановка проблеми. Прогнози показують, що населення людства зросте до 9,2 мільярда до 2050 року [1], що вимагатиме збільшення продовольства на 70% і, отже, збільшення врожайності завдяки впровадженню нових високоврожайних сортів, удобренню та іншим агротехнологічним заходам [2].

Ефективне азотне удобрення має вирішальне значення для економічного виробництва зернових культур [3]. Азот демонструє найбільший ефект при його комбінованому використанні з фосфором і калієм, тоді як застосування цих двох елементів без азоту не призводить до значного збільшення врожайності, а часто навіть знижує її [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень свідчать, що врожайність тритикале озимого найбільше збільшувалась від застосування повного мінерального добрива – $N_{80}P_{100}K_{60}$ – 4,0 т/га. При цьому ефективність удобрення змінювалась від погодних умов вегетаційного періоду [6].

Терміни внесення мінеральних добрив, необхідних для формування високоякісного врожаю зерна тритикале, а також кількість і види мінеральних добрив відрізняються залежно від родючості ґрунту [7]. З усіх макроелементів азот, фосфор і калій найбільше впливають на ріст та розвиток тритикале. Однак вплив азоту на врожайність зерна значно знижується за відсутності інших поживних елементів, особливо фосфору [8]. Тому зараз спостерігається тенденція до внесення більшої кількості фосфорних добрив, тобто NPK-добрив з більшою часткою фосфору, оскільки вплив живлення цим елементом особливо виражений на кислих та інших деградованих типах ґрунтів [9].

Кількість поживних елементів, які тритикале поглинає протягом вегетації, залежить від рівня врожайності. Найчастіше внесені кількості азоту коливаються від 80 до 120 кг/га залежно від агрохімічних властивостей ґрунту [10].

Ефективність використання азоту з мінеральних добрив знижується зі збільшенням рівня азотних удобрень [21]. Зниження врожайності тритикале також може бути спричинене великою кількістю добрив, шкідливих як з економічної, так і з екологічної точки зору, що є поширеною причиною забруднення агроєкосистеми. Використання поживних речовин з добрив і формування врожаю значною мірою залежать від погодних умов та специфічних характеристик місцевості [22]. Отже, вивчення мінерального живлення тритикале озимого залежно від удобрення має важливе агротехнологічне значення.

Мета. Визначити господарське винесення фосфору та його баланс у ґрунті за різних видів і доз добрив.

Матеріали та методика досліджень. У досліді тритикале озиме вирощували за схемою, що передбачала варіанта без добрив, парні комбінації азотних, фосфорних і калійних добрив, повне мінеральне добриво, роздільне внесення азотних добрив і підживлення сульфатом амонію та аміачною селітрою. Загальна площа ділянки становила 72 м², облікової – 42 м².

Вирощували сорт тритикале озимого Аякс (ПП «Сорт», ТОВ «Байер») і чотиривидову лінію LP 154, отриману гібридизацією (\times *Triticosecale* Wittmack L. / *Triticum spelta* L. (Уманський національний університет).

Опис сорту Аякс. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп. Напрямок використання: зерновий. Група стиглості: середньоранній. Зимостійкість (холодостійкість): 8,3 бала (висока). Стійкість до посухи: 8,0 бала (висока). Стійкість до полягання: 8,8 бала (висока). Стійкість до осипання: 8,8 бала (висока). Стійкість до хвороб: висока.

Попередник чистий пар. Відповідно до схеми досліді фосфорні та калійні добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – в підживлення в II–III декадах січня. Сівбу проводили у II–III декадах жовтня. У фазу початку виходу рослин у трубку (ВВСН 31) застосовували гербіцид Гранстар® Голд 75 в.г. з фунгіцидом Медісон 26,3%, к.с. Збирання проводили прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості зерна (ВВСН 93).

Господарське винесення основних елементів живлення розраховували використовуючи вміст фосфору в зерні та соломі та врожайність надземної маси. Для спрощення розрахунків балансу елементів живлення скоротили кількість статей як у частині надходження, так і їх вилучення. Так, кількість азоту, яка надходить у ґрунт з атмосфери опадами, насінням і фіксується вільноіснуючими мікроорганізмами прирівнювали до його сумарних витрат від вимивання, ерозії і звірювання. Сумарну кількість фосфору й калію, що надходять з атмосфери та з насінням прирівняли до витрат від ерозії і вимивання. Тому, в кінцевому результаті, до прибуткової частини балансу ввійшло лише внесення елементів живлення з мінеральними добривами.

Результати досліджень. У таблиці 1 наведено показники загального господарського винесення фосфору урожаєм тритикале озимого за різних систем удобрення протягом 2022–2024 років, що дозволяє оцінити інтегральний вплив добрив на цей показник у сорту Аякс та лінії LP 154



Для сорту Аякс середнє винесення господарського винесення фосфору у контролі становило 76,1 кг/га, тоді як за внесення $P_{60} + N_{120}$ показник зростав до 108,2 кг/га, а максимальні значення 114,7 кг/га спостерігалися у варіанті Фон + N_{120} . Застосування $K_{60} + N_{120}$ забезпечувало 93,0 кг/га, комбіноване внесення $P_{60}K_{60}$ давало 84,5 кг/га, а варіанти з розподіленим внесенням азоту Фон + $N_{60} + N_{60}$ та Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$ забезпечували відповідно 102,9 і 105,5 кг/га.

Для лінії LP 154 середнє винесення фосфору в контролі становило 75,6 кг/га, внесення $P_{60} + N_{120}$ підвищувало його до 111,2 кг/га, а найвищий рівень спостерігався у варіанті Фон + N_{120} (117,4 кг/га). Застосування $K_{60} + N_{120}$ забезпечувало 97,1 кг/га, внесення $P_{60}K_{60}$ давало 81,7 кг/га, тоді як варіанти Фон + $N_{60} + N_{60}$, а Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$ забезпечували відповідно 107,7 і 110,1 кг/га.

Отже, загальне винесення фосфору урожаєм тритикале озимого варіювало у межах 76,1 – 114,7 кг/га для сорту Аякс та 75,6 – 117,4 кг/га для лінії LP 154, при цьому найвищі показники забезпечувало внесення фоновому удобренню з азотом.

У таблиці 2 наведено баланс фосфору за вирощування тритикале озимого без видалення соломи з поля за різних систем удобрення протягом 2022–2024 років.

Для сорту Аякс контрольні варіанти характеризувалися значним від'ємним балансом, що свідчить про дефіцит елемента. Внесення $P_{60}K_{60}$ забезпечувало позитивні значення у межах 7,9 – 11,6 кг/га, а також доцільно відзначити варіанти з розподіленим внесенням азоту, де баланс коливався від незначних від'ємних до позитивних показників (-2,6 до 4,0 кг/га). У випадку застосування $P_{60} + N_{120}$ спостерігалася різке зниження у 2024 році.

Для лінії LP 154 контроль також мав від'ємний баланс. Найбільш доцільним виявилось внесення $P_{60}K_{60}$, що забезпечувало стабільно позитивні значення 9,8–12,4 кг/га. Варіанти з додатковим азотом давали

коливання від невеликих мінусів до незначних плюсів, тоді як застосування $P_{60} + N_{120}$ у 2024 році призводило до значного дефіциту.

За результатами досліджень можна зробити висновок, що доцільно застосовувати фосфорно-калійні добрива у поєднанні з азотом, оскільки саме вони забезпечували найбільш позитивний баланс фосфору.

У таблиці 3 наведено інтенсивність балансу фосфору за вирощування тритикале озимого без видалення соломи з поля за різних систем удобрення протягом 2022–2024 років.

Для сорту Аякс контрольні варіанти мали нульові значення, що свідчить про відсутність компенсації внесення елемента. Внесення $P_{60}K_{60}$ забезпечувало найвищу інтенсивність балансу на рівні 115 – 124 %, що підтверджує доцільність застосування фосфорно-калійних добрив. Варіанти з додатковим азотом мали стабільні показники у межах 93 – 107 %, тоді як $P_{60} + N_{120}$ характеризувався нестійкістю, зокрема нульовим значенням у 2024 році.

Для лінії LP 154 контроль також мав нульові значення. Найбільш ефективним було внесення $P_{60}K_{60}$, що забезпечувало 120 – 126 %. Варіанти з фоновим удобренням та азотом давали 90 – 105 %, тоді як $P_{60} + N_{120}$ у 2024 році знову показав нульовий результат.

Застосування фосфорно-калійних добрив забезпечувало найвищу інтенсивність балансу фосфору, тоді як контрольні варіанти та окреме внесення азоту не компенсували винесення елемента.

Висновки. Фосфорне живлення тритикале озимого значно залежить від умов азотного живлення. Для сорту Аякс середнє винесення господарського винесення фосфору у контролі становило 76,1 кг/га, тоді як за внесення $P_{60} + N_{120}$ показник зростав до 108,2 кг/га, а максимальні значення 114,7 кг/га спостерігалися в варіанті Фон + N_{120} . Застосування $K_{60} + N_{120}$ забезпечувало 93,0 кг/га, комбіноване внесення $P_{60}K_{60}$ давало 84,5 кг/га,

Таблиця 1

Загальне господарське винесення фосфору урожаєм тритикале озимого за різних видів і доз добрив, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Сорт Аякс (чинник В)				
Без добрив (контроль)	74,6	73,4	80,3	76,1
$P_{60} + N_{120}$	103,9	109,0	111,9	108,2
$K_{60} + N_{120}$	91,7	91,6	95,4	93,0
$P_{60}K_{60}$ – фон	81,3	83,3	88,9	84,5
Фон + N_{120}	109,4	116,8	118,0	114,7
Фон + $N_{60} + N_{60}$	97,0	113,1	98,9	102,9
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	99,4	114,5	102,7	105,5
Лінія LP 154				
Без добрив (контроль)	75,0	73,3	78,4	75,6
$P_{60} + N_{120}$	106,4	112,8	114,2	111,2
$K_{60} + N_{120}$	94,8	97,9	98,4	97,1
$P_{60}K_{60}$ – фон	80,2	83,0	82,0	81,7
Фон + N_{120}	111,4	120,6	120,4	117,4
Фон + $N_{60} + N_{60}$	102,8	115,5	104,9	107,7
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	103,5	116,2	110,6	110,1

Таблиця 2

Баланс фосфору за вирощування тритикале озимого за різних видів і доз добрив без видалення соломи з поля, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)	Рік дослідження		
	2022	2023	2024
Сорт Аякс (чинник В)			
Без добрив (контроль)	-45,4	-45,4	-49,8
$P_{60} + N_{120}$	0,2	-0,9	-61,8
$K_{60} + N_{120}$	-54,8	-54,7	4,3
$P_{60}K_{60}$ – фон	11,6	11,6	7,9
Фон + N_{120}	-1,3	-3,6	-4,6
Фон + $N_{60} + N_{60}$	4	-2,6	3,9
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	2,6	-3,4	2,6
Лінія LP 154			
Без добрив (контроль)	-44,3	-44,4	-47,1
$P_{60} + N_{120}$	1,6	-4,4	-63,4
$K_{60} + N_{120}$	-55	-59,7	0,8
$P_{60}K_{60}$ – фон	12,4	9,8	11
Фон + N_{120}	-0,5	-7	-6,7
Фон + $N_{60} + N_{60}$	3,1	-4,8	0,2
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	3,1	-5,2	-2

Таблиця 3

Інтенсивність балансу фосфору за вирощування тритикале озимого за різних видів і доз добрив без видалення соломи з поля, %

Варіант досліджу (чинник А)	Рік дослідження		
	2022	2023	2024
Сорт Аякс (чинник В)			
Без добрив (контроль)	0	0	0
$P_{60} + N_{120}$	100	99	0
$K_{60} + N_{120}$	0	0	108
$P_{60}K_{60}$ – фон	124	124	115
Фон + N_{120}	98	94	93
Фон + $N_{60} + N_{60}$	107	96	107
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	105	95	105
Лінія LP 154			
Без добрив (контроль)	0	0	0
$P_{60} + N_{120}$	103	93	0
$K_{60} + N_{120}$	0	0	101
$P_{60}K_{60}$ – фон	126	120	122
Фон + N_{120}	99	90	90
Фон + $N_{60} + N_{60}$	105	93	100
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	105	92	97

а варіанти з розподіленим внесенням азоту Фон + $N_{60} + N_{60}$ та Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$ забезпечували відповідно 102,9 і 105,5 кг/га. За вирощування лінії тритикале озимого LP 154 показник господарського винесення фосфору був на рівні сорту Аякс. Контрольні варіанти характеризувалися значним від'ємним балансом, що свідчить про дефіцит фосфору. Внесення $P_{60}K_{60}$ забезпечувало позитивні значення у межах 7,9 – 11,6 кг/га, а також доцільно відзначити варіанти з роздрібним внесенням азоту, де баланс коливався від незначних від'ємних до позитивних показників (-2,6 до 4,0 кг/га). У випадку застосування $P_{60} + N_{120}$ спостерігалася різке зниження у 2024 році.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Popp J., Pető K., Nagy J. Pesticide productivity and food security A review. *Agron Sustain Dev.* 2013. Vol. 33. P. 243–255.
2. Živanović L., Popović V. Proizvodnja soje (*Glycine max*) u svetu I kodnas In XXI Savetovanje o Biotehnologiji, Faculty of Agronomy: Čačak Serbia. 2016. P. 129–137.
3. Jelic M., Milivojevic J., Nikolic O., Djekic V., Stamenkovic S. Effect of long-term fertilization and soil amendments on yield grain quality and nutrition optimization in winter wheat on an acidic pseudogley. *Rom Agric Res.* 2015. Vol. 32. P. 165–174.

4. Любич В. В., Остапчук В. В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 10–18.
5. Любич В. В., Стратуца Я. С. Урожайність та якість зерна тритикале озимого за різних видів і доз добрив. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 554–553.
6. Rajičić V., Popović V., Perišić V., Biberdžić M., Jovović Z., Gudžić N., Mihailović V., Čolić V., Đurić N., Terzić D. Impact of Nitrogen and Phosphorus on Grain Yield in Winter Triticale Grown on Degraded Vertisol. *Agronomy*. 2020. Vol. 10(6). 757. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060757>.
7. Đekić V., Milovanović M., Popović V., Milivojević J., Staletić M., Jelić M., Perišić V. Effects of fertilization on yield and grain quality in winter triticale. *Rom Agric Res*. 2014. Vol. 31. P. 175–183.
8. Janušauskaite D. Analysis of grain yield and its components in spring triticale under different N fertilization regimes. *Zemdirbyste*. 2014. Vol. 101. P. 381–388.
9. Gudžić S., Sekularac G., Djikić A., Djekić V., Aksić M., Gudžić S. The impact of the long-term fertilisation with mineral fertilizers on the chemical properties of Vertisol (central Serbia). *Appl Ecol Environ Res*. 2019. Vol. 17. P. 12385–12396.
10. Jamil M., Hussain S.S., Amjad Qureshi M., Mehdi S.M., Nawaz M.Q. Impact of sowing techniques and nitrogen fertilization on castor bean yield in salt affected soils. *J Anim Plant Sci*. 2017. Vol. 27. P. 451–456.
11. Lalević D.N., Biberdžić M.O. Effects of rates of nitrogen on yield and yield components of winter triticale. *J Agric Sci*. 2016. Vol. 61. P. 127–135.
12. Biberdžić M., Jelić M., Deletić N., Barać S., Stojković S. Effect of agroclimatic conditions at trial locations and fertilization on grain yield of triticale. *Res J Agric Sci*. 2012. Vol. 44. P. 3–8.
13. *Umanskojho natsionalnoho universytetu*, 106(1), 554–553. [in Ukrainian].
14. Rajičić, V., Popović, V., Perišić, V., Biberdžić, M., Jovović, Z., Gudžić, N., Mihailović, V., Čolić, V., Đurić, N., & Terzić, D. (2020). Impact of Nitrogen and Phosphorus on Grain Yield in Winter Triticale Grown on Degraded Vertisol. *Agronomy*, 10(6), 757. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060757>
15. Đekić, V., Milovanović, M., Popović, V., Milivojević, J., Staletić, M., Jelić, M., Perišić, V. (2014). Effects of fertilization on yield and grain quality in winter triticale. *Rom. Agric. Res.*, 31, 175–183.
16. Janušauskaite, D. (2014). Analysis of grain yield and its components in spring triticale under different N fertilization regimes. *Zemdirbyste*, 101, 381–388.
17. Gudžić, S., Sekularac, G., Djikić, A., Djekić, V., Aksić, M., Gudžić, S. The impact of the long-term fertilisation with mineral fertilizers on the chemical properties of Vertisol (central Serbia). *Appl Ecol Environ Res*. 2019, 17, 12385–12396.
18. Jamil, M., Hussain, S.S., Amjad Qureshi, M., Mehdi, S.M., Nawaz, M.Q. Impact of sowing techniques and nitrogen fertilization on castor bean yield in salt affected soils. *J. Anim. Plant Sci*. 2017, 27, 451–456.
19. Lalević, D.N., Biberdžić, M.O. Effects of rates of nitrogen on yield and yield components of winter triticale. *J. Agric. Sci*. 2016, 61, 127–135.
20. Biberdžić, M., Jelić, M., Deletić, N., Barać, S., Stojković, S. Effect of agroclimatic conditions at trial locations and fertilization on grain yield of triticale. *Res. J. Agric. Sci*. 2012, 44, 3–8.

REFERENCES:

1. Popp, J., Pető, K., Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 33, 243–255.
2. Živanović, L., Popović, V. (2016). Proizvodnja soje (*Glycine max*) u svetu I kodnas. In XXI Savetovanje o Biotehnologiji, Faculty of Agronomy: Čačak, Serbia, pp. 129–137.
3. Jelić, M., Milivojević, J., Nikolić, O., Djekić, V., Stamenković, S. (2015). Effect of long-term fertilization and soil amendments on yield, grain quality and nutrition optimization in winter wheat on an acidic pseudogley. *Rom. Agric. Res.*, 32, 165–174.
4. Liubych, V. V., Ostapchuk, V. V. (2025). *Formuvannia produktyvnosti trytykale ozymoho riznykh doz azotnykh dobriv, pozakorenevoho pidzhylennia ta senykatsii* [Formation of winter triticale productivity with different doses of nitrogen fertilizers, foliar top dressing and senication]. *Zbirnyk Umanskojho natsionalnoho universytetu*, 106(1), 10–18. [in Ukrainian].
5. Liubych, V. V., Stratuca, Ya. S. (2025). *Urozhainist ta yakist zerna trytykale ozymoho za riznykh vydiv i doz dobriv* [Yield and quality of winter triticale grain with different types and doses of fertilizers]. *Zbirnyk*

Любич В.В., Невлад В.І. Фосфорне живлення тритикале озимого за різних видів і доз добрив

Мета. Визначити господарське винесення фосфору та його баланс у ґрунті за різних видів і доз добрив.

Методи. Лабораторний, вимірювальний, порівняльний, аналізування, статистичний. **Результати.** Для сорту Аякс контрольні варіанти мали нульові значення інтенсивності балансу, що свідчить про відсутність компенсації винесення елемента. Внесення $P_{60}K_{60}$ забезпечувало найвищу інтенсивність балансу на рівні 115 – 124 %, що підтверджує доцільність застосування фосфорно-калійних добрив. Варіанти з додатковим азотом мали стабільні показники у межах 93 – 107 %, тоді як $P_{60} + N_{120}$ характеризувався нестійкістю, зокрема нульовим значенням у 2024 році. Для лінії LP 154 контроль також мав нульові значення. Найбільш ефективним було внесення $P_{60}K_{60}$, що забезпечувало 120 – 126 %. Варіанти з фоновим удобренням та азотом давали 90 – 105 %, тоді як $P_{60} + N_{120}$ у 2024 році знову показав нульовий результат. Застосування фосфорно-калійних добрив забезпечувало найвищу інтенсивність балансу фосфору, тоді як контрольні варіанти та окреме внесення азоту не компенсували винесення елемента. **Висновки.** Фосфорне живлення тритикале озимого значно залежить від умов азотного живлення. Для сорту Аякс середнє винесення господарського внесення фосфору у контролі становило 76,1 кг/га, тоді як за внесення $P_{60} + N_{120}$ показник зростав до 108,2 кг/га, а максимальні значення 114,7 кг/га спостерігалися в варіанті Фон + N_{120} . Застосування $K_{60} + N_{120}$ забезпечувало 93,0 кг/га, комбіноване внесення $P_{60}K_{60}$ давало 84,5 кг/га, а варіанти з розподіленим внесенням азоту Фон + $N_{60} + N_{60}$ та Фон + $N_{60}S_{35} + N_{60}$ забезпечували відповідно 102,9 і 105,5 кг/га.

За вирощування лінії тритикал озимого LP 154 показник господарського винесення фосфору був на рівні сорту Аякс. Контрольні варіанти характеризувалися значним від'ємним балансом, що свідчить про дефіцит фосфору. Внесення $P_{60}K_{60}$ забезпечувало позитивні значення у межах 7,9–11,6 кг/га, а також доцільно відзначити варіанти з роздільним внесенням азоту, де баланс коливався від незначних від'ємних до позитивних показників (-2,6 до 4,0 кг/га). У випадку застосування $P_{60} + N_{120}$ спостерігалася різке зниження у 2024 році.

Ключові слова: тритикале озиме, види і дози добрив, удобрення, фосфор, мінеральне живлення.

Liubych V.V., Nevlad V.I. Phosphorus nutrition of winter triticale depend of different types and doses of fertilizers

Aim. To determine the economic removal of phosphorus and its balance in the soil under different types and doses of fertilizers. **Methods.** Laboratory, measuring, comparative, analysis, statistical. **Results.** For the Ajax variety, the control variants had zero values of the balance intensity, which indicates the absence of compensation for the removal of the element. The application of $P_{60}K_{60}$ provided the highest balance intensity at the level of 115 – 124 %, which confirms the feasibility of using phosphorus-potassium fertilizers. Variants with additional nitrogen had stable indicators within 93 – 107 %, while $P_{60} + N_{120}$ was characterized by instability, in particular, a zero value in 2024. For the LP 154 line, the control also had zero values. The most effective was the application of $P_{60}K_{60}$,

which provided 120 – 126 %. Variants with background fertilizer and nitrogen gave 90 – 105 %, while $P_{60} + N_{120}$ in 2024 again showed a zero result. The use of phosphorus-potassium fertilizers provided the highest intensity of the phosphorus balance, while the control variants and separate nitrogen application did not compensate for the removal of the element. **Conclusions.** Phosphorus nutrition of winter triticale significantly depends on the conditions of nitrogen nutrition. For the Ajax variety, the average removal of economic phosphorus removal in the control was 76.1 kg/ha, while with the application of $P_{60} + N_{120}$ the indicator increased to 108.2 kg/ha, and the maximum values of 114.7 kg/ha were observed in the Background + N_{120} variant. The application of $K_{60} + N_{120}$ provided 93.0 kg/ha, the combined application of $P_{60}K_{60}$ gave 84.5 kg/ha, and the variants with distributed nitrogen application Background + $N_{60} + N_{60}$ and Background + $N_{60}S_{35} + N_{60}$ provided 102.9 and 105.5 kg/ha, respectively. When growing the winter triticale line LP 154, the economic phosphorus removal rate was at the level of the Ajax variety. The control variants were characterized by a significant negative balance, which indicates a phosphorus deficiency. The application of $P_{60}K_{60}$ provided positive values within 7.9 – 11.6 kg/ha, and it is also advisable to note the variants with retail nitrogen application, where the balance ranged from insignificant negative to positive indicators (-2.6 to 4.0 kg/ha). In the case of $P_{60} + N_{120}$ application, a sharp decrease was observed in 2024.

Key words: winter triticale, types and doses of fertilizers, fertilizers, phosphorus, mineral nutrition.

Дата першого надходження статті до видання: 24.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 06.05.2026