

УДК 631.811:633.19]:631.816

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.1.25>

ВМІСТ АЗОТУ В ЗЕРНІ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ТА ЙОГО ПАРАМЕТРИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Любич В.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0003-4100-9063

Стратуца Я.С. – аспірант кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-1485-1119

Вміст азоту в зерні тритикале озимого, господарське винесення, відносне винесення збільшуються від застосування азотних добрив. При цьому дефіцит азоту в ґрунті знижується. Проте всі досліджені параметри азоту значно змінюються від погодних умов року проведення досліджень. У зерні сорту Аякс вміст азоту, у середньому за три роки, зростає від 1,74 до 1,91 % за внесення найбільшої дози азотних добрив одноразово. Вміст азоту в зерні лінії LP 154 був на 8–11 % вищим порівняно з сортом Аякс. При цьому тенденції впливу різних сценаріїв внесення добрив були подібними.

Господарське винесення в варіанті без добрив становить 127,6 кг і зростає до 175,9 кг або на 38 % у варіанті Фон + N_{120} за вирощування сорту Аякс. Варіанти з роздрібним внесенням азотних добрив забезпечують лише на 3–7 % менший господарський винос. Найменше на цей показник впливає застосування фосфорних і калійних добрив, оскільки становить на рівні 133,7 кг/га або на 5 % більше порівняно з контролем. Господарське винесення азоту з урожаєм зерна в лінії LP 154 було на 10–12 % більше порівняно з сортом Аякс. При цьому вплив удобрення змінюється подібно.

Відносне винесення азоту також значно змінюється залежно від року проведення досліджень. Так, у сприятливішому 2022 р. відносне винесення азоту змінюється від 16,9 до 19,1 кг/т зерна в сорту Аякс і від 20,6 до 22,7 кг/т зерна в лінії LP 154. У менш сприятливому 2024 р. відносне винесення азоту становить від 13,5 до 14,7 кг/т і від 13,9 до 14,8 кг/т зерна відповідно.

Найбільший дефіцит азоту в ґрунті становить на ділянках без добрив і за внесення фосфорних і калійних добрив – 119,9–146,7 кг/га залежно від року дослідження за вирощування сорту Аякс. Баланс азоту на рівні -14,3–72,0 кг/га отримано за внесення азотних добрив. Тенденція зміни балансу азоту в ґрунті за вирощування лінії LP 154 подібна до сорту Аякс. При цьому величина дефіциту азоту на 23–70 % більша порівняно з сортом Аякс.

Ключові слова: тритикале озиме, господарське винесення, відносне винесення, баланс азоту, вміст азоту в зерні.

Liubych V.V., Stratutsa Ya.S. Nitrogen content in winter triticale grain and its parameters depending on fertilizer

The nitrogen content in winter triticale grain, economic yield, and relative yield increase with the application of nitrogen fertilizers. At the same time, the nitrogen deficiency in the soil is reduced. However, all studied nitrogen parameters change significantly depending on the weather conditions of the research year. In Ajax grain, the nitrogen content, on average over three years, increases from 1.74 to 1.91 % when applying the largest dose of nitrogen fertilizers once. The nitrogen content in the grain of the LP 154 line was 8–11 % higher compared to the Ajax variety. At the same time, the trends in the influence of different fertilizer application scenarios were similar.

Economic yield in the variant without fertilizers is 127.6 kg and increases to 175.9 kg or by 38 % in the variant with Fon + N_{120} when growing the Ajax variety. Variants with retail application of nitrogen fertilizers provide only 3–7 % less economic yield. This indicator is least affected by

the use of phosphorus and potassium fertilizers, since it is at the level of 133.7 kg/ha or 5 % more compared to the control. The economic nitrogen yield with grain yield in the LP 154 line was 10–12 % higher compared to the Ajax variety. At the same time, the effect of fertilizer changes similarly.

Relative nitrogen yield also varies significantly depending on the research year. Thus, in the more favorable year of 2022, the relative nitrogen yield changes from 16.9 to 19.1 kg/t of grain in the Ajax variety and from 20.6 to 22.7 kg/t of grain in the LP 154 line. In the less favorable year of 2024, the relative nitrogen yield is from 13.5 to 14.7 kg/t and from 13.9 to 14.8 kg/t of grain, respectively.

The greatest nitrogen deficiency in the soil is in areas without fertilizers and with the application of phosphorus and potassium fertilizers – -119.9 – -146.7 kg/ha depending on the research year when growing the Ajax variety. Nitrogen balance at the level f-14.3 – -72.0 kg/ha was obtained by applying nitrogen fertilizers. The trend to change the nitrogen balance in the soil when growing the LP 154 line is similar to the Ajax variety. At the same time, the amount of nitrogen deficiency is 23–70 % higher compared to the Ajax variety.

Key words: winter triticale, economic yield, relative yield, nitrogen balance, nitrogen content in grain.

Актуальність теми дослідження. Тритикале озиме є другою за врожайністю зерновою культурою, що вирощується в Європі, після пшениці [1]. Внутрішнє вирощування тритикале озимого лише в Польщі становить 1/3 світового врожаю та понад 40 % виробництва в ЄС (FAOSTAT 2023) [2]. Оскільки зерно тритикале здебільшого використовується для виробництва кормів для тварин, воно впливає на економічні умови тваринництва. Таким чином, основний попит на фуражне зерно пов'язаний з кормовою промисловістю, зокрема з птахівництвом, а останнім часом – з скотарством і свиначством [3]. Основними причинами популярності вирощування тритикале є його вищий потенціал врожайності на менш родючих ґрунтах порівняно з пшеницею, у поєднанні з вищою стійкістю до підкислення ґрунту, хвороб листя, абіотичних факторів та вимогами порівняно з іншими культурами [4, 5].

Постановка проблеми. Фактична врожайність сільськогосподарських культур є результатом кількох факторів, включаючи вдосконалення системи вирощування, виробничі витрати (високі норми азотних добрив, високий рівень захисту рослин), розподіл опадів протягом вегетаційного періоду та ефективність використання азоту [6]. Впровадження відповідних агротехнічних заходів спрямоване на отримання врожаю, який буде максимально наближеним до стандартного, або навіть на отримання врожаю вище стандартного [7].

Доза внесення азоту, необхідна для досягнення бажаного рівня продуктивності для культури, нижча за фактичну дозу внесення азоту. Надлишок азоту в ґрунті видаляється переважно шляхом засвоєння рослинами, поглинання субстратом та інших втрат, таких як випаровування аміаку, викиди N_2O і N_2 внаслідок одночасної нітрифікації та денітрифікації [8]. Покращення врожайності сільськогосподарських культур, здоров'я ґрунту, а також економічних та екологічних аспектів вимагає належних практик управління азотного удобрення. Втрати азоту у вигляді аміаку з мінеральних добрив можуть коливатися від 0,5 до 40 % від загальної кількості внесеного азоту та залежать головним чином від способу внесення добрив [9]. Згідно з даними Національного центру управління викидами, азотні добрива відповідають за 17 % викидів леткого аміаку (КОВіЗе 2019).

Оптимізація управління азотом має вирішальне значення для підвищення продуктивності азоту в контексті надмірного удобрення, яке зараз спостерігається в європейській сільськогосподарській практиці. Найкращі методи управління включають застосування правильного джерела поживних речовин у правильний

час, у правильній кількості та в правильному місці, що в сукупності відоме як принцип 4R [10]. Цей підхід гарантує, що покращення ефективності використання поживних речовин компонентами сприяє підвищенню ефективності системи [11]. Поширена практика азотного удобрення зернових культур спирається на використання твердих традиційних добрив, ефективність використання яких низька, особливо в поєднанні з дефіцитом води на стадіях колосіння та водянистої стиглості. Поглинальна здатність та ефективність використання азоту значно залежать від джерел та форм елемента й тісно пов'язані з його внутрішнім транспортуванням та розподілом [12].

У дослідженні [13] встановлено, що господарське винесення азоту з урожаєм тритикале озимого від застосування 144 кг/га д. р. азотних добрив становить 216 кг/га, а за збільшення дози до 180 кг/га д. р. – 230 кг/га. При цьому цей показник змінювався від 216 до 285 кг/га залежно від року проведення досліджень.

Отже, зростання цін на виробництво азотних добрив, низька ефективність використання азотних сполук та екологічні загрози, що виникають внаслідок вимивання азоту з ґрунту та втрат газоподібного азоту, є основними причинами проведення досліджень щодо підвищення ефективності використання азоту.

Методика досліджень. Дослідження проводили в Уманського національного університеті упродовж 2021–2024 рр. У досліді тритикале озиме вирощували за схемою, що передбачала варіанта без добрив, парні комбінації азотних, фосфорних і калійних добрив, повне мінеральне добриво, роздрібне 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 *Triticum aestivum* 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.

Ґрунт дослідної ділянки чорнозем опідзолений. Вміст гумусу в орному шарі 3,2–3,3 %, ступінь насичення основами 90–93 %, реакція ґрунтового розчину середньокисла (pH_{сол} = 5,5), гідролітична кислотність – 1,9–2,3 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 100–120 мг/кг, азот сполук, що лужногідролізуються (за методом Корнфілда) – 100–110 мг/кг ґрунту.

Вміст азоту в зерні визначали за MBV 31-497058-019-2005. Господарське та відносне винесення азоту розраховували за методикою описану Господаренком Г. М., 2023. 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 звітрювання.

Математичну обробку даних здійснювали методом дисперсійного аналізу двофакторного польового досліді, використовуючи пакет стандартних програм Microsoft Excel 2022.

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що вміст азоту в зерні тритикале озимого достовірно зростав від застосування азотних добрив

(табл. 1). Так, у сорту Аякс цей показник у середньому за три роки зростав від 1,74 до 1,91 % за внесення найбільшої дози азотних добрив одноразово. При цьому варіанти із роздільним внесенням азотних добрив забезпечували вищі показники вмісту азоту в зерні, проте неістотно. Варіанти з неповним поверненням фосфорних або калійних добрив сприяли формуванню нижчого вмісту азоту, проте неістотно. Не впливало на цей показник застосування фосфорних і калійних добрив.

Необхідно відзначити, що вміст азоту в зерні лінії LP 154 був на 8–11 % вищим порівняно з сортом Аякс. При цьому тенденції впливу різних сценаріїв внесення добрив були подібними.

Упродовж років досліджень вміст азоту також значно змінювався. Так, найвищим його вміст у зерні був у 2022 р., а в 2023 і 2024 рр. нижчим – від 1,57 до 1,95 % у сорту Аякс і від 1,62 до 1,97 % у лінії LP 154.

Таблиця 1

Вміст азоту в зерні тритикале озимого залежно від удобрення, %

Варіант досліджу (чинник А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2022	2023	2024		
Сорт Аякс (чинник В)					
Без добрив (контроль)	1,97	1,69	1,57	1,74	
$P_{60} + N_{120}$	2,12	1,86	1,65	1,88	
$K_{60} + N_{120}$	2,14	1,84	1,63	1,87	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	2,00	1,69	1,58	1,76	
$\text{Фон} + N_{120}$	2,19	1,86	1,67	1,91	
$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	2,21	1,90	1,65	1,92	
$\text{Фон} + N_{60} S_{35} + N_{60}$	2,23	1,95	1,70	1,96	
Лінія LP 154					
Без добрив (контроль)	2,40	1,79	1,62	1,94	
$P_{60} + N_{120}$	2,50	1,86	1,69	2,02	
$K_{60} + N_{120}$	2,57	1,88	1,65	2,03	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	2,42	1,77	1,63	1,94	
$\text{Фон} + N_{120}$	2,59	1,88	1,72	2,06	
$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	2,59	1,90	1,70	2,06	
$\text{Фон} + N_{60} S_{35} + N_{60}$	2,64	1,97	1,72	2,11	
HIP_{05}	A	0,06	0,05	0,04	—
	B	0,03	0,04	0,02	—

Господарське винесення азоту з урожаєм зерна змінювався від застосування азотних добрив (табл. 2). Так, у варіанті без добрив цей показник становив 127,6 кг і зростав до 175,9 кг або на 38 % у варіанті Фон + N_{120} за вирощування сорту Аякс. Господарське винесення азоту з урожаєм зерна за неповного повернення фосфорних і калійних добрив було на 4–8 % менше порівняно з повним мінеральним добривом. Варіанти з роздільним внесенням азотних добрив забезпечувало лише на 3–7 % менший господарський винос. Найменше на цей показник впливало застосування фосфорних і калійних добрив, оскільки був на рівні 133,7 кг/га або на 5 % більше порівняно з контролем.

Господарське винесення азоту з урожаєм зерна в лінії LP 154 було на 10–12 % більше порівняно з сортом Аякс. При цьому вплив удобрення змінювався подібно.

Господарське винесення азоту з урожаєм зерна значно змінювався упродовж років досліджень. Так, найбільшим воно було в 2022 р. – 139,3–192,0 кг/га в сорту Аякс і 171,5–237,6 кг/га в лінії LP 154. Найменшим господарське винесення було в 2024 р. – від 119,9 до 156,2 кг/га та від 120,9 до 166,3 кг/га відповідно. Зміни господарського винесення азоту впродовж років досліджень зумовлені формуванням різної врожайності зерна та вмісту азоту в зерні тритикале озимим.

Таблиця 2

**Господарське винесення азоту з урожаєм зерна тритикале озимого
залежно від удобрення, кг/га**

Варіант досліду (чинник А)	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Сорт Аякс (чинник В)				
Без добрив (контроль)	139,3	123,6	119,9	127,6
$P_{60} + N_{120}$	183,7	174,3	150,2	169,4
$K_{60} + N_{120}$	183,2	162,5	142,4	162,7
$P_{60} K_{60} - \text{фон}$	146,7	129,6	124,8	133,7
$\text{Фон} + N_{120}$	192,0	179,4	156,2	175,9
$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	179,1	179,7	134,3	164,3
$\text{Фон} + N_{60} S_{35} + N_{60}$	185,1	186,9	141,7	171,3
Лінія LP 154				
Без добрив (контроль)	171,5	130,3	120,9	140,9
$P_{60} + N_{120}$	225,1	181,5	159,7	188,8
$K_{60} + N_{120}$	228,2	180,9	155,3	188,1
$P_{60} K_{60} - \text{фон}$	182,7	132,9	123,3	146,3
$\text{Фон} + N_{120}$	237,6	187,9	166,3	197,2
$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	223,3	186,2	149,9	186,5
$\text{Фон} + N_{60} S_{35} + N_{60}$	231,2	194,2	157,1	194,2

Відносне винесення азоту 1 т зерна тритикале озимого зростало від застосування азотних добрив (табл. 3). У середньому за три роки досліджень у сорту тритикале озимого Аякс відносне винесення азоту зростало від 15,0 кг/т до 16,1–16,9 кг/т зерна або на 7–13 %. При цьому варіанти з роздрібним внесенням азотних добрив були майже на однаковому рівні з варіантом, де азотні добрива вносили одноразово.

Відносне винесення азоту в лінії LP 154 було на 7–11 більшим порівняно з сортом Аякс – 16,7–18,1 кг/т зерна. При цьому внесення азотних добрив збільшувало цей показник на 6–8 % порівняно з контролем.

Необхідно відзначити, що відносне винесення азоту також значно змінювалось залежно від року проведення досліджень. Так, у сприятливішому 2022 р. відносне винесення азоту змінювалось від 16,9 до 19,1 кг/т зерна в сорту Аякс і від 20,6 до 22,7 кг/т зерна в лінії LP 154. У менш сприятливому 2024 р. відносне винесення азоту становило від 13,5 до 14,7 кг/т і від 13,9 до 14,8 кг/т зерна відповідно.

Майже не впливало на цей показник внесення фосфорних і калійних добрив за вирощування обох культиварів тритикале озимого.

Таблиця 3

**Відносне винесення азоту з урожаєм зерна тритикале озимого
залежно від удобрення, кг/т зерна**

Варіант дослідіу (чинник А)	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Сорт Аякс (чинник В)				
Без добрив (контроль)	16,9	14,5	13,5	15,0
$P_{60} + N_{120}$	18,2	16,0	14,2	16,2
$K_{60} + N_{120}$	18,4	15,9	14,1	16,1
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	17,2	14,5	13,6	15,1
$\text{Фон} + N_{120}$	18,8	16,0	14,4	16,4
$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	19,0	16,3	14,2	16,5
$\text{Фон} + N_{60}S_{35} + N_{60}$	19,1	16,8	14,7	16,9
Лінія LP 154				
Без добрив (контроль)	20,6	15,4	13,9	16,7
$P_{60} + N_{120}$	21,5	16,0	14,5	17,3
$K_{60} + N_{120}$	22,1	16,2	14,2	17,5
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	20,8	15,3	14,1	16,7
$\text{Фон} + N_{120}$	22,3	16,2	14,8	17,7
$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	22,3	16,3	14,7	17,7
$\text{Фон} + N_{60}S_{35} + N_{60}$	22,7	16,9	14,8	18,1

Необхідно відзначити, що баланс азоту був від'ємним у всіх варіантах досліді (табл. 4). При цьому дефіцит азоту змінювався залежно від року проведення досліджень. За умови більшої врожайності та вищого вмісту азоту в зерні дефіцит азоту був також більшим і навпаки.

Найбільший дефіцит азоту в ґрунті був на ділянках без добрив і за внесення фосфорних і калійних добрив – -119,9–146,7 кг/га залежно від року дослідження за вирощування сорту Аякс. Баланс азоту на рівні -14,3–72,0 кг/га отримано за внесення азотних добрив.

Тенденція зміни балансу азоту в ґрунті за вирощування лінії LP 154 була подібною до сорту Аякс. При цьому величина дефіциту азоту була на 23–70 % більшою порівняно з сортом Аякс. Очевидно, що формування більшої врожайності та вищого вмісту азоту в зерні зумовили вище винесення його з ґрунту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Вміст азоту в зерні тритикале озимого, господарське винесення, відносне винесення збільшуються від застосування азотних добрив. При цьому дефіцит азоту в ґрунті знижується. Проте всі досліджені параметри азоту значно змінюються від погодних умов року проведення досліджень. У зерні сорту Аякс вміст азоту, у середньому за три роки, зростає від 1,74 до 1,91 % за внесення найбільшої дози азотних добрив одноразово. При цьому варіанти із роздільним внесенням азотних добрив забезпечують вищі показники вмісту азоту в зерні, проте неістотно. Варіанти з неповним

поверненням фосфорних або калійних добрив сприяють формуванню нижчого вмісту азоту, проте неістотно. Не впливає на цей показник застосування фосфорних і калійних добрив. Необхідно відзначити, що вміст азоту в зерні лінії LP 154 був на 8–11 % вищим порівняно з сортом Аякс. При цьому тенденції впливу різних сценаріїв внесення добрив були подібними.

Таблиця 4

Баланс азоту в ґрунті під тритикале озимим залежно від удобрення за умови видалення соломи із поля, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)	Рік дослідження		
	2022	2023	2024
Сорт Аякс (чинник В)			
Без добрив (контроль)	-139,3	-123,6	-119,9
$P_{60} + N_{120}$	-63,7	-54,3	-30,2
$K_{60} + N_{120}$	-63,2	-42,5	-22,4
$P_{60} K_{60}$ – фон	-146,7	-129,6	-124,8
Фон + N_{120}	-72,0	-59,4	-36,2
Фон + $N_{60} + N_{60}$	-59,1	-59,7	-14,3
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	-65,1	-66,9	-21,7
Лінія LP 154			
Без добрив (контроль)	-171,5	-130,3	-120,9
$P_{60} + N_{120}$	-105,1	-61,5	-39,7
$K_{60} + N_{120}$	-108,2	-60,9	-35,3
$P_{60} K_{60}$ – фон	-182,7	-132,9	-123,3
Фон + N_{120}	-117,6	-67,9	-46,3
Фон + $N_{60} + N_{60}$	-103,3	-66,2	-29,9
Фон + $N_{60} S_{35} + N_{60}$	-111,2	-74,2	-37,1

Господарське винесення в варіанті без добрив становить 127,6 кг і зростає до 175,9 кг або на 38 % у варіанті Фон + N_{120} за вирощування сорту Аякс. Господарське винесення азоту з урожаєм зерна за неповного повернення фосфорних і калійних добрив на 4–8 % менше порівняно з повним мінеральним добривом. Варіанти з роздільним внесенням азотних добрив забезпечують лише на 3–7 % менший господарський винос. Найменше на цей показник впливає застосування фосфорних і калійних добрив, оскільки становить на рівні 133,7 кг/га або на 5 % більше порівняно з контролем. Господарське винесення азоту з урожаєм зерна в лінії LP 154 було на 10–12 % більше порівняно з сортом Аякс. При цьому вплив удобрення змінюється подібно.

Відносне винесення азоту також значно змінюється залежно від року проведення досліджень. Так, у сприятливішому 2022 р. відносне винесення азоту змінюється від 16,9 до 19,1 кг/т зерна в сорту Аякс і від 20,6 до 22,7 кг/т зерна в лінії LP 154. У менш сприятливому 2024 р. відносне винесення азоту становить від 13,5 до 14,7 кг/т і від 13,9 до 14,8 кг/т зерна відповідно.

Найбільший дефіцит азоту в ґрунті становить на ділянках без добрив і за внесення фосфорних і калійних добрив – -119,9–-146,7 кг/га залежно від року

дослідження за вирощування сорту Аякс. Баланс азоту на рівні -14,3—72,0 кг/га отримано за внесення азотних добрив. Тенденція зміни балансу азоту в ґрунті за вирощування лінії LP 154 подібна до сорту Аякс. При цьому величина дефіциту азоту на 23—70 % більша порівняно з сортом Аякс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В. Технологічні параметри формування якості зерна різних сортів пшениці м'якої озимої. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 162–178.
2. FAOSTAT 2023. Statistics Division of Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (accessed on 10 March 2023).
3. 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.
4. Feledyn-Szewczyk B., Nakielska M., Jończyk K., Berbeć A.K., Kosiński J. Assessment of the suitability of 10 winter triticale cultivars (x Triticosecale Wittm. ex A. Camus) for organic agriculture Polish case study. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. 1144.
5. Jańczak-Pieniążek M. The influence of cropping systems on photosynthesis, yield, and grain quality of selected winter triticale cultivars. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. 11075.
6. Iizumi T., Ramankutty N. How do weather and climate influence cropping area and intensity? *Glob. Food Sec.* 2015 Vol. 4. P. 46–50.
7. 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.
8. Wang X., Xing Y. Effects of mulching and nitrogen on soil nitrate-n distribution, leaching and nitrogen use efficiency of maize (*Zea mays* L.). *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11(8). P. 1–18.
9. Faber A., Jarosz Z. Agricultural practices enabling the reduction of ammonia emission. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 2018. Vol. 56. P. 35–44. (in Polish).
10. Lal R. Soil health and carbon management. *Food Energy Secur.* 2016. Vol. 5(4). P. 212–222.
11. Любич В. В., Сулима А. С. Урожайність та якість зерна ячменю озимого залежно від агротехнологічних заходів. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 593–602.
12. Tang D., Liu M.Y., Zhang Q., Ma L., Shi Y., Ruan J. Preferential assimilation of NH_4^+ over NO_3^- in tea plant associated with genes involved in nitrogen transportation, utilization and catechins biosynthesis. *Plant Sci.* 2020. Vol. 291. 110369.
13. Gaj R., Górski D., Wielgusz K., Kukawka R., Szychalski M., Borowski J. Nitrogen management impact on winter triticale grain yield and nitrogen use efficiency. *Journal of Elementology*. 2023. Vol. 28(3). P. 561–593.

Дата першого надходження рукопису до видання: 25.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 30.10.2025

Дата публікації: 05.12.2025