

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ОСТАПЧУК ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ


УДК 633.111"324":631.84–048.34

**ДИСЕРТАЦІЯ
ОПТИМІЗАЦІЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО
В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

201 – Агрономія

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело  Василь ОСТАПЧУК

Науковий керівник – Любич Віталій Володимирович, доктор
сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2026

АНОТАЦІЯ

Останчук В.В. Оптимізація азотного живлення тритикале озимого в Правобережному Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» (20 – Аграрні науки та продовольство). Уманський національний університет, Умань, 2026.

У дисертації наведено дослідження щодо формування показників росту рослин тритикале озимого, врожайності та якості зерна за різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення карбамідом і сеникації.

Азотні добрива позитивно впливають на продуктивність вирощування культур а також істотно збільшують урожайність і цінність культури у різних галузях виробництва сільськогосподарської промисловості. Оскільки саме азот є ключовим лімітуючим елементом, впливає на формування врожайності та якості зерна. Водночас у Правобережному Лісостепу з його агрокліматичними контрастами і неоднорідністю ґрунтового покриву, спостерігається недостатня наукова обґрунтованість диференційованого внесення азоту з урахуванням фаз органогенезу, сортових особливостей і умов вологозабезпечення. Отже, дослідження з оптимізації азотного живлення тритикале озимого в умовах Правобережного Лісостепу є науково й практично обґрунтованим, спрямованим на підвищення продуктивності агроценозів, економічної ефективності виробництва та зниження екологічного навантаження. Завдяки удосконаленню технологій вирощування та модернізації внесення азотних добрив під тритикале озиме культура набуває нового значення.

У результаті польових досліджень (2023–2025 рр.) встановлено, що тривалість вегетаційного періоду тритикале озимого в умовах Правобережного Лісостепу України характеризувалися відносною стабільністю онтогенезу, незважаючи на між річні коливання

метеорологічних факторів. Загальна тривалість вегетації коливалася в межах 246–276 діб, при цьому найбільш тривалим був 2025 рік, що зумовлено посушливими умовами сівби та уповільненим осіннім розвитком рослин, тоді як у 2023–2024 рр. більш сприятливі погодні умови сприяли прискореному проходженню основних фенологічних фаз і скороченню тривалості вегетаційного періоду на 2–20 діб. Фенологічний розвиток за шкалою ВВСН показав чітку тенденцію до зміщення строків сівби на більш ранні дати, що забезпечувало кращі умови для осіннього кущення та підготовки рослин до перезимівлі. Прискорення настання фаз ВВСН 10–20 у 2024–2025 рр. свідчить про позитивний вплив теплішої осені та достатнього зволоження на початкові етапи росту. Водночас скорочення періоду до виходу в трубку (ВВСН 30) та в більш ранні строки настання молочної стиглості (ВВСН 73) у 2024–2025 рр. підтверджує посилення ролі температурного фактору у весняно-літній період в умовах сучасних кліматичних змін.

Висота рослин тритикале озимого значною мірою визначалася рівнем азотного живлення та погодними умовами року. На початкових етапах весняної вегетації (ВВСН 21) різниця між варіантами удобрення була мінімальною, що свідчить про вирівняні стартові умови росту. У подальші фази розвитку (ВВСН 30, 51, 73) чітко проявлялася позитивна реакція культури на підвищення доз азотних добрив, особливо за внесення N_{90-120} , що забезпечувало формування максимальної висоти рослин від 116 до 119 см. Разом із тим у 2025 році за умов підвищених температур і дефіциту вологи приріст висоти був обмеженим, що вказує на лімітуючу роль гідротермічних умов у реалізації потенціалу азотного живлення.

Формування елементів структури врожаю істотно залежало від поєднання рівня мінерального живлення, застосування позакореневого підживлення карбамідом і сеникації. Кількість продуктивних стебел зростала зі збільшенням доз азоту, досягаючи максимальних значень за внесення N_{90-120} , особливо у сприятливому за погодними умовами 2025

році від 490 до 492 шт./м². Помірні дози азоту N₃₀₋₆₀ забезпечували найбільш стабільну продуктивність за роками, що підтверджує їх високу агрономічну доцільність.

Маса 1000 зерен і кількість зерен у колосі значною мірою визначалися погодними умовами року та рівнем азотного живлення. Найбільша мінливість цих показників спостерігалася у контрольних варіантах без добрив, що підкреслює роль мінерального живлення у стабілізації формування генеративних органів. Внесення фосфорно-калійних добрив (P₆₀K₆₀) та помірних доз азоту сприяло підвищенню маси зерна, тоді як надлишкові дози азоту за несприятливих гідротермічних умов призводили до її зниження, що свідчить про можливий дисбаланс між вегетативним ростом і наливом зерна.

Позакореневе підживлення карбамідом загалом мало допоміжний характер і не забезпечувало істотного приросту основних елементів структури врожаю порівняно з ґрунтовим внесенням азоту, однак у роки з кращими погодними умовами сприяло незначному підвищенню стабільності продуктивних показників. Застосування сеникації в поєднанні з азотним живленням посилювало формування продуктивного стеблостою та коефіцієнта продуктивного кушіння, особливо за середніх і високих доз азоту, що свідчить про ефективне регулювання ростових процесів і перерозподіл асимілятів на користь генеративних органів.

Узагальнюючи результати досліджень, можна стверджувати, що оптимізація системи азотного живлення тритикале озимого з урахуванням погодних умов року, поєднання ґрунтового внесення помірних доз азоту (N₆₀₋₉₀), фосфорно-калійного фону та застосування сеникації є ключовим чинником формування стабільної врожайності й високої індивідуальної продуктивності культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

При внесенні 30 кг/га д. р. у вигляді позакореневого підживлення карбамідом урожайність тритикале озимого збільшується лише на 2–4 %. Також приріст урожайності від застосування 30–120 кг/га д. р. азотних

добрив складав 9–26 % порівняно з варіантом без добрив. Необхідно відзначити, що внесення фосфорних і калійних добрив збільшувало цей показник лише на 1–2 %. Результати досліджень свідчать, що за проведення сеникації без позакореневого підживлення карбамідом урожайність зерна тритикале озимого майже не змінювалась порівняно з ділянками, де сеникацію не проводили – 5,49–6,84 т/га. За проведення позакореневого підживлення врожайність від сеникації збільшувалась лише на 1 % порівняно з ділянками без проведення сеникації, що було недостовірним.

На врожайність та вміст білка в зерні тритикале озимого впливають різні способи застосування азотних добрив. Найбільше на врожайність впливає внесення 60–90 кг/га д. р. азотних добрив. Позакореневе підживлення карбамідом і сеникація достовірно не впливають на врожайність зерна тритикале озимого. Урожайність при цьому збільшується від 4,72–6,25 до 5,31–8,31 т/га залежно від погодних умов. У системі удобрення тритикале озимого ефективним є застосуванням N_{60-90} з позакореневим підживленням карбамідом у дозі N_{30} . Така система удобрення забезпечує отримання врожайності на рівні 5,36–8,50 т/га з вмістом білка 10,0–11,5 % залежно від погодних умов у роки проведення досліджень.

Упродовж 2023–2025 рр. формування врожайності та комплексу якісних показників зерна тритикале озимого відбувалося під впливом погодних умов року вирощування, рівня мінерального живлення та застосування позакореневого підживлення карбамідом і сеникацією. Аналіз експериментальних даних засвідчив істотну мінливість усіх досліджуваних показників, що зумовлено відмінностями температурного режиму та вологозабезпечення у періоди інтенсивного росту, наливу зерна та формування його технологічних властивостей. Найсприятливішими для реалізації продуктивного й якісного потенціалу культури виявилися умови

2024 і 2025 років, тоді як 2023 рік характеризувався певними обмеженнями процесів накопичення білка, клейковини та формування сили борошна.

Фосфорно-калійний фон $P_{60}K_{60}$ без внесення азотних добрив виконував переважно стабілізуючу та підтримувальну функцію. Його застосування забезпечувало незначне, але відтворюване зростання натури зерна та виходу білка порівняно з контролем без добрив, однак практично не впливало на вміст крохмалю та показники альвеографа. Так, середні за три роки значення натури зерна на фоні $P_{60}K_{60}$ лише на кілька грамів на літр перевищували контроль, а вихід білка зростав не більше ніж на 5–10 кг/га. Це переконливо свідчить про те, що за дефіциту азоту фосфор і калій не здатні забезпечити суттєве покращення технологічних властивостей зерна тритикале озимого.

Визначальним чинником формування якісних показників зерна в усі роки досліджень було азотне живлення. Зі збільшенням доз азоту на тлі $P_{60}K_{60}$ спостерігалось закономірне й статистично обґрунтоване зростання вмісту та виходу білка, вмісту клейковини, індексу зелені та сили борошна. Так, у варіантах без позакореневого підживлення вихід білка зростав від 467–523 кг/га у контролі до 686–801 кг/га за максимальної дози N_{120} залежно від року досліджень, тоді як за застосування карбаміду по листку ці значення досягали 603–843 кг/га. Особливо інтенсивна реакція культури на азот відмічалася в інтервалі середніх доз N_{30-60} , що проявлялося різким зростанням білкової продуктивності та сили борошна без істотного погіршення фізичних властивостей зерна.

Подальше підвищення доз азоту до N_{90-120} забезпечувало максимальні абсолютні значення білка та клейковини, а також найвищі показники сили борошна, які у сприятливі роки перевищували 140–150 о. а. за умов позакореневого підживлення. Водночас темпи приросту цих показників порівняно з дозою N_{60} суттєво знижувалися, що свідчить про наближення до біологічного оптимуму азотного живлення. Крім того, за високих доз

азоту спостерігалася тенденція до зниження натури зерна, що вказує на формування менш виповненого зерна за надмірного азотного навантаження, особливо у роки з менш сприятливими умовами наливу.

Зростання доз азотних добрив супроводжувалося чітко вираженою негативною реакцією крохмалонакопичення. У варіантах без позакореневого підживлення середній вміст крохмалю знижувався з 60,8 % у контролі до 59,4 % за N_{120} , тоді як за поєднання високих доз ґрунтового азоту з карбамідним підживленням він зменшувався до 58,8 %. Це свідчить про перерозподіл асимілятів у напрямі синтезу білкових і азотовмісних сполук за інтенсивного азотного живлення та підтверджує антагоністичний характер взаємозв'язку між накопиченням білка і крохмалю в зерні.

Позакореневе підживлення карбамідом у критичні фази органогенезу тритикале озимого мало стабільний і багатоплановий позитивний вплив на якість зерна. Його застосування забезпечувало додаткове підвищення виходу білка, вмісту та якості клейковини, індексу зелені та сили борошна порівняно з відповідними варіантами без підживлення.

Особливо чітко цей ефект проявлявся у 2024 році, коли за несприятливих умов формування якості зерна сила борошна без позакореневого підживлення не перевищувала 30–70 о. а., тоді як застосування карбаміду підвищувало її до 100–130 о. а. Таким чином, позакореневе підживлення виконувало компенсаторну функцію, стабілізуючи якісні показники зерна за умов стресового перебігу вегетації.

Кореляційний аналіз засвідчив наявність дуже тісних і статистично достовірних зв'язків між вмістом білка та вмістом клейковини, а також між цими показниками і силою борошна. Високі значення коефіцієнтів детермінації ($r^2 = 0,82\text{--}0,98$) підтверджують закономірний характер змін технологічних властивостей зерна залежно від рівня азотного живлення та застосування позакореневого підживлення карбамідом, що дає змогу прогнозувати якість зерна за відповідних агротехнічних умов.

Результати досліджень свідчать, що найбільш агрономічно обґрунтованим і технологічно доцільним є поєднання фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ із середніми дозами азоту N_{60-90} та позакореневим підживленням карбамідом на тлі сеникації. Саме за таких умов формується оптимальне співвідношення між білковим і крохмальним комплексами зерна, забезпечуються високі й стабільні показники сили борошна та індексу зелені без надмірного зниження натури зерна, що створює передумови для ефективного використання тритикале озимого у продовольчому та переробному напрямках.

Найбільш економічно обґрунтованими в умовах дослідів виявилися варіанти з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ з позакореневим підживленням карбамідом без проведення сеникації. Саме за цих варіантів забезпечено оптимальне співвідношення між рівнем інтенсифікації технології та економічною ефективністю. Максимальні значення умовно чистого прибутку були від 35,6 до 36,6 тис. грн/га за достатньо високого рівня рентабельності від 83 до 107 %. Це підтверджує доцільність застосування азотних добрив для вирощування тритикале озимого.

Ключові слова: тритикале озиме, дози азотних добрив, позакореневе підживлення, сеникація, показники росту рослин, урожайність, якість зерна, економічна ефективність.

ABSTRACT

Ostapchuk V. V. Optimization of nitrogen nutrition of winter triticale in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 “Agronomy” (20 – Agrarian Sciences and Food). Uman National University, Uman, 2026.

The dissertation presents research on the formation of growth parameters of winter triticale plants, grain yield, and grain quality under different rates of nitrogen fertilizers, foliar feeding with urea, and senication.

Nitrogen fertilizers have a positive effect on crop production efficiency and significantly increase yield and crop value across various branches of agricultural production, since nitrogen is the key limiting element influencing yield formation and grain quality. At the same time, in the Right-Bank Forest-Steppe, characterized by agroclimatic contrasts and soil cover heterogeneity, there is insufficient scientific substantiation of differentiated nitrogen application with regard to organogenesis phases, varietal characteristics, and moisture supply conditions. Therefore, studies aimed at optimizing nitrogen nutrition of winter triticale under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe are scientifically and practically justified, being focused on increasing agroecosystem productivity, economic efficiency of production, and reducing environmental load. Owing to the improvement of cultivation technologies and modernization of nitrogen fertilizer application, winter triticale acquires new agronomic significance.

As a result of field experiments conducted during 2023–2025, it was established that the duration of the vegetation period of winter triticale under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine was characterized by relative stability of ontogenesis despite interannual fluctuations of

meteorological factors. The total duration of vegetation ranged from 246 to 276 days, with the longest period recorded in 2025 due to dry sowing conditions and slowed autumn plant development, whereas in 2023–2024 more favorable weather conditions promoted accelerated passage of the main phenological stages and shortened the vegetation period by 2–20 days. Phenological development according to the BBCH scale demonstrated a clear tendency toward earlier sowing dates, which ensured better conditions for autumn tillering and plant preparation for overwintering. Acceleration of the onset of BBCH 10–20 stages in 2024–2025 indicates a positive effect of warmer autumn conditions and sufficient moisture on early growth stages. At the same time, shortening of the period to stem elongation (BBCH 30) and earlier onset of milk ripeness (BBCH 73) in 2024–2025 confirms the increasing role of the temperature factor during the spring–summer period under contemporary climate change conditions.

Plant height of winter triticale was largely determined by the level of nitrogen nutrition and weather conditions of the year. At early stages of spring vegetation (BBCH 21), differences between fertilization variants were minimal, indicating uniform initial growth conditions. In subsequent development stages (BBCH 30, 51, 73), a pronounced positive crop response to increasing nitrogen rates was observed, especially at N_{90-120} , which ensured maximum plant height of 116–119 cm. At the same time, in 2025, under conditions of elevated temperatures and moisture deficit, height increment was limited, indicating the limiting role of hydrothermal conditions in realizing the potential of nitrogen nutrition.

Formation of yield structure elements significantly depended on the combination of mineral nutrition level, foliar feeding with urea, and senication. The number of productive stems increased with rising nitrogen rates, reaching maximum values at N_{90-120} , particularly in the meteorologically favorable year of 2025 (490–492 stems/m²). Moderate nitrogen rates (N_{30-60}) ensured the most stable productivity across years, confirming their high agronomic feasibility.

The thousand-kernel weight and the number of grains per spike were largely determined by weather conditions and nitrogen nutrition level. The highest variability of these parameters was observed in control treatments without fertilizers, emphasizing the role of mineral nutrition in stabilizing generative organ formation. Application of phosphorus–potassium fertilizers ($P_{60}K_{60}$) and moderate nitrogen rates contributed to increased grain weight, whereas excessive nitrogen rates under unfavorable hydrothermal conditions led to its reduction, indicating a possible imbalance between vegetative growth and grain filling.

Foliar feeding with urea generally had an auxiliary character and did not provide a significant increase in the main yield structure elements compared with soil nitrogen application; however, in years with more favorable weather conditions, it contributed to a slight increase in the stability of productive parameters. Application of senication in combination with nitrogen nutrition enhanced the formation of productive stem density and the coefficient of productive tillering, especially at medium and high nitrogen rates, indicating effective regulation of growth processes and redistribution of assimilates in favor of generative organs.

Summarizing the research results, it can be stated that optimization of the nitrogen nutrition system of winter triticale, taking into account annual weather conditions, the combination of soil application of moderate nitrogen rates (N_{60-90}), phosphorus–potassium background, and the use of senication, is a key factor in forming stable yield and high individual crop productivity under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Application of 30 kg/ha of active ingredient in the form of foliar feeding with urea increased winter triticale yield by only 2–4 %. Yield increase from the application of 30–120 kg/ha of nitrogen fertilizers amounted to 9–26 % compared with the unfertilized control. It should be noted that the application of phosphorus and potassium fertilizers increased this indicator by only 1–2 %. Research results indicate that senication without foliar feeding with urea almost

did not change grain yield of winter triticale compared with plots without senication (5.49–6.84 t/ha). When foliar feeding was applied, senication increased yield by only 1 % compared with plots without senication, which was statistically insignificant.

Grain yield and protein content of winter triticale are influenced by different methods of nitrogen fertilizer application. The greatest effect on yield is provided by the application of 60–90 kg/ha of nitrogen fertilizers. Foliar feeding with urea and senication do not significantly affect winter triticale grain yield. Yield increases from 4.72–6.25 to 5.31–8.31 t/ha depending on weather conditions. In the fertilization system of winter triticale, the application of N_{60-90} combined with foliar feeding with urea at a rate of N_{30} is effective. Such a fertilization system ensures yields of 5.36–8.50 t/ha with protein content of 10.0–11.5 %, depending on weather conditions in the years of research.

During 2023–2025, the formation of yield and the complex of grain quality indicators of winter triticale occurred under the influence of weather conditions of the growing year, mineral nutrition level, and the application of foliar feeding with urea and senication. Analysis of experimental data revealed significant variability of all studied indicators, caused by differences in temperature regime and moisture supply during periods of intensive growth, grain filling, and formation of technological properties. The most favorable conditions for realizing productive and quality potential of the crop were observed in 2024 and 2025, whereas 2023 was characterized by certain limitations in protein and gluten accumulation and in the formation of flour strength.

The phosphorus–potassium background $P_{60}K_{60}$ without nitrogen fertilizers performed mainly a stabilizing and supportive function. Its application ensured a slight but reproducible increase in test weight and protein yield compared with the unfertilized control, but practically did not affect starch content and alveograph parameters. Thus, the three-year average grain test weight under $P_{60}K_{60}$ exceeded the control by only several grams per liter, while protein yield increased by no more than 5–10 kg/ha. This convincingly indicates that under

nitrogen deficiency, phosphorus and potassium are unable to provide a significant improvement in technological properties of winter triticale grain.

The determining factor in the formation of grain quality indicators in all years of research was nitrogen nutrition. Increasing nitrogen rates against the background of $P_{60}K_{60}$ resulted in a consistent and statistically substantiated increase in protein content and yield, gluten content, green index, and flour strength. Thus, in treatments without foliar feeding, protein yield increased from 467–523 kg/ha in the control to 686–801 kg/ha at the maximum dose of N_{120} depending on the year, whereas with foliar urea application these values reached 603–843 kg/ha. Particularly intensive crop response to nitrogen was observed within the range of moderate rates N_{30-60} , manifested by a sharp increase in protein productivity and flour strength without a significant deterioration of grain physical properties.

Further increase of nitrogen rates to N_{90-120} ensured maximum absolute values of protein and gluten as well as the highest flour strength indicators, which in favorable years exceeded 140–150 a.u. under foliar feeding conditions. At the same time, the rate of increase of these indicators compared with N_{60} significantly decreased, indicating proximity to the biological optimum of nitrogen nutrition. In addition, at high nitrogen rates, a tendency toward decreased grain test weight was observed, pointing to the formation of less well-filled grain under excessive nitrogen load, especially in years with less favorable grain-filling conditions.

Increasing nitrogen fertilizer rates was accompanied by a pronounced negative response of starch accumulation. In treatments without foliar feeding, average starch content decreased from 60.8 % in the control to 59.4 % at N_{120} , while under the combination of high soil nitrogen rates with urea foliar feeding it decreased to 58.8 %. This indicates redistribution of assimilates toward the synthesis of protein and nitrogen-containing compounds under intensive nitrogen nutrition and confirms the antagonistic relationship between protein and starch accumulation in grain.

Foliar feeding with urea at critical stages of winter triticale organogenesis had a stable and multifaceted positive effect on grain quality. Its application ensured an additional increase in protein yield, gluten content and quality, green index, and flour strength compared with corresponding treatments without foliar feeding.

This effect was especially pronounced in 2024, when under unfavorable conditions for grain quality formation, flour strength without foliar feeding did not exceed 30–70 a.u., whereas urea application increased it to 100–130 a.u. Thus, foliar feeding performed a compensatory function, stabilizing grain quality indicators under stress conditions of vegetation.

Correlation analysis revealed very close and statistically significant relationships between protein content and gluten content, as well as between these indicators and flour strength. High values of determination coefficients ($r^2 = 0.82\text{--}0.98$) confirm the regular nature of changes in technological grain properties depending on nitrogen nutrition level and the application of foliar feeding with urea, enabling the prediction of grain quality under appropriate agrotechnical conditions.

The results of long-term studies indicate that the most agronomically justified and technologically expedient combination is the phosphorus–potassium background $P_{60}K_{60}$ with medium nitrogen rates N_{60-90} and foliar feeding with urea against the background of senication. Under these conditions, an optimal balance between protein and starch complexes of grain is formed, high and stable indicators of flour strength and green index are ensured without excessive reduction in grain test weight, creating prerequisites for effective use of winter triticale in food and processing industries.

The most economically justified variants under experimental conditions were those with the application of $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ combined with foliar feeding with urea without senication. These variants ensured an optimal balance between the level of technological intensification and economic efficiency. Maximum values of conditional net profit ranged from 35.6 to 36.6 thousand

UAH/ha with a sufficiently high level of profitability of 83–107 %, confirming the expediency of nitrogen fertilizer application for winter triticales cultivation.

Keywords: winter triticales, nitrogen fertilizer rates, foliar feeding, senescence, plant growth indicators, yield, grain quality, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях України

Остапчук В.В., Любич В.В. Урожайність тритикале озимого залежно від умов азотного живлення в Правобережному Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Ч. 2. С. 21–25.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2025. Вип. 106. Ч. 1. С. 10–18.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Формування індивідуальної продуктивності рослин тритикале озимого за різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення карбамідом і сеникацією. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 145. Ч. 1. С. 210–217.

Остапчук В. В. Вплив азотного підживлення і сеникації на ріст і розвиток тритикале озимого. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Вип. 107. Ч. 1. С. 198–206.

Матеріали науково-практичних конференцій

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Технологічні властивості зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив. *XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (19 квітня 2024 р., с. Центральне). С. 105–106.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Формування продуктивності тритикале озимого залежно від удобрення. *V Міжнародна науково-практична конференція «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку»* (28 березня 2024 р., Біла Церква). С. 175–177.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Ефективність застосування добрив під тритикале озиме. *Всеукраїнська наукова конференція молодих учених і*

науково педагогічних працівників. (23 травня 2024 р., Умань). С.

Любич В.В., Остапчук В.В. Вміст білка тритикале озимого залежно від азотних добрив. *Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти та агротехнології», (21 лютого 2025 р., Умань). С. 115–116.*

Любич В.В., Остапчук В.В. Урожайність тритикале озимого залежно від азотного живлення. *VI Міжнародна науково-практична конференція (27 березня 2025 р., Біла Церква). С. 171–172.*

Остапчук В.В., Любич В.В. Winter triticale yields for the use of nitrogen fertilizers. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету. (24 квітня 2025 р., Умань). С. 87–88.*

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1	
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ	
ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД	25
УДОБРЕННЯ (огляд літератури)	
1.1	26
1.2	30
1.3	35
РОЗДІЛ 2	
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ	48
ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1	48
2.2	53
РОЗДІЛ 3	
РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ТРИТИКАЛЕ	
ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ,	58
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА	
СЕНИКАЦІЇ	
3.1	58
3.2	60
3.3	62
3.4	72
РОЗДІЛ 4	
УРОЖАЙНІСТЬ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА	
РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРІВ,	83
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА	
СЕНИКАЦІЇ	

	Урожайність зерна та соломи за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення карбамідом	83
4.1		
4.2	Формування врожайності зерна й соломи за різного удобрення та позакореневого підживлення на тлі сеникації	97
РОЗДІЛ 5	ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА СЕНИКАЦІЇ	106
5.1	Показники якості зерна за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення карбамідом	106
5.2	Якість зерна за різного удобрення та позакореневого підживлення на тлі сеникації	129
РОЗДІЛ 6	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА СЕНИКАЦІЇ	154
	ВИСНОВКИ	160
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	163
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	164
	ДОДАТКИ	185

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. В асортименті зернових культур важливе значення мають зернові культури, серед яких виділяється та поширене в Україні тритикале озиме. Його вирощують у вузькоспеціалізованих районах і господарствах України в недостатній кількості.

Тритикале озиме з кожним роком все більше привертає уваги дослідників і фермерів. У свій час фундаментальними дослідженнями, вивченням біологічних особливостей, розробкою та оптимізацією технології вирощування, а також селекційною роботою з тритикале озимим займалися: Долгодушев А. В., Бурлака В. І., Кондратюк М. М., Барановський А. І., Григорюк С. І., Деркач І. М., Козир А. І., Зінченко О. І., Кісіль В. І., Жемела С. П., Крупка Я. О., Левицький О. В., Мельник Р. П., Берестов В. С., а також зарубіжні науковці: Mergoum M., Peña R. J., Žur I., McGovern C. M., Varughese G., Lukaszewski A. J., Goyal A., Pržulj N., Randhawa H. S., Villegas D.

Зерно тритикале озимого за протеїновою поживністю переважає зерно пшениці на 9,5 %, а ячменю та кукурудзи – майже на 40 %. Зерно тритикале озимого використовують як у хлібопекарській, так і в поварній та спиртовій промисловості.

Азотні добрива позитивно впливають на продуктивність вирощування культур а також істотно збільшують урожайність і цінність культури у різних галузях виробництва сільськогосподарської промисловості. Оскільки саме азот є ключовим лімітуючим елементом, впливає на формування врожайності та якість зерна. Водночас у Правобережному Лісостепу з його агрокліматичними контрастами і неоднорідністю ґрунтового покриву, спостерігається недостатня наукова обґрунтованість диференційованого внесення азоту з урахуванням фаз органогенезу, сортових особливостей і умов вологозабезпечення. Отже,

дослідження з оптимізації азотного живлення тритикале озимого в умовах Правобережного Лісостепу є науково й практично обґрунтованим, спрямованим на підвищення продуктивності агроценозів, економічної ефективності виробництва та зниження екологічного навантаження.

Завдяки удосконаленню технологій вирощування та модернізації внесення азотних добрив під тритикале озиме культура набуває нового значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційну роботу виконано впродовж 2022–2025 рр. відповідно до наукової програми Уманського національного університету «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0121U112521).

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень було оптимізувати застосування азотних добрив під тритикале озиме за рахунок дослідження різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- провести огляд літератури щодо ефективності застосування азотних добрив під тритикале озиме;
- визначити індивідуальну продуктивність посівів тритикале озимого залежно від удобрення;
- визначити урожайність і якість зерна тритикале озимого залежно від рівня азотного живлення;
- встановити економічну ефективність застосування добрив під тритикале озиме;
- розробити рекомендації з удосконалення системи застосування азотних добрив під тритикале озиме.

Об'єкт дослідження – процеси формування врожайності та якісних показників зерна тритикале озимого залежно від внесення азотних добрив, позакореневого підживлення карбамідом і сеникації.

Предмет дослідження – морфо-фізіологічні та біохімічні показники рослин, структурні елементи врожаю, продуктивність, якість зерна й реакція тритикале озимого під впливом застосування азотних добрив, параметри урожайності.

Методи дослідження. У процесі виконання дисертаційної роботи було використано комплекс методів дослідження, які охоплюють польовий та лабораторний метод. Польовий метод застосовували для безпосереднього спостереження за динамікою росту та розвитку рослин, формуванням структурних елементів врожаю та загальної продуктивності тритикале озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. Лабораторний метод – для визначення фізіолого-біохімічних параметрів, елементного складу рослинного матеріалу, якості зерна, вмісту білка. Статистичну достовірність і точність отриманих експериментальних даних забезпечено шляхом використання кореляційного, регресійного та дисперсійного аналізів. Для оцінювання економічної доцільності застосування технологічних заходів у вирощуванні тритикале озимого використано економіко-розрахункові методи аналізу, що дозволило встановити загальну ефективність дослідної системи удобрення.

Наукова новизна одержаних результатів. В умовах Правобережного Лісостепу України проведено комплексні експериментальні дослідження з внесенням азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації.

Уперше:

визначено вплив різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення карбамідом з сеникацією на формування показників росту рослин, урожайність та якість зерна тритикале озимого сорту Пудик.

Оптимізовано:

систему удобрення тритикале озимого, що передбачає застосування $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ після гороху з позакореневим підживленням карбамідом у фазу ВВСН 75 (доза N_{30} , концентрація робочого розчину 6 %) або без

нього.

Набуло подальшого розвитку вивчення процесу позакореневого підживлення та сеникації на рослини тритикале озимого для умов Правобережного Лісостепу України, визначення продуктивності та економічний аналіз технології вирощування тритикале озимого залежно від доз азотних добрив і позакореневого підживлення; розробка технології внесення азотних добрив під тритикале озиме.

Практичне значення отриманих результатів полягає в уточненні системи удобрення тритикале озимого. Доведено, що після гороху економічно доцільним є застосування $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ з позакореневим підживленням карбамідом у фазу ВВСН 75 (доза N_{30} , концентрація робочого розчину 6 %) або без нього. За такого сценарію удобрення врожайність зерна тритикале озимого становить 6,70–7,00 т/га з вмістом білка від 8,1 до 11,6 %.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку та показали високу економічну ефективність у ФГ «Віта+» Уманського району Черкаської обл., (акт від 22.07.2025 р.); ПП «Тернівське» Уманського району Черкаської обл., (акт від 22.07.2025 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертація є завершеною науковою роботою, виконаною впродовж 2022–2025 рр. Здобувачем розроблено прогу досліджень, здійснено аналіз наукових літературних джерел за темою дисертації, закладено і проведено польові та лабораторні дослідження, узагальнено їх результати, сформульовано висновки і рекомендації виробництву. Публікації виконано автором самостійно та в співавторстві, де внесок здобувача полягає у проведенні польових досліджень, теоретичному узагальненні результатів, систематизації та підготовці наукових праць до друку, написанні та оформленні кваліфікаційної наукової роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи оприлюднено на засіданнях кафедри харчових

технологій УНУ (2022–2025 рр.); XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 2024); V Міжнародна науково-практична конференція «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку» (Біла Церква, 2024); Всеукраїнська наукова конференція молодих учених і науково педагогічних працівників (Умань, 2025); Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти та агротехнології» (Біла Церква, 2025); VI Міжнародна науково-практична конференція (Біла Церква, 2025); Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету (Умань, 2025); VIII Міжнародної науково-практичної конференції. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво (Миколаїв, 2025).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано **11** наукових праць, з них – **чотири** статті у виданнях України, внесених до Переліку фахових видань України, **7** – матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел (загалом 177 позицій, з них 119 латиницею), рекомендацій виробництву, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 189 сторінок комп'ютерного тексту, основний зміст викладено на 147 сторінках і містить 42 таблиці, 6 рисунків, і три додатки.

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Значним досягненням сучасної генетики і селекції рослин є створення тритикале озимого, сорти якого успішно впроваджуються в сільськогосподарське виробництво. Тритикале озиме об'єднує в собі багато переваг та якостей вихідних батьківських форм – пшениці та жита: високий потенціал урожайності зерна та зеленої маси, підвищені адаптивні властивості (холодостійкість, посухостійкість, невибагливість до ґрунту, комплексний імунітет до грибкових захворювань), підвищений вміст білка й лізину в зерні та основних поживних речовин у зеленій масі [175].

Збільшенню площі посівів тритикале озимого як зернової та кормової культури сприяє краща, ніж у пшениці озимої, адаптивність, висока та стабільна врожайність, широкі можливості в використанні зерна на харчові, технічні й кормові цілі [176]. В землеробстві тритикале озиме займає шосте місце після пшениці, кукурудзи, рису, вівса та ячменю. Тритикале озиме вирощується майже в усіх європейських країнах, особливо в Німеччині, Польщі, Франції, Чехії, Бельгії та є переважно європейським хлібом. У 1940 році на долю європейських країн припадало біля 87,5 % усіх посівів тритикале озимого на земній кулі [59]. У 2022 році глобальне тритикальне виробництво досягло 14,2 млн т, також Польща зробила свій, внесок а саме отримала 5,4 млн тон зерна. В Україні вирощено 27,1 тис т [172].

З точки зору харчування, цінність тритикале озимого може конкурувати з пшеницею, кукурудзою або ячменем [53]. Дослідження підтвердили, що потенціал тритикале озимого як зерна та його продуктів для виробництва борошна та хліба має високу цінність [50, 70] а також може замінити пшеничне борошно у виробництві печива, тістечок [119] і макаронів [68, 12]. Суттєве скорочення посівних площ у світі

компенсувалися значним підвищенням урожайності [96].

Перевага тритикале озимого стійкість до ґрунтового середовища для росту та розвитку тритикале нейтральна або слабо кисла (рН 5,5–7,0) [96]. Тритикале озиме вирізняється серед зернових культур підвищеною стійкістю до кислих ґрунтів [55].

1.1 Агробіологічні особливості тритикале озимого

Створення тритикале – нового виду зернової культури з унікальними властивостями, що представляє собою окремий ботанічний рід, є одним із найважливіших досягнень селекції останніх десятиліть. Завдяки добре розвиненій кореневій системі тритикале озиме випереджає пшеницю в рості навіть після появи сходів, а значний восковий наліт на пагонах сприяє підвищенню посухостійкості рослин. Однак у суху погоду, в період інтенсивного росту вегетативної маси, рослини тритикале утворюють дрібні зерна, маса яких на 1000 зерен не перевищує 35–40 г, замість звичайної маси 50–55 г [23].

Тритикале озиме при створенні взяло в себе найкращі властивості озимих культур такі як: стійкість до різних несприятливих факторів рослин, що підкреслює високу продуктивність сортів цієї культури [158]. Науково підтверджено, що на непридатних для пшениці озимої ґрунтах урожайність тритикале озимого перевищує врожайність жита майже вдвічі. Нині в погодних умовах осіннього періоду спостерігається тенденція до посушливості, що потребує нових підходів до технології вирощування озимих зернових. За недотримання з об'єктивних і суб'єктивних причин рекомендованих строків сівби оцінку сорту необхідно проводити не тільки за зерновою продуктивністю, але й за адаптивністю до екологічних умов [160, 135].

У тритикале озимого в зовнішніх морфологічних ознаках добре помітні ознаки батьківських видів. Наприклад, у тривидових тритикале

ознаки пшениці м'якої безостість колосу та порівняно широкі колоскові луски, пшениці твердої – висока щільність колосу і широкий кіль колоскових лусок, жита – опушеність стебла під колосом. У двовидових октаплоїдних тритикале колос зазвичай, веретеновидний, довший, ніж у пшениці, стебло під колосом опушене. У спадковому відношенні тритикале різко відрізняються від пшениці та жита й дуже важко схрещуються з вихідними батьківськими видами. Наприклад, у схрещуваннях тритикале з пшеницею твердою запліднення квіток відбувається, але гібридні зернівки виходять щуплими, несхожими, проростають лише окремі з них, які потім гинуть [96]. Схрещування тритикале з житом також вдаються з великими труднощами, краще гібридне насіння зав'язується з тетраплоїдним житом, гірше з диплоїдним. У наступних генераціях гібриди виходять дещо краще з диплоїдним житом. Легше схрещуються тритикале з пшеницею м'якою, особливо коли в якості материнських рослин використовують тритикале, а батьківських – пшеницю.

За кількістю хромосом в ядрі клітини тритикале можуть бути 56-хромосомні (октаплоїдні), 42-хромосомні (гексаплоїдні) та 28-хромосомні (тетраплоїдні). Геномна структура ядра клітини всіх цих груп різна. Тритикале, як і пшениця, мають поліплоїдний ряд: $2n=28$, $2n=42$, $2n=56$ хромосом. Залежно від походження вони можуть бути дво-, тривидові та вторинні, насичені пшеницею (гібриди тритикале з пшеницею) або житом (гібриди тритикале з житом). Різнохромосомні тритикале за здатністю до схрещування, плодючості організмів у першому та по розщепленню рослин у другому та третьому поколіннях відносяться до міжвидових гібридів. У спадковому відношенні вони не є ні пшеницею, ні житом, хоча походять від цих батьківських форм. У зв'язку з цим у 1971 виділили їх у самостійний штучно створений ботанічний рід *Triticale* у родині злакових (Gramineae) зі своїми видами, різновидами, екологічними типами і сортами [12].

Найбільш важливими є три види: *Triticale aestivumforme* – тритикале з

участю пшениці м'якої (октоплоїди); *Triticale durumforme* – тритикале дурумформі – пшениці твердої (гексаплоїди); *Triticale trispecies* – тритикале тривидові, в яких синтезована спадковість пшениць м'якої, твердої та жита (гексаплоїдні). Кожен вид за морфологічними ознаками колосу, озимості та ярості представляє велику різноманітність. Внутрішньовидова гібридизація добре вдається, гібридні рослини нормально розвинені. На різновиди тритикале поділяють за ознаками колоса остистість або безостистість, опушення лусок, зерна. Міжвидова та внутрішньовидова класифікація необхідні при генетичних, селекційних, ботанічних, насінницьких дослідженнях і господарському дослідженню сортів [96].

Екологічні дослідження зразків і сортів тритикале озимого виявили їх слабку адаптивну здатність. Підвищення температури, зміна географічної ширини довжини дня, вологи і особливостей складу по розпаду впливають на продуктивність тритикале. Причина слабкої адаптації тритикале до різних умов середовища є недоліком еволюційного розвитку. Одночасно в агрокліматичних умовах виробництва тритикале озимого може перевищувати пшеницю озиму та можуть перевершити пшеницю і не поступається житу озимому [96]. На непридатних для пшениці землях урожайність деяких сортів тритикале озимого може перевищувати урожайність жита озимого майже вдвічі. За висловлюванням [74], в Угорщини, в Швеції і в Іспанії на піщаних ґрунтах отримувати високу врожайність тритикале озимого, що переважає жито. Тому головна ціль дослідження тритикале озимого – його впровадження на малородючих ґрунтах (піщані і кислі ґрунти), на яких пшениця та інші традиційні зернові культури не можуть рости.

Тритикале озиме показали хорошу пристосованість до кислих ґрунтів з низьким рН у деяких регіонах світу. Такі умови зустрічаються в Колумбії, Ефіопії, Північній Індії та Бразилії. У кожній із цих країн тритикале озиме переважає пшеницю озиму за врожайністю [96]. Тритикале озиме стійке до багатьох фітопатогенних захворювань, характерних для зернових культур

[49], наприклад, фузаріозу [52, 112, 48, 71, 10].

Тритикале є відносно пізньостиглою культурою. В Правобережному Лісостепу сорт тритикале озимого Пудік вимагає вегетації 276–279 діб, тоді як сорт пшениці озимої Богдана 270 діб. Більшість сортів української пшениці озимої в умовах України дозрівають раніше, ніж тритикале озиме, на 6–10 діб [85]. Сходи тритикале з'являються протягом того ж періоду часу, що і в пшениці, однак час для досягнення тритикале стадії ВВСН 31 і отримання колоска часто коротший, ніж у пшениці [90]. Однак тритикале, як правило, має довший інтервал від колосіння до цвітіння та від цвітіння до фізіологічної зрілості, ніж пшениця озима [67, 31].

Архітектура деяких сортів тритикале озимого була змінена, завдяки зусиллям з селекції рослин, з плоскофільного вигляду на більш еректоїдний тип [89, 34]. Просторова структура покриву листків має прямий вплив на кілька компонентів урожайності, а також на абіотичні фактори в польовому середовищі, такі як рух повітря, вологість і сонячна радіація всередині посіву [13]. Було доведено, що тип розміщення листків змінюють ефективність використання радіації, а також врожайність на одиницю площі землі [118]. У дослідженнях встановлено, що тритикале озиме з еректоїдним типовим мають радіаційну ефективність від 3,55 г до 4,67 г сухої речовини на 1МДж поглиненої радіації. Аналогічне дослідження з австралійськими сортами пшениці з еректоїдним та позакореневою ефективність використання радіації на рівні 2,35 г сухої речовини на 1 МДж поглиненої радіації [6].

Важливо відзначити, що існують чіткі відмінності в ефективності використання радіації між видами зернових, а також між сортами у межах виду. Висока ефективність використання радіації тритикале озимого сприяє його високому потенціалу врожайності, однак ця енергія розподіляється в живленні рослини в інших пропорціях, ніж це спостерігається у пшениці або жита [13].

Таким чином, пропорційно більше продуктів фотосинтезу в тритикале

використовується для накопичення біомаси, ніж урожаю зерна, а більш висока ефективність використання радіації на посіви тритикале озимого дозволяє йому формувати кращий урожай, ніж у пшениці озимі та жита озимого, при цьому накопичуючи більшу кількість загальної біомаси. Розподіл продуктів фотосинтезу в тритикале озимого почав вирішуватися за допомогою селекції з такими сортами, як вищезгаданий Пудік, який низькоросліший, ніж інші сорти [13, 171].

1.2 Особливості мінерального живлення тритикале озимого

Найбільше на врожайність зерна впливає застосування азотних добрив за різних способів внесення [63]. За вимогами до мінеральних елементів тритикале озиме не поступається пшениці озимій [128]. Розробляючи систему удобрення тритикале озимого, необхідно враховувати, що культура надзвичайно біологічно активна до накопиченню білка в зерні порівняно з іншими зерновими культурами [26, 101]. Дослідження науковців М. Кирильчук, С. Ляшенко, І. Безпрозвана та ін. [96] засвідчують, що сучасні сорти тритикале озимого мають високу стійкість до стресових умов на початкових фазах розвитку. Це включає стійкість до посухи, низьких температур і пошкоджень від шкідників й хвороб. Достовірно [74] підтверджують, що тритикале здатне виживати і одержувати урожай навіть у несприятливих кліматичних умовах, завдяки своїм генетичним особливостям.

Тритикале озиме найменш вивчена культура в агрономічній практиці. Внаслідок цього гостро постає питання про вивчення нових технологій вирощування, застосування мінеральних добрив під тритикале озиме в сучасних умовах сільського господарства [120]. Ця культура більш толерантна до умов вирощування відносно інших озимих зернових. Глибоко проникаючи у ґрунт коренева система здатна до засвоєння поживних речовини, навіть з важкодоступних форм поживних речовин. Це

дає змогу вирощувати тритикале на ґрунтах із невисокою природною родючістю. Висока зимостійкість сприяє перезимівлі в найбільш несприятливих погодних умовах. Навіть за пізніх строків сівби тритикале озиме здатне кущитися рано навесні за температури $+5^{\circ}\text{C}$, добре використовує весняні запаси вологи і формує необхідний продуктивний стеблостій. Високий коефіцієнт кущення та інтенсивне наростання біомаси тритикале озимого сприяє пригніченню бур'янів і тому може вирощуватися без застосування гербіцидів, [141, 177].

Озимі культури зарекомендували себе як ефективні культури з ерозією ґрунту [59]. В США агентство з охорони навколишнього визначило озимі культури, у тому числі й тритикале озиме, як ефективний захід зменшення накопичення контамінантів у сільському господарстві [59].

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), очікується, що до 2050 року населення світу перевищить 9 мільярдів осіб. Для задоволення продовольчих потреб суспільства, що динамічно розвивається, очікується, що до 2050 року виробництво продуктів харчування збільшиться щонайменше на 70 % [15]. Водночас, враховуючи керівні принципи Європейської стратегії з біорізноманіття (2020 рік), викликом для сучасного сільського господарства є утримання рослинництва на поточному рівні при зменшенні кількості використовуваних мінеральних добрив на 20 % і зменшенні втрат мінеральних речовин з внесених добрив на 50 %. Оптимальним рішенням, що відповідає вимогам програми ЄС, є стале управління рослинництвом, що полягає в правильному використанні мінеральних добрив.

У зв'язку з дуже високою потребою рослин в азоті його доступність часто є основним фактором, що обмежує ріст і розвиток рослин, тому щорічно на поля сільськогосподарських культур у всьому світі вноситься понад 110 млн тон азоту, з яких 15 млн тон припадає на Європу [58, 86]. Поширена практика удобрення азотом тритикале озимого ґрунтується на використанні твердих звичайних добрив, ефективність використання яких

низька, зокрема в поєднанні з дефіцитом води на етапах колосіння та молочно воскової стиглості. Диференційне внесення азотних добрив може збільшити використання азоту, врожайність та якість зернових культур. У багатьох європейських країнах злакові культури висівають восени, а всі внесення мінеральних азотних добрив роблять навесні до початку вегетації. Коли вологість ґрунту або кількість опадів достатня, для внесення азотних добрив з великою кількістю, на пізній стадії (наприклад, після появи прапорцевого листка (ВВСН 39) корисні для збільшення вмісту білка та інших хлібопекарських якостей [26].

Диференційне внесення азоту, коли менша кількість азоту розміщується в критичні періоди росту та засвоюванням рослинами, також допомагає підвищити ефективність використання азоту. Підвищення ефективності має позитивний вплив на навколишнє середовище (азот не втрачається через вимивання або денітрифікацію) [6]. Зростання цін на виробництво азотних добрив, низька ефективність використання цього компонента з твердих добрив і загрози для довкілля внаслідок втрат азоту в ґрунті вимагають диференційного внесення добрив [28, 114].

Карбамід є найпопулярнішим позакореневим добривом, яке добре розчиняється у воді та зменшує втрати азоту з ґрунту через вимивання, денітрифікацію, випаровування, іммобілізацію або комбінацію всіх цих шляхів втрат [75].

Високоврожайні злакові сорти потребують 100–120 кг/га азоту. Внесення добрив впливають не тільки на врожайність рослин, а й спричиняє значні зміни мікробіологічної активності в ґрунті. За даними [83] популяризація використання мінеральних добрив, незважаючи на те, що спочатку сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, також призвела до змін у ґрунтовій мікробіоті. Поживні речовини з добрив, що вносяться в ґрунт, стимулюють мікробіологічну активність, приносячи користь бактеріям, які можуть швидко їх використовувати. Однак це може призвести до виснаження ґрунтових ресурсів органічного

вуглецю, що призводить до зменшення як біомаси, так і мікробного різноманіття [30, 8, 95].

Дослідження [113] показали, що високі дози азотних добрив порушують біологічне різноманіття, в основному двох типів грибів, Ascomycota і Basidiomycota. Це призвело до зниження вмісту базидіоміцетів. Вчені [84, 94] також підтвердили негативний вплив мінерального добрива на біорізноманіття ґрунту, зокрема на чисельність таксонів мікоризних грибів на коренях кукурудзи та явище діазотрофії.

З метою усунення наслідків несприятливого впливу мінеральних добрив на ґрунтове середовище в сталому сільському господарстві були впроваджені різні стратегії, в тому числі позакореневе підживлення, що дозволяє отримувати більш високий вміст поживних речовин і більшу ефективність їх використання рослинами [51]. Зміна техніки внесення добрив дозволяє досягти більшої ефективності та результативності мінерального підживлення, особливо щодо азоту [30].

Дослідження [32] показало, що диференційна система удобрення дозволила значно збільшити швидкість використання азоту з добрив від 45 % до 75 % Crusciol et al. [49] зазначили, що відповідні методи внесення зменшують випаровування азоту. У роботі [52] зазначено, що успіх азотних добрив залежить від управління 4R (правильне джерело, правильне місце, правильна доза та правильний час для внесення добрив). Тим не менш, впровадження управління 4R має вирішальне значення, оскільки воно позитивно впливає на кореневу систему, що призводить до збільшення масового виробництва та довжини коренів, а також виробництва корму, кількості зеленого листя та площі листя [88]. Крім цього, позакореневе підживлення є більш екологічним, негайним і цілеспрямованим, ніж внесення добрив у ґрунт, оскільки поживні речовини можуть безпосередньо доставлятися до тканин рослин на критичних етапах росту рослин [112, 48, 71].

Позакореневе підживлення має вирішальне значення для їх засвоєння

та для покращення продуктивності сільськогосподарських культур [10]. Додатковою перевагою використання позакореневого підживлення є можливість поєднання використання добрив з іншими пестицидами, такими як гербіциди, фунгіциди та інсектициди, що зменшує кількість агротехнічних обробок [100]. Однак позакореневе підживлення вимагає більше технічних знань і навичок управління, ніж тверді добрива. Якщо позакореневе підживлення азотом не проводиться належним чином, це означатиме значний ризик спричинення негативних реакцій на врожайність [102].

Основним критерієм ефективності позакореневого підживлення є швидкість поглинання і переміщення поживних речовин усередині рослини. Листки поглинають поживні речовини у вигляді катіонів і тианіонів. Катіони, особливо в вигляді солей, як правило, засвоюються швидше, ніж аніони. Дослідження показують, що найшвидше листки засвоюють азот, за ним поглинають магній і натрій, потім цинк, марганець і бор, а засвоєння калію, фосфору та сірки відбувається набагато повільніше [25].

Поглинання поживних речовин визначається кількома факторами, включаючи рН, температуру, вологість ґрунту, а також мікробну та ферментативну активність ґрунту. Мікроорганізми відіграють важливу роль у полегшенні поглинання рослинами макроелементів, у тому числі фосфору та мікроелементів [3, 106]. Гриби і бактерії мають різні системи транспорту фосфатів, які використовуються для поглинання та транслокації фосфору [115]. Ферменти ґрунту та процеси, спричинені мікроорганізмами, є особливо важливими, оскільки вони зазвичай швидше, ніж хімічні та фізичні змінні, реагують на зміни навколишнього середовища та стреси, такі як забруднення азотом та фосфором [103].

Дослідження [117] показали позитивний вплив позакореневого підживлення сірки на популяцію ризосферних бактерій пшениці та кукурудзи. Крім цього, вчені [93] довели позитивний вплив позакореневого

підживлення сої, включаючи комбінацію азоту та бору, на ферментативну активність ґрунту та явище діазотрофів.

1.3 Формування продуктивності тритикале озимого за різних способів удобрення

Одним із важливих агротехнічних факторів, що впливають на врожайність зернових культур є застосування мінеральних добрив, зокрема більшу увагу приділяють азотним добривам і живленню азотом [131]. У сучасних умовах інтенсивного землеробства для досягнення високих урожаїв і високої якості продукції рослинництва відіграють азотні добрива [37].

Один із найважливіших агротехнічних факторів, що визначає рівень урожайності зернових культур, – це система живлення, зокрема забезпечення рослин азотом [47]. Під час вибору азотного добрива найбільшу увагу приділяють карбаміду. Позакореневе підживлення тритикале озимого карбамідом на фоні мінерального живлення істотно підвищує врожайність та якість зерна [174].

Вирощування тритикале озимого за традиційною технологією та збільшенням доз мінеральних добрив, врожайність зерна підвищується лише на 10 – 12 %. Головним із ключових факторів інтенсивної технології вирощування є підвищення доз азотних добрив, які збільшують валовий збір тритикале озимого [116]. Найбільш лімітуючим фактором для отримання високих урожаїв є азот на вода [92]. В умовах Правобережного Лісостепу встановлено [127, 126] оптимальні дози мінеральних добрив. Азотні добрива становлять – 210 – 285 кг/га діючої речовини, фосфорних та калійних 110–120 кг/га діючої речовини.

Вплив позакореневого підживлення азотними добривами після фази цвітіння злакових культур на вміст білка в зерні, а також на показники помольної та хлібопекарської продукції [66].

У дослідженні [171] встановлено, що внесення N_{90} забезпечувало підвищення висоти рослин тритикале озимого від 105 до 113 см у фазу повної стиглості зерна. За умови застосування Dr Green Старт для передпосівного оброблення насіння та Dr Green Зернові в позакореневе підживлення цей показник зростав до 117 см.

Встановлено [171], що тритикале озиме добре реагувало на застосування добрив збільшенням урожайності зерна. Так, цей показник збільшувався від 1,40 т/га у варіанті без добрив до 4,39 т/га за внесення $N_{120}P_{80}K_{60}$. При цьому врожайність зерна значно змінювалась залежно від погодних умов року проведення досліджень. Так, на ділянках без добрив вона коливалась від 1,05 до 1,74 т/га, а на ділянках з удобренням – від 4,06 до 4,64 т/га. Необхідно відзначити, що вміст білка в зерні знижувався від 12,3 на контролі до 11,3 % за внесення добрив. Цей показник на ділянках без добрив коливався від 11,7 до 12,8 %, а за внесення $N_{120}P_{80}K_{60}$ – від 10,5 до 11,09 % залежно від року дослідження.

Встановлено [97], що за внесення добрив під тритикале в дозі $N_{120}P_{80}K_{60}$ зростала маса 1000 зерен від 40,3 до 41,9 г. При цьому маса 1000 зерен значно змінювалась залежно від погодних умов року проведення досліджень. Так, на ділянках без добрив вона коливалась від 38,0 до 41,8 г, а на ділянках з удобренням – від 40,3 до 43,1 г.

Встановлено [157], що кількість зерен тритикале озимого при внесенні N_{150} збільшувалась на 2,7 %. Також спостерігалось підвищення маси зерна при внесенні у ВВСН 30 та при внесення азотних добрив позакоренево. У варіанті без добрив (контроль) маса 1000 зерен становила 44,5 – 43,6 г та при внесенні N_{150} маса 1000 зерен становила 45,7 – 44,6 г.

У дослідженні [1] виявлено, що врожайність тритикале озимого зростала від 3,69 т/га на ділянках без добрив до 5,49–6,06 т/га за внесення N_{60-100} . За внесенням N_{120} урожайність тритикале озимого збільшувалась до 7,20 т/га.

Встановлено [79], що продуктивність тритикале озимого змінювалась

залежно від внесення мінеральних добрив. При внесенні N_{120} урожайність збільшувалась до 5,79 т/га проти 4,67 т/га в варіанті без добрив. Таким чином за два роки дослідження тритикале озиме позитивно взаємодіє із азотними добривами, а саме з карбамідом.

У дослідженнях встановлено, що система удобрення азотних добрив при сівбі тритикале озимого становила N_{30} , а за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ спостерігалась прибавка врожаю зерна.

У дослідженнях Карпатського інституту сільського господарства [109] встановлено, що позакореневе підживлення азотними добривами позитивно впливало на врожайність тритикале озимого залежно від фону основного внесення мінеральних добрив. Так, за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ до сівби + N_{30} під час вегетації тритикале озимого врожайність збільшувалась найбільше.

У дослідженні [62] врожайність зерна тритикале озимого сильно змінювалась залежно від погодних умов – від 5,61 до 9,66 т/га. При цьому за внесення N_{20} перед сівбою, N_{60} після сходів восени, N_{50} у фазу ВВСН 32 – 33 і N_{30} у фазу ВВСН 54–56 урожайність становила 8,17 т/га, тоді як за внесення N_{40} після сходів восени, N_{30} у фазу ВВСН 32 – 33 і N_{20} у фазу ВВСН 54 – 56 урожайність становила 7,34 т/га.

Доведено, що застосування різних доз і строків внесення азотних добрив значно впливало на формування якості зерна тритикале озимого [76]. На контролі без добрив урожайність тритикале озимого була 3,59 т/га. При застосуванні N_{60-90} врожайність становила 4,53 – 4,81 т/га. За внесення $N_{120-180}$ врожайність була від 4,92 до 5,92 т/га. З роздільним внесенням азотних добрив $N_{60} + N_{30}$ врожайність складала 4,84 т/га та за варіанту $N_{90} + N_{30}$ врожайність була 5,01 т/га.

Маса 1000 зерен змінювалась залежно від удобрення. На контролі без добрив маса 1000 зерен 39,2 г. За внесення N_{60-90} маса 1000 зерен тритикале озимого була від 30,2 до 38,5 г. У варіанті $N_{120-180}$ маса 1000 зерен була від 38,5 до 38,8 г. При застосуванні роздільного внесенням $N_{60} + N_{30}$ маса 1000

зерен тритикале озимого склала 38,4 і ва варіанті $N_{90} + N_{30} + N_{30}$ 37,8 г. Вміст білка на ділянках без добрив становив 11,4 %. За внесення N_{60-90} вміст білка був від 12,0 до 12,5 %. У варіанті $N_{120-180}$ вміст білка був від 13,0 до 13,9 %. При застосуванні роздільного внесення $N_{60} + N_{30}$ білок був на рівні 12,3 %, а за внесення $N_{90} + N_{30} + N_{30} = 13,8$ %. Отже, ефективність одноразового застосування азотних добрив була такою як і роздільного.

У дослідженні [123] встановлено, що висота рослин тритикале озимого змінювалася залежно від умов азотного живлення. Так, цей показник зростав від 104,6 см у варіанті без добрив до 115,9 см за внесення N_{90} . За проведення одного позакореневого підживлення препаратом Dr Green Старт+Dr Green Зернові висота рослин зростала до 116,5 см. обприскування посівів цим препаратом двічі забезпечувало формування рослин на рівні 116,1 см, а за триразового внесення – 115,9 см.

У дослідженні [125] встановлено, що за внесення N_{30} урожайність становила від 5,1 до 5,7 ц/га. Маса 1000 зерен тритикале озимого становила від 43,0 до 42,7 г. Так, у варіанті N_{30} (фон) із внесенням восени і на V етапі розвитку культури урожайність була від 40,6 до 58,8 ц/га, а вміст білка складав від 11,1 до 13,1 %. У варіанті Фон + акварін V етап та Фон + акварін VII етап урожайність була від 4,9 до 7,5 ц/га і білок був від 9,9 до 10,5 %. При внесенні Фон + кристалон V етап та Фон + кристалон VII етап врожайність була від 4,3 до 4,5 т/га і білок був від 9,3 до 10,9 %.

У дослідженні [54], проведені за кордоном, вчені відмічають що, найкраща норма азотних добрив була N_{120} . Однак за норми N_{100} врожайність тритикале озимого істотно не відрізняється, але при цьому значно нищі показники якості зерна.

Дослідники [93] відзначили, що найвищу врожайність тритикале озимого отримано на варіантах роздільного внесення азоту в загальній нормі 80 кг/га на фоні основного внесення $P_{60}K_{60}$.

У дослідженні встановлено [169], що показники якості зерна суттєво

впливають від досліджуваних факторів. Натура зерна на контролі була 737 г/л і вміст білка 11,2 %. Доведено, що застосування біопрепаратів не впливають на врожайність, яка була в всіх варіантах від 4,02 до 4,57 т/га, так як і на натуру та вміст білка тритикале озимого.

Встановлено [132], що при внесенні азотних добрив оптимальними та економічними нормами є N_{90-120} . Це забезпечує до підвищення врожайності тритикале озимого на 35,7 % порівняно з варіантом без добрив. При застосуванні азотних добрив роздрібно не показало ніяких перевах перед одноразовим внесенням по мерзлоталому ґрунті. Так, вміст білка був від 13,9 до 11,4 %. Маса 1000 зерен тритикале озимого була від 41,2 до 39,5 г. Урожайність тритикале озимого була від 4,69 до 5,11 т/га.

Встановлено [65], що врожайність тритикале озимого при вирощуванні за інтегрованою системою становила 5,93 т/га та за інтенсивної технології із застосуванням N_{60} урожайність була на рівні 6,17 т/га.

У дослідженні [7] встановлено, що врожайність тритикале озимого змінювалась залежно від удобрення. У варіанті без добрив (контроль) врожайність була 4,07 т/га. При застосуванні $N_{100-120}$ – від 4,48 до 5,44 т/га. Збільшуючи норму азотного добрива до N_{140} врожайність склала 7,91 т/га. Маса 1000 зерен тритикале озимого в контролі (без добрив) склала 40,07 г. За внесення $N_{100-120}$ коливалась від 41,40 до 39,37 г. Так, за внесення N_{140} маса 1000 зерен була на рівні 36,40 г. Вміст білка в варіанті без добрив був 9,3 %. При внесенні $N_{100-120}$ цей показник був від 10,4 до 11,6 %. У варіанті з внесення N_{140} вміст білка був на рівні 12,7 %.

У дослідженні доведено [16], що врожайність тритикале озимого без внесення добрив була 2,73 т/га. При внесенні $N_{80} P_{80} K_{60}$ урожайність становила 5,16 т/га. У варіанті $N_{80} P_{100} K_{60}$ врожайність збільшувалася до 5,22 т/га, а при внесенні $N_{80} P_{80} K_{60} + \text{вапно} + \text{гній}$ до 6,62 т/га.

У дослідженні [43] встановлено, що врожайність тритикале озимого в варіанті без добрив (контроль) була 3,02 т/га. При застосуванні $N_{60-90} + P$

$_{60-90}$ К $_{60-90}$ збільшувалася до 4,81 т/га. Збільшуючи норму азотного добрива до N_{120} P_{120} К $_{120}$ врожайність була 4,52 т/га. Маса 1000 зерен тритикале озимого в контролі (без добрив) склала 40 г. За внесення $N_{60-90} + P_{60-90}$ К $_{60-90}$ коливалась від 42,0 до 43,3 г. Так, за внесення N_{120} P_{120} К $_{120}$ маса 1000 зерен була на рівні 42,9 г. Кількість зерен у колосі на контролі була 29,5 шт. При внесенні $N_{60-90} + P_{60-90}$ К $_{60-90}$ – була від 38,5 до 38,3 зерен, а в варіанті N_{120} P_{120} К $_{120}$ зростала до 36,5 шт.

Проведені дослідження [21] свідчать, що внесення азотних добрив достовірно підвищує врожайність тритикале озимого за різних доз позакореневого підживлення. Без позакореневого підживлення (контроль) врожайність складала 3,17 т/га. У варіанті із внесенням N_{40-80} азотних добрив позакоренево врожайність від 4,25 до 4,57 т/га. При цьому внесення $N_{120-160}$ позакореневим способом врожайність була від 4,80 до 4,87 т/га. За умов проведення досліджень в контролі кількість зерен в колосі була на рівні 26,9 шт. При цьому за внесенням N_{40-80} кількість зерен збільшувалась і була від 27,6 до 28,1 шт. в одному колосі. У варіанті із внесенням $N_{120-160}$ кількість зерен в колосі від 28,8 до 29,0 шт. Маса 1000 зерен у варіанті без добрив (контроль) була 36,4 г. За внесення N_{40-80} маса 1000 зерен зростала від 40,1 до 39,8 г. При внесенні $N_{120-160}$ маса зерна знижувалась від 38,8 до 37,7 г.

Як зазначають дослідники [19, 44,82, 38, 64] найважливішим фактором, які впливає на врожайність тритикале озимого є кількість колосків на одиниці площі, на що найбільше впливає азотне живлення рослин. За ведення інтенсивного рослинництва ключову роль відіграють азотні добрива.

Застосування азотних добрив позитивно впливає на врожайність тритикале озимого. Встановлено [20], що врожайність тритикале озимого змінювалась залежно від норми внесення азотних добрив. У контролі (без добрив) урожайність була на рівні 6,01 т/га. Урожайність за внесення N_{30-60} була від 6,75 до 7,61 т/га. Внесення N_{90-120} збільшувало врожайність

тритикале озимого від 8,59 до 9,11 т/га. При цьому внесення N_{150} знижувало врожайність до 9,06 т/га. Маса 1000 зерен у контролі становила 36,3 г. У варіанті з внесенням N_{30-60} складала від 38,9 до 38,0 г. При внесенні N_{90-120} збільшило масу 1000 зерен від 38,1 до 36,8 г. При цьому в варіанті із внесенням N_{150} зменшення маси 1000 зерен було до 36,3 г.

Застосування азотних добрив позитивно впливало на масу зерна в колосі. Так, у варіанті без добрив (контроль) маса зерна в колосі була 1,30 г. У варіантах із внесення N_{30-60} і N_{90-120} маса зерна в колосі була від 1,35 – 1,36 до 1,41 – 1,44 г. При внесенні N_{150} маса зерна в колосі знижувалась до 1,40 г. Отже, тритикале озиме найкраще реагує на внесення азотних добрив у дозі від 60 – 120 кг/га д.р. [177].

Як зазначають дослідники [35, 77] азот з усіх елементів мінерального живлення, має найбільшу роль у збільшенні врожайності. Застосування азотних добрив на озимі культури сприяє найбільшому підвищенню врожайності.

Необхідно відзначити, що в дослідженні [134] поряд зі збільшенням урожайності зростала маса 1000 зерен. Так, за умов проведення досліджень у контролі врожайність була 3,12 т/га. У варіанті із внесенням $N_{60} + PK$ врожайність становила 4,82 т/га. Варіант $N_{90} + PK$ і $N_{120} + PK$ урожайність зростала від 4,81 до 4,85 т/га. Маса 1000 зерен за досліджуваними чинниками у варіанті без добрив 39,7 г, із внесенням $N_{60} + PK$ – 43,0 г. За внесення $N_{90} + PK$ і $N_{120} + PK$ маса 1000 зерен від 43,4 до 45,0 г. Доведено, що внесення азотних добрив підвищує врожайність та масу 1000 зерен.

Встановлено [36], що при внесенні N_{120} під пшеницю озиму врожайність була 5,3 т/га, а маса 1000 зерен становила 45 г. Випробуваннями [164] доведено, що оптимально вносити $N_{80} P_{60} K_{60}$ оскільки забезпечило врожайність за на рівні 5,3 т/га маса 1000 зерен 46,2 г.

У роботі [145] застосовується поліпшення умов мінерального живлення пшениці озимої. Найбільшу врожайність показало комплексне

застосування добрив і мікродобрив у варіанті $N_{180} P_{60} K_{90} S_{30} Mg_{20} +$ Мікродобриво Інтермаг зернові – 9,50 т/га. При цьому в варіанті без добрив урожайність була найвищою 3,82 т/га. Застосувавши N_{180} і $N_{180} P_{60}$ урожайність була від 6,88 до 7,80 т/га, кількість продуктивних стебел – від 620 до 630 шт/м². Внесення $N_{180} P_{60} K_{90}$ і $N_{180} P_{60} K_{90} S_{30}$ забезпечувало врожайність від 8,45 до 8,88 т/га, густина продуктивних стебел була від 630 до 634 шт/м². Доведено що, комплексне застосування добрив і мікродобрив позитивно впливає на врожайність та густоту озимої пшениці.

У дослідженні [78] внесення азотних добрив позитивно впливало на накопичення сухої маси порівняно із варіантом без добрив (контроль). Найвищу врожайність отримано при внесенні N_{120} – 6,65 т/га та маса 1000 зерен 38,6 г. У варіанті без добрив (контроль) врожайність була 4,93 т/га а маса 1000 зерен 33,5 г. За внесення N_{100} і N_{120} врожайність була від 6,61 до 6,65 т/га, а маса 1000 зерен коливалась залежно від внесення азотних добрив від 37,0 до 38,6 г. Встановлено, що при збільшенні азотних добрив збільшується врожайність та маса зерна.

Сучасні дослідження [22] свідчать, що в варіанті без внесення азотних добрив (контроль) врожайність була 4,4 т/га, маса 1000 зерен 50,3 г і вміст білка в зерні 12,2 %. При внесенні N_{40} у фазу цвітіння пшениці озимої у формі амонію нітрату урожайність була найвищою 4,7 т/га, але маса 1000 зерен не істотно зросла до 51,1 г. При цьому в варіанті із внесенням по листу $N_5 + Yara Vita Last N$ урожайність знижувалась на 4,2 т/га та вміст білка 12,4 % і маса 1000 зерен 5,01 г.

Так, у дослідженнях [72] внесення N_{40} перед посівом пшениці ярої врожайність була 5,15 т/га, маса 1000 зерен 34,46 г. У варіанті без внесення азотних добрив були найнижчі показники. Врожайність слала 4,03 т/га та маса 1000 зерен 33,78 г. При внесенні роздільними способами азоту перед сівбою в нормі 40 кг/ га та у фазу ВВСН 30 – 31, N_{40} . Врожайність була 5,36 т/га та маса 1000 зерен не значно зросла до 35,46 г. Найвищі показники показав варіант із роздільним внесенням N_{120} . Внесення

проводились перед посівом в нормі N_{40} та у фазу ВВСН 30–31 і 40 – 59 із внесенням N_{40} кг/га. Так врожайність була найвищою 5,47 т/га та маса 1000 зерен 37,43 г.

У роботі [42] врожайність у варіанті без добрив (контроль) за роки дослідження була 7,03 т/га і вміст білка 10,81 %. У варіанті із внесення при посіві азотних добрив у нормі 30 кг/га врожайність становила 7,73 т/га, а вміст білка 11,36 %. При внесенні N_{20-30} у фази ВВСН 13 і ВВСН 31 та при додаванні рідких добрив у бокову суміш DAM – 390 врожайність була від 7,72 до 7,91 т/га та вміст білка від 11,19 до 11,70 %. Так у варіантах із внесенням $N + SAM$ 19 $N - 5S$ врожайність була від 7,74 до 7,94 т/га, вміст білка був від 11,4 до 11,54 %.

Встановлено [5], що при внесенні $N_{32}P_{32}K_{32}$ врожайність тритикале озимого була найвищою – 4,9, а при внесенні $N_{12}P_{52}$ врожайність зменшувалась до 4,7 т/га.

У дослідженні [14] застосування азотних добрив за диференційного внесення у різні стадії росту й розвитку тритикале озимого встановлено, що в фазу ВВСН 28 – 30 та внесенням $N_{60} + N_{30} + N_{30}$ врожайність була 7,28 т/га за вмісту білка 9,9 %. У варіанті із внесенням N_{60} урожайність була на рівні 6,74 т/га і вміст білка 11,0 %.

Проведені дослідження [144], свідчать, що позакореневе підживлення кристалом з внесенням мінеральних добрив у ґрунт забезпечило найкращий приріст урожаю зерна. Проте рівень збільшення був не менше 4 – 5 т/га зерна.

Урожайність тритикале озимого змінювалась від норм внесення азотних добрив і сорту [61]. Так, за вирощування сортів Трудяга, Уллубій і Хлібороб урожайність у варіантах без внесення добрив (контроль) була від 3,62 до 3,77 т/га. Врожайність сортів Трудяга та Хлібороб при внесенні N_{35-65} була від 3,63 до 4,89 т/га але в сорту Уллубій відзначився вищою врожайністю яка була від 4,13 до 5,03 т/га. У варіантах із внесенням N_{95-125} найвищу урожайність показав сорт Уллубій, яка була від 5,16 до 5,74 т/га та

у сортах із нижчим показником врожайності була від 4,89 до 5,53 т/га. У варіанті із внесенням N_{155} найвищу врожайність показав сорт Уллубій із врожайністю 5,68 т/га та у варіантах із найвищою врожайністю була від 5,53 до 5,56 т/га. За комплексного внесення $N_{95} + N_{35}$ варіювалась від 5,10 до 5,26 т/га. Так у варіантах із внесенням $N_{95} + N_{35}$ сорт Трудяга та Хлібороб показали найнижчу врожайність від 4,81 до 4,92 т/га.

У роботі [149] застосування сеникації та без сеникації на тритикале озимому врожайність змінювалась від 5,49 до 6,97 т/га при цьому вміст білка був від 8,0 до 9,9 % і без застосування сеникації та позакореневого підживлення карбамідом від 5,49 до 6,88 т/га за вмісту білка був від 7,8 до 9,9. У варіанті з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{30}$ і позакореневого підживлення врожайність була від 4,83 до 6,27 та із сеникацією врожайність забезпечив від 4,72 до 6,36, т/га. При цьому вміст білка був від 8,0 до 10,2 % та за сеникацією булок був від 8,1 до 10,5 %. При внесенні Фон + N_{60-90} врожайність без позакореневого підживлення та сеникації була від 5,31 до 8,31 т/га та білок від 8,1 до 10,5 %. Із застосуванням сеникації врожайність була від 5,24 до 8,32 т/га та вміст білка був від 10,0 до 11,5 %.

Як зазначається в джерелі [56] сеникація являє собою спеціалізований агротехнічний захід, спрямований на стимуляцію інтенсивного мобілізаційного відтоку асимілянтів (пластичних речовин), синтезованих у листовому апараті, до генеративних органів рослин. Така регуляція внутрішньо рослинного перерозподілу метаболітів дозволяє забезпечити підвищення маси продуктивної частини рослини, поліпшення якісних показників урожаю (зокрема, вміст білка, клейковини тощо), а також сприяє прискоренню темпів фізіологічного дозрівання врожаю, що має суттєве значення в умовах нестабільного клімату або при необхідності оптимізації строків збирання. Проводять сеникацію в другій половині вегетації, коли йде ріст та розвиток генеративних органів. Здебільшого сеникацію проводять на тритикале озимого в травні – червні.

У статті зазначено [2], що застосування сеникації на сою позитивно

впливає на масу 1000 насінин, підвищення врожайності на (20 – 30 %), та полегшення збирання врожаю прямим комбайнуванням.

У дослідженнях [110, 132, 133, 134] доведено, що для отримання врожайності 8,25 т/га пшениці озимої потрібно внести 217 кг/га комплексного добрива, яке містить у собі N_{30} і S_6 .

Тритикале озиме – зернова культура, що поєднала в собі ознаки пшениці та жита, характеризується високою стійкістю до несприятливих умов, стресів, що забезпечує його стабільну продуктивність на низькому агрофоні. Ключовим агрономічним фактором, що визначає інтенсивність ростових процесів і формування генеративних органів у тритикале озимого, є збалансоване забезпечення азотним живленням, яке сприяє оптимізації фотосинтетичної активності, прискоренню морфогенезу і підвищенню якості зерна.

Особливе значення має позакореневе підживлення азотом, яке, будучи своєчасно інтегрованим у технологію вирощування (фази ВВСН 37–47), дозволяє безпосередньо впливати на біохімічні процеси у рослинах, сприяючи підвищенню вмісту білка та поліпшенню хлібопекарських властивостей зерна при одночасному зменшенні негативного навантаження на ґрунтове середовище.

Доведено, що надмірне та нераціональне внесення азоту, особливо в дозах понад 150 кг/га д.р. призводить до дисбалансу у співвідношення між вегетативним та генеративним розвитком, що відображається у зниженні маси 1000 зерен та сприяє погіршенню якісних характеристик продукції, а також підвищує ризики деградації ґрунтово-мікробного середовища.

Отже, забезпечення оптимального балансу між потребами тритикале озимого в азоті та екологічними вимогами стало ключовим аспектом для формування ефективних систем живлення. В свою чергу внесення азотних добрив у нормі 90–120 кг/га д.р. позитивно впливає на врожайність тритикале озимого і масу 1000 зерен та інші якісні характеристики культури.

Таким чином, з метою реалізації потенціалу врожайності тритикале необхідно мати відомості про його реакцію на ті чи інші умови довкілля, поживний режим тощо. Дослідження диференційованого внесення добрив сприяло встановленню оптимальних параметрів живлення та формування продуктивності посівів тритикале озимого на чорноземі опідзоленому важко суглинковому Правобережного Лісостепу України.

У розділі наведено біологічні особливості об'єкту дослідження – тритикале озимого. Проаналізовано системи застосування добрив та їх вплив на продуктивність зернових культур. Технологічні аспекти застосування сеникації в посівах зернових культур. Проаналізовано шляхи оптимізації мінерального живлення, зокрема, азотними добривами. На основі проведеного аналізу літературних джерел зумовлено необхідність поглиблення та розширення досліджень для експериментального обґрунтування сеникації в посівах тритикале озимого.

Висновки до розділу 1

Отже аналіз літератури засвідчив, що тритикале озиме як синтетичний вид поєднує високий потенціал урожайності та адаптивності, що робить його перспективною культурою для умов Правобережного Лісостепу, зокрема на ґрунтах зі слабнокислою реакцією та обмеженою природною забезпеченістю азотом. Визначальним чинником формування продуктивності є система азотного живлення: диференційоване внесення азоту та інтеграція позакоренових підживлень (передусім карбамідом у критичні фази ВВСН 37–47) здатні підвищувати врожайність і поліпшувати білковість зерна за одночасного зростання ефективності використання елемента. Разом із тим надмірні норми азоту (понад 150 кг/га д.р.) можуть спричиняти дисбаланс між вегетативним і генеративним розвитком, зниження маси 1000 зерен та посилення екологічних ризиків через вплив на ґрунтову мікробіоту.

У наукових джерелах обґрунтовано доцільність оптимальних доз азоту (переважно в межах 90–120 кг/га д.р.) та актуальність удосконалення технологій, зокрема застосування сеникації як прийому регуляції перерозподілу асимілянтів. Це підтверджує потребу подальших експериментальних досліджень щодо поєднання норм і способів азотного удобрення з елементами сеникації для стабілізації врожайності й якості зерна тритикале озимого в умовах кліматичної мінливості

Результати досліджень, подані в розділі, висвітлено в публікаціях [155, 151, 150].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови

Дослідження проводили у стаціонарному польовому досліді кафедри харчових технологій Уманського національного університету харчових технологій упродовж 2023–2025 рр. Дослідна ділянка розташована на рівнинному рельєфі з незначним ухилом. У межах поля спостерігаються лише слабкі пологості в межах 1–2 % у південно-східному та північно-західному напрямках, що практично виключає прояви водної ерозії. Такі умови рельєфу забезпечують рівномірний розподіл вологи та однорідність ґрунтового покриву, що створює сприятливі умови для проведення стаціонарних польових досліджень.

Ґрунт дослідної ділянки чорноземом опідзоленим важко суглинкового гранулометричного складу, сформованим на лесовій породі. Вміст гумусу становить 4,8 %, що відповідає середньому рівню забезпечення органічною речовиною. Забезпеченість азотом легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) є низькою – 105 мг/кг ґрунту. Водночас уміст рухомих форм фосфору та калію, визначених за методом Чирикова (екстракція 0,5 м CH_3COOH), був відповідно підвищеним (106 мг/кг) і високим (132 мг/кг). Реакція ґрунтового розчину характеризується як слабокисла ($\text{pH KCl} = 5,7$). Загалом чорноземи опідзолені в межах Лісостепу України займають площу близько 2,02 млн га, з них 1,75 млн га припадає на орні землі. Для їхнього морфологічного профілю характерне поєднання ознак чорноземів типових і темно-сірих лісових ґрунтів [136]. Це зумовлює їхню високу природну родючість за умови оптимізації елементів живлення.

Клімат Правобережного Лісостепу України відзначається помірно континентальними рисами з чітким розмежуванням сезонів. Весна настає

досить швидко після переходу середньодобової температури повітря через 0 °C і триває приблизно два місяці. Процес танення снігового покриву у регіоні зазвичай поступовий, що запобігає надмірному стіканню талих вод і сприяє ефективному накопиченню їх у ґрунті. Завдяки цьому у кореневмісному шарі формується достатній початковий запас продуктивної вологи [137].

Розподіл опадів упродовж року має нерівномірний характер, як у часовому, так і територіальному аспектах. У середньому за роки проведення дослідів (2023–2025) річна кількість опадів становила 586 мм, із яких близько 476 мм припадало на вегетаційний період. Максимум опадів відмічався у червні–липні, коли їх кількість варіювала від 70 до 101 мм. Середньомісячна температура повітря у червні становила 19,6 °C, що перевищувало багаторічну кліматичну норму на 0,6 °C. При цьому загальна кількість опадів у червні склала лише 15,8 мм, або 19 % від середньобагаторічної норми. Незважаючи на це, ознак ґрунтової посухи не спостерігалось завдяки достатнім запасам вологи, накопиченим у попередні періоди.

Наприкінці вегетації озимого тритикале у 2023–2025 рр. запаси продуктивної вологи в орному шарі (0–100 см) становили 47 мм при нормі 75 мм. Це свідчить про дефіцит зволоження в критичні фази росту та розвитку рослин, що є характерним для умов Правобережного Лісостепу і потребує оптимізації системи удобрення для підвищення ефективності використання вологи.

У структурі кліматичних умов Правобережного Лісостепу України найбільш жарким місяцем традиційно є липень. За роки дослідження середньомісячна температура цього місяця становила 21,3 °C, що перебувало в межах кліматичної норми. Однак відмічалася надзвичайно висока кількість опадів, які істотно перевищували багаторічний рівень. Зокрема, у першій декаді липня дощі перевищували норму на 1,7 мм, а у третій декаді – на 40,4 мм. У підсумку, протягом усього місяця випало

92,5 мм опадів, що становило 136 % від норми.

Осінній період, навпаки, характеризувався мінімальною кількістю опадів. Найменші показники фіксувалися у жовтні–листопаді, коли їхня кількість варіювала в межах 10,3–14 мм. При цьому середня температура повітря за два місяці становила 6,8 °С, що на 0,2 °С перевищувало багаторічну норму. Таким чином, поєднання низької кількості опадів та дещо підвищеного температурного фону створювало передумови для дефіциту вологи у ґрунті в осінній період. У середньому за рік на рівнинних територіях Черкаської області випадає 586–650 мм опадів, що є типовим показником для Правобережного Лісостепу. За кількістю сонячних днів регіон практично не поступається південним областям України, зокрема Одеській, та степовій зоні, що позитивно впливає на рівень фотосинтетичної активності посівів. Середньо багаторічна вологість повітря за роки дослідження становила 8,8 %.

Надзвичайно контрастним видався серпень, який виявився найтеплішим та водночас посушливим місяцем вегетаційного періоду. Середньомісячна температура становила 20,9 °С, що перевищувало липневі значення (20,1 °С). Особливо вираженим було підвищення температури протягом декад: у першій – на 0,5 °С, у другій – на 2,0 °С, у третій – на 5,4 °С вище кліматичної норми. У денні години поєднання високої температури повітря з підвищеною відносною вологістю створювало відчуття задухи, що негативно позначалося на фізіологічних процесах у рослин. Опади в серпні були практично відсутні. Ефективні дощі відмічалися лише у першій декаді – 12,4 мм, тоді як з другої половини місяця і до його завершення опади не випадали. Це призвело до формування вираженої ґрунтової посухи в критичний період наливу зерна.

Найнижчі температури традиційно відмічалися у зимові місяці в січні та лютому. Середньомісячні показники коливалися у межах –3,4 °С та –2,3 °С відповідно, що відповідає кліматичним нормам для даного регіону. Січень 2023–2025 рр. загалом характеризувався як відносно теплий, сухий і

малосніжний. Середньомісячна температура становила $-3,4^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів була істотно меншою за норму – на 38 мм, причому впродовж декад не перевищувала 3 мм. За таких умов протягом першої та другої декад ґрунт залишався талим, а лише в третій декаді – слабо мерзлим. Це свідчить про нестійкість зимового періоду та знижену ефективність формування снігового покриву, що могло негативно позначитися на умовах перезимівлі озимих культур.

Лютий також вирізнявся підвищеним температурним фоном і відносно невеликою кількістю опадів. Вони були на 34 мм нижчими від норми. У другій і третій декадах середньодобові температури повітря мали додатні значення, що перевищували багаторічні показники. Таким чином, зимовий сезон у роки досліджень характеризувався теплим перебігом, недостатньою кількістю атмосферних опадів та нестабільним температурним режимом, що в окремі періоди призводило до відтавання ґрунту в середині зими.

Загалом кліматичні умови 2023–2025 рр. у Правобережному Лісостепу відзначалися високою контрастністю: з одного боку – періоди надмірного зволоження (липень), з іншого – затяжні посушливі фази (серпень, жовтень–листопад, зимові місяці). Така мінливість створювала суттєві виклики для росту і розвитку озимого тритикале, потребуючи оптимізації агротехнологій, спрямованих на ефективне використання вологи та збереження продуктивності посівів.

Таблиця 2.1

Погодні умови в роки проведення дослідження (за даними метеостанції Умань)

Сільськогос- подарський рік	Всього За рік/ Середн за рік	Місяць											
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сума опадів,мм													
Середньобагаторічна	586	43	43	40	38	34	36	41	52	81	68	49	61
2022/2023	470,4	31,2	41,0	44,6	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	7,2
2023/2024	487,0	33,5	62,3	55,0	29,8	14,9	89,5	56,2	41,8	56,5	17,9	17,7	12,1
2024/2025	565,0	99,4	45,1	61,0	12,4	7,8	12,5	26,9	101,8	11,2	112,3	23,0	51,8
Середня температура повітря, °С													
Середньобагаторічна	8,8	8,3	2,8	-1,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5
2022/2023	10,5	19,8	4,7	-1,0	-1,3	1,8	2,0	8,6	14,5	20,5	21,0	21,8	13,1
2023/2024	10,8	11,7	4,6	-1,8	-1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	23,1	19,7
2024/2025	10,8	10,8	2,6	0,4	2,1	-3,9	6,7	10,3	13,1	19,3	22,4	19,7	16,2
Відносна вологість повітря,%													
Середньобагаторічна	78	81	87	88	85	84	81	70	67	72	73	73	75
2022/2023	73	70	85	88	80	76	67	68	59	64	63	71	79
2023/2024	73,2	73	82	86	84	80	76	67	57	69	60	56	56
2024/2025	73,2	86	80	90	83	74	67	61	74	63	65	63	65

Упродовж 2023–2025 сільськогосподарського року середньорічна температура повітря становила 10,4 °С, що на 1,6 °С перевищувало багаторічний показник для умов Правобережного Лісостепу України. Така позитивна аномалія свідчить про тенденцію до поступового потепління клімату, характерну для останніх десятиліть. Загальна кількість атмосферних опадів за рік була меншою порівняно з середньобагаторічним значенням на 100,5 мм і склала лише 485,5 мм. Це створювало умови певного дефіциту вологи, особливо у критичні фази росту та розвитку сільськогосподарських культур.

За сезонами розподіл опадів був таким: Осінній-зимовий період (жовтень 2023 р. – березень 2024 р.) відзначався випаданням 188,6 мм опадів, що становило 81 % від кліматичної норми. За рахунок поступового сніготанення у весняні місяці волога більшою мірою акумулювалася у ґрунті, забезпечуючи запас продуктивної вологи в орному шарі.

Весняний-літній період (квітень – вересень 2025 р.) характеризувався випаданням 297 мм опадів, що дорівнювало 84 % норми. Незважаючи на відносно сприятливий розподіл у травні–червні, в літні місяці спостерігалися періоди дефіциту атмосферних опадів, особливо у серпні, що призводило до розвитку ґрунтової та атмосферної посухи.

Таким чином, у 2023–2025 сільськогосподарському році кліматичні умови характеризувалися вищими за норму середньорічними температурами повітря та недостатнім рівнем зволоження, що створювало додаткові ризики для формування врожайності озимих і ярих культур та вимагало впровадження заходів із раціонального використання вологи.

2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження проводили протягом 2022–2025 рр. на дослідному полі Уманського національного університету. Внесення азотних добрив (аміачна селітра) проводили у грудні – січні. Фоліарне підживлення карбамідом

(N₃₀) проводили через 5–7 діб після фази ВВСН 50. Обприскування проводили вранці, норма витрати робочої рідини складала 500 л/га, концентрація карбаміду 6 %. Сеникацію проводили у фазу ВВСН 75 сульфатом амонію (N₃₀). Обприскування проводили удень з нормою витрати робочої рідини 500 л/га.

Схема досліду була такою: контроль (без добрив), P₆₀K₆₀ (фон), Фон + N₃₀, Фон + N₆₀, Фон + N₉₀, Фон + N₁₂₀ з різними сценаріями фоліарного підживлення та сеникації (табл. 2.2). Повторність досліду триразова, розміщення варіантів у досліді послідовне.

Таблиця 2.2

Схема досліду

Без сеникації					
Без позакореневого підживлення карбамідом					
Без добрив (контроль)	P ₆₀ K ₆₀ -фон	Фон+N ₃₀	Фон+N ₆₀	Фон+N ₉₀	Фон+N ₁₂₀
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)	P ₆₀ K ₆₀ -фон	Фон+N ₃₀	Фон+N ₆₀	Фон+N ₉₀	Фон+N ₁₂₀
З сеникацією					
Без позакореневого підживлення карбамідом					
Без добрив (контроль)	P ₆₀ K ₆₀ -фон	Фон+N ₃₀	Фон+N ₆₀	Фон+N ₉₀	Фон+N ₁₂₀
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)	P ₆₀ K ₆₀ -фон	Фон+N ₃₀	Фон+N ₆₀	Фон+N ₉₀	Фон+N ₁₂₀

Закладання польових дослідів, проведення спостережень і досліджень проводили у відповідності з рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років.

Агротехнологія тритикале озимого загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України, що включала проведення луцення стерні гороху в два сліди після його збирання. Відповідно до схеми досліду фосфорні та калійні добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – в підживлення. 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).

У досліді вирощували сорт тритикале озимого Пудик. Сорт тритикале Пудик є результатом селекційної роботи на основі гібридної комбінації сортів Раритет і ХАД 7. Цей сорт є озимим і належить до різновидності суберитроспермум. Рослини сорту Пудик мають висоту 90–100 см, з слабким опушенням верхнього міжвузля. Колос веретеновидний, щільний і довгий, з короткими остями, розташованими у верхній половині колоса. Опушення колоскових чешуй відсутнє, а килевий зубець нижньої колоскової чешуї дуже короткий. Зерно сорту Пудик велике, витягнуте, жовто-біле, добре наповнене, з масою 1000 зерен у діапазоні 46–54 г. Сорт відноситься до середньостиглих, з високою зимостійкістю та стійкістю до посухи. Він має високу стійкість до прогинання (9 бала) і хвороб (8–9 бала). Зерно сорту Пудик має відмінні кормові та хлібопекарні якості. Вміст білка у зерні складає до 12,8%, клейковини – до 26%, ІДК – 60 од.п., сила борошна – 180–200 од.а., об'ємний вихід хліба – 680–750 мл. Сорт був зареєстрований у державному реєстрі з 2020 року. Оригіраторами сорту є Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція та Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція.

Урожайність зерна визначали методом прямого комбайнування з кожної ділянки окремо. Біохімічну складову зерна тритикале озимого визначали методом інфрачервоної спектроскопії за ДСТУ 4117:2007 на приладі Infratec 1241 Grain analyzer, FOSS Analytical, Sweden. Складові структури урожаю та висоту рослин – за методикою [140]. Для розрахунку

економічної ефективності використовували ціни 2025 р.

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

Оброблення даних також проводили за використання спеціалізованого програмного забезпечення Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, USA) і Statistica 12 (StatSoft Statistica Ultimate Academic, Ukraine). Під час проведення дисперсійного аналізу підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли $p < 0,05$ «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

Для якісного оцінювання тісноти зв'язку використовували коефіцієнт кореляції (r) за шкалою Чеддока: 0,1 – 0,3 – незначний зв'язок; 0,3 – 0,5 – помірний; 0,5 – 0,7 – істотний; 0,7 – 0,9 – високий; 0,9 – 0,99 – дуже високий; 1 – функціональний.

Висновок до розділу 2

Умови проведення досліджень у Правобережному Лісостепу України в 2023–2025 рр. загалом характеризувалися високою природною родючістю ґрунту та сприятливим рельєфом, що забезпечувало коректність стаціонарного польового експерименту. Водночас кліматичні умови відзначалися значною мінливістю: підвищеним температурним фоном, нерівномірним розподілом опадів, періодами надмірного зволоження та вираженими посушливими фазами у критичні періоди росту озимого тритикале. Дефіцит продуктивної вологи наприкінці вегетації та нестабільність зимового режиму створювали додаткові стресові фактори

для культури. У сукупності це зумовлювало необхідність оптимізації системи удобрення й агротехнологій з метою підвищення ефективності використання води та стабілізації продуктивності посівів в умовах сучасних кліматичних змін.

РОЗДІЛ 3

РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА СЕНИКАЦІЇ

3.1 Тривалість вегетаційного періоду

При проведенні досліджень встановлена загальна тривалість вегетаційного періоду, що становила 246 діб у 2023 р. 248 діб у 2024 р. і 276 діб у 2025 р., що вказує на високу стабільність тривалості онтогенезу культури в умовах змін клімату (табл. 3.1). Незначні відхилення пояснюються метеорологічними особливостями років – температурними коливаннями, рівнем зволоження та тривалістю світлового дня.

Від посіву до сходів ВВСН 00–09 у 2023 р. який відбувся 1 жовтня, у 2024 р. 25 вересня, а в 2025 р. 20 вересня. Така варіація термінів свідчить про поступове зміщення строків сівби на більш ранні дати, що обумовлено забезпечити оптимальні умови для осіннього укорінення рослин перед настанням зимового періоду. Поява першого листа ВВСН 10 у 2023 р. спостерігалася 30 жовтня, що характеризує відносно повільні темпи осіннього розвитку, тоді як у 2024 р. ця фаза настала 22 жовтня, а в 2025 р. 5 жовтня, тобто на 7–17 днів раніше. Це свідчить про позитивний вплив більш сприятливих погодних умов на початкові етапи росту в останні роки.

У фазу ВВСН 20 формування пагонів кущення, у 2023 р. відбулася 20 березня, тоді як у 2024 р. цей етап фіксувався 5 лютого. Так, у 2025 році фаза ВВСН 20 наставала 26 жовтня.

Фаза виходу в трубку (ВВСН 30) характеризувалася значними міжрічними коливаннями: у 2023 р. 1 травня, у 2024 р. 2 квітня, а в 2025 р. 10 квітня. Зменшення тривалості періоду до виходу в трубку вказує на

прискорений весняний розвиток у наслідок більш раннього настання стійкого тепла.

Початок появи колосу ВВСН 51 у 2023 р. фіксувався 23 травня, у 2024 р., 23 травня, а в 2025 р. 20 травня, що свідчить про стабільність цього етапу розвитку незалежно від коливань погодних умов.

Таблиця 3.1

Тривалість вегетаційного періоду тритикале озимого

Рік урожа ю	Термін сівби, збирання врожаю та початок фаз росту й розвитку рослин							
	Сівба	ВВСН 10	ВВСН 20	ВВСН 30	ВВСН 51	ВВСН 73	Тривалість вегетаційног о періоду, діб	Збиранн я врожаю
Календарні дати								
2023	01.10	30.10	20.03	01.05	23.05	18.06	—	03.07
2024	25.09	22.10	05.02	02.04	23.05	04.06	—	30.06
2025	20.09	05.10	26.10	10.04	20.05	07.06	—	10.07
Тривалість стадії, діб								
2023	-	138	43	22	27	16	246	—
2024	-	28	107	58	42	13	248	—
2025	-	21	164	40	17	34	276	—

Рання молочна стиглість ВВСН 73 характеризувалася поступовим скороченням тривалості: у 2023 р. вона наставала 18 червня, у 2024 р. 4 червня, а в 2025 р. 7 червня.

Отже, 2025 р. тривалість вегетаційного періоду була найбільшою через посушливі умови сівби та повільний осінній розвиток. У 2023 та

2024 рр. завдяки сприятливим кліматичним умовам фази розвитку проходили швидше, а загальна тривалість вегетаційного періоду скоротилася від 2 до 20 діб.

3.2 Висота рослин залежно від доз азотних добрив

У 2023 році висота рослин на початку кущення становила 9 см незалежно від варіанту удобрення, що свідчить про однакові стартові умови росту після відновлення весняної вегетації (табл. 3.2). У фазу виходу в трубку (ВВСН 30) спостерігалася незначне збільшення висоти від 24 до 26 см, причому варіанти з дозами N_{30} – N_{120} дещо переважали контроль, що вказує на позитивну реакцію рослин на азотні добрива. У фазі ВВСН 51 висота коливалася від 61 до 64 см, а у фазу ВВСН 73 – від 101 до 110 см.

При цьому в 2023 році висота рослин на початку кущення становила 9 см незалежно від варіанту удобрення, що свідчить про однакові стартові умови росту після відновлення весняної вегетації. У фазу виходу в трубку (ВВСН 30) спостерігалася незначне збільшення висоти від 16 до 20 см, причому варіанти з дозами N_{30} – N_{120} дещо переважали контроль, від 1 до 4 см що вказує на позитивну реакцію рослин на азотні добрива. У фазі ВВСН 51 висота коливалася від 82 до 90 см, а у фазу ВВСН 73 – від 112 до 119 см.

У 2025 році спостерігалася тенденція до стабілізації ростових показників: у фазу ВВСН 21 висота рослин становила 10 см, у фазі ВВСН 30 від 18 до 23 см, у фазі ВВСН 51 від 87 до 94 см, а у фазі ВВСН 73 від 112 до 116 см.

Порівняно з попереднім роком, збільшення висоти рослин в усіх фазах розвитку було незначним від 1 до 2 см, що зумовлено вищими температурами в період формування генеративних органів і відносним дефіцитом вологи. Максимальні показники спостерігалися за внесення N_{90} –

120 – 116 см, тоді як контрольні рослини досягали 113 см, що підтверджує стабільну позитивну реакцію культури на інтенсифікацію живлення.

Таблиця 3.2

Динаміка висоти рослин тритикале озимого за різних доз азотних добрив, см

Варіант досліджу	Фази росту та розвитку рослин			
	ВВСН21	ВВСН30	ВВСН51	ВВСН73
2023 р.				
Без добрив (контроль)	9	25	61	101
Р ₆₀ К ₆₀ – фон	9	24	62	101
Фон + N ₃₀	9	26	63	104
Фон + N ₆₀	9	25	63	108
Фон + N ₉₀	9	24	64	109
Фон + N ₁₂₀	9	25	64	110
НІР ₀₅	1	1	3	5
2024 р.				
Без добрив (контроль)	5	16	82	115
Р ₆₀ К ₆₀ – фон	6	17	83	112
Фон + N ₃₀	6	19	85	116
Фон + N ₆₀	7	20	88	118
Фон + N ₉₀	8	20	89	119
Фон + N ₁₂₀	9	19	90	119
НІР ₀₅	1	1	4	6
2025 р.				
Без добрив (контроль)	10	18	87	113
Р ₆₀ К ₆₀ – фон	10	18	87	112
Фон + N ₃₀	10	20	88	113
Фон + N ₆₀	10	21	91	115
Фон + N ₉₀	10	23	93	116
Фон + N ₁₂₀	10	23	94	116
НІР ₀₅	1	1	4	5

3.3 Елементи структури урожаю за різного удобрення та позакореневого підживлення карбамідом

Застосування азотних добрив полягає в отриманні високих і стабільних урожаїв зернових та інших видів рослин, вимагає наявності належного запасу поживних речовин на кожному етапі розвитку рослин [41]. Також застосування сеникації позитивно впливає на класність зерна. Сприятливою особливістю тритикале є його врожайність, яка вище, ніж у жита, а деякі сорти також конкурують з пшеницею. Важливою перевагою цього виду є його нижчі вимоги до ґрунту порівняно з пшеницею та ячменем, але вони вищі, ніж у жита. Крім того, цей вид характеризується високою стійкістю до багатьох захворювань, що протікають на зернових культурах (борошниста роса та бура іржа) [17].

Азотні добрива мають велику роль у застосуванні в сучасних технологіях вирощування зернових культур. Тритикале озиме, завдяки високій адаптивності до стресових погодних умов (низькі температури, посуха, кислі ґрунти), здатне формувати достатньо високі та якісні врожаї при цьому застосування азотних добрив значно підвищує висоту рослин та динаміку наростання надземної маси. При застосування добрив збільшується період вегетації рослин [167].

Таким чином, актуальним є вивчення сучасних тенденцій вирощування тритикале озимого в Україні та порівняння їх із провідними європейськими й світовими агрономічними технологіями. Це дозволить оцінити перспективи розвитку зернових культур, визначити можливості підвищення застосування мінеральних добрив та зменшити шляхи денітрифікації, що збільшить ефективність застосування і зменшення собівартості сільськогосподарських культур.

Завдяки високій біомасі рослин тритикале озимого та висоті рослин які сягають від 80 до 130 см і більше. Ця культура не тільки привертає увагу досліджень ай для використання побічної продукцію для годівлі

тварин [67]. Як зазначають вчені [104] накопичення азоту рослинами переважно відбувається в першій половині вегетації до 59 фази ВВСН при цьому приріст сухої маси тривалі надалі, проте уповільнюється. Так як світловий день скорочується приріст сухої маси зменшується і накопичення азоту. Надзвичайно важливим є особливості використання азоту рослинами, різні сорти реагують по різному реагують на рівень азотного живлення [27].

У дослідженні [4] встановлено оптимальну дозу азотних добрив для найбільш ефективного росту надземної маси тритикале озимого. При внесенні N_{60} спостерігався найбільший приріст надземної маси та коефіцієнту кущення.

Дослідження [80] включало контроль і три варіанти азотного підживлення: 60, 100 та 120 кг/га азотних добрив також для фону у всіх варіантах було додано по 100 кг/га фосфорно-калійних добрив. Результати дослідження показали, що всі досліджувані сорти позитивно реагували на застосування мінерального живлення як шляхом зміни продуктивних характеристик, так і шляхом зміни якості зерна. Найбільший позитивний вплив на всі досліджувані параметри, що впливають на продуктивність, мав варіант підживлення, у якому азот використовувався в кількості 120 кг/га. Сорт РКВ Vožd мав найвищу врожайність (5,79 т/га) в обох роках дослідження, тоді як сорт Favorit мав найнижчу врожайність (4,67 т/га).

Дослідженнями [98] доведено, що під час вирощування тритикале озимого господарствам Північного Степу України рекомендовано здійснювати передпосівне внесення аммофосу ($N_{12} P_{52}$), вносити амонійний нітрат (N_{50}) прикоренево на ВВСН- 22 навесні та здійснити дві позакореневі підживлення на ВВСН 31–39 фаз сумішшю карбаміду (N_{10}), сульфату магнію (1,5 кг/га) та комплексного водорозчинного добрива Ferkrystal Summum.

У варіантах без внесення позакореневого підживлення карбаміду

кількість продуктивних стебел тритикале озимого (табл. 3.3). У Контролі (без добрив): кількість продуктивних стебел змінювалася від 327 шт./м² (2023) до 410 шт./м² (2024), у 2025 р. показник був найвищим 450 шт./м². Найнижчий результат спостерігався у 2023 р. 327 шт./м², що вказує на несприятливі погодні умови для продуктивного кущення. При застосуванні Фону Р₆₀К₆₀ показники коливалися від 329 шт./м² до 455 шт./м², із середнім значенням 400 шт./м², що перевищувало контроль. Та з внесенням Фон + N₃₀₋₆₀, в 2023 р. – від 335 до 350 шт./м². При цьому в варіанті внесення азотних добрив 2024 р. виявився більш сприятливим для продуктивного кущення, що був від 428 до 452 шт./м², та у 2025 році кількість продуктивних стебел тритикале озимого була найвищою у цьому варіанті – від 466 до 479 шт./м².

З внесенням Фон + N₉₀₋₁₂₀ у 2023 р. кількість продуктивних стебел збільшувалась порівнюючи із минулими варіантами досліду від 359 до 368 шт./м². При цьому варіанті внесення азотних добрив 2024 виявився більш сприятливим для продуктивного кущення, що був від 468 до 479 шт./м², а в 2025 році кількість продуктивних стебел тритикале озимого була найвищою у цьому варіанті, від 485 до 490 шт./м².

У варіантах із позакореневим підживленням карбамідом середня кількість продуктивних стебел тритикале озимого за роки дослідження була від 396 до 445 шт./м² (табл. 3.3). У варіанті без внесення добрив, але з позакореневим підживленням карбамідом кількість продуктивних стебел була у 2023 р. 326 шт./м² в 2024 р. 411 шт./м² та в 2025 р. 452 шт./м².

Із додаванням фону Р₆₀К₆₀ кількість продуктивних стебел збільшувалася. Так, у 2023 р. цей показник був на рівні 328 шт./м², а в 2024 р. 415 шт./м².

У варіантах із внесенням азоту N₃₀₋₁₂₀ середнє значення становило 410–445 шт./м². Найвищі показники фіксувалися у 2024 р. за внесення N₃₀₋₆₀ 429–451 шт./м², однак у 2025 р., а найнижчий показник за роками виявився 2023 із цим самим внесенням був від 336 до 350 шт./м².

Таблиця 3.3

Кількість продуктивних стебел тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, шт./м²

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		327	410	450	396
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		329	415	455	400
Фон + N ₃₀		335	428	466	410
Фон + N ₆₀		350	452	479	427
Фон + N ₉₀		359	468	485	437
Фон + N ₁₂₀		368	475	490	444
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		326	411	452	396
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		328	415	454	399
Фон + N ₃₀		336	429	466	410
Фон + N ₆₀		350	451	478	426
Фон + N ₉₀		358	469	484	437
Фон + N ₁₂₀		367	476	491	445
НІР ₀₅ за чинниками	А	10	13	14	—
		7	8	8	—

У варіантах без внесення позакореневого підживлення карбаміду маса 1000 зерен тритикале озимого (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Коефіцієнт продуктивного кущіння тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		1,01	1,04	1,13	1,06
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,01	1,05	1,14	1,07
Фон + N ₃₀		1,03	1,08	1,17	1,09
Фон + N ₆₀		1,08	1,14	1,20	1,14
Фон + N ₉₀		1,10	1,18	1,21	1,17
Фон + N ₁₂₀		1,13	1,20	1,23	1,19
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		1,00	1,04	1,13	1,06
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,01	1,05	1,14	1,06
Фон + N ₃₀		1,03	1,09	1,17	1,09
Фон + N ₆₀		1,08	1,14	1,20	1,14
Фон + N ₉₀		1,10	1,19	1,21	1,17
Фон + N ₁₂₀		1,13	1,21	1,23	1,19
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,03	0,05	0,06	—
	В	0,02	0,02	0,03	—

Примітка. Кількість рослин у 2023 р. – 325 шт/м², у 2024 р. – 395, у 2025 р. – 400 шт/м².

У контролі (без добрив) маса 1000 зерен змінювалася від 30,1 г (2023 р.) до 50,6 г (2024 р.), а в 2025 р. показник знизився до 46,2 г. Найнижчий результат спостерігався у 2023 р., що вказує на несприятливі умови для формування зерна. При застосуванні Фону (Р₆₀К₆₀)

показники коливалися від 32,4 до 51,7 г, із середнім значенням 43,7 г, що стабільно перевищувало контроль. Так, з внесенням Фон + N₃₀, в 2023 р. (35,6 г) результат був нижчим, ніж у варіантах із більшими дозами, а в 2024–2025 рр. (43,2–45,4 г) різниця зменшилася, але маса зерна залишалася на рівні контрольних значень. Та при максимальних дозах дослідження Фон + N_{60–120} у середньому підтримувало масу зерна на рівні 42,0–44,2 г. У 2024 р. відзначався пік (45,2–49,9 г), тоді як у 2025 р. маса знижувалася (41,3–42,0 г), що свідчить про негативний вплив надлишкового азоту за певних погодних умов.

У варіантах без внесення позакореневого підживлення карбаміду маса 1000 зерен тритикале озимого (табл. 3.5). У Контролі (без добрив): маса 1000 зерен змінювалася від 30,1 г (2023) до 50,6 г (2024), у 2025 р. показник знизився до 46,2 г. Найнижчий результат спостерігався у 2023 р., що вказує на несприятливі умови для формування зерна.

При застосуванні Фону Р₆₀К₆₀ показники коливалися від 32,4 до 51,7 г, із середнім значенням 43,7 г, що стабільно перевищувало контроль. Та з внесенням Фон + N₃₀, в 2023 р. (35,6 г) результат був нижчим, ніж у варіантах із більшими дозами, а в 2024–2025 рр. (43,2–45,4 г) різниця зменшилася, але маса зерна залишалася на рівні контрольних значень. Та при максимальних дозах дослідження Фон + N_{60–120} у середньому підтримувало масу зерна на рівні 42,0–44,2 г. У 2024 р. відзначався пік (45,2–49,9 г), тоді як у 2025 р. маса знижувалася (41,3–42,0 г), що свідчить про негативний вплив надлишкового азоту за певних погодних умов.

У варіантах з позакореневим підживленням карбамідом маса 1000 зерен зросла з 30,1 г (без підживлення у 2023 р.) до 36,1 г, а в наступні роки залишалася на рівні від 50 до 46 г. У варіанті із застосування фосфорно-калійних добрив Р₆₀К₆₀ – Фон показники стабільно перевищували контроль (37,8 – 52,1–47,4 г), середнє значення було 45,8 г, що на 2,1 г вище за аналогічний варіант без підживлення. Так на Фоні із внесенням азотних добрив та позакореневого підживлення карбамідом

N_{30–120}. Значення варіювали у межах 41,6–46,9 г, проте чіткої тенденції зростання від дозування не спостерігалось. У 2023 р. фоліарне внесення давало найвищий приріст (41,9–41,7 г), у 2024–2025 рр. показники вирівнювалися та майже не відрізнялися між варіантами.

Таблиця 3.5

**Маса 1000 зерен тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення, г**

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		30,1	50,6	46,2	42,3
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		32,4	51,7	47,1	43,7
Фон + N ₃₀		35,6	43,2	45,4	41,4
Фон + N ₆₀		38,8	45,2	42,1	42,0
Фон + N ₉₀		40,2	49,4	41,3	43,6
Фон + N ₁₂₀		40,7	49,9	42,0	44,2
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		36,1	50,9	46,3	44,4
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		37,8	52,1	47,4	45,8
Фон + N ₃₀		41,6	42,1	45,8	43,2
Фон + N ₆₀		41,8	46,9	42,4	43,7
Фон + N ₉₀		41,9	45,6	41,9	43,1
Фон + N ₁₂₀		41,7	46,2	41,7	43,2
НІР ₀₅ за чинниками	А	1,2	1,4	1,2	—
	В	0,7	0,9	1,0	—

У варіантах без позакореневого підживлення карбаміду кількість

зерен у колосі залежало від рівня мінерального живлення (табл. 3.6). Так, у варіанті без добрив (контроль) показники знижувалися до 59,1 шт. у 2023 до 35,0 у 2024 р. і 30,9 шт. у 2025 р., що середня значення складало 41,7 шт. Поступове зменшення кількості зерен в колосі свідчить про негативний вплив погодно-кліматичних умов у 2024–2025 рр. на формування продуктивності.

Таблиця 3.6

Кількість зерен в одному колосі тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, шт.

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		59,1	35,0	30,9	41,7
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		55,2	34,8	30,8	40,3
Фон + N ₃₀		50,7	43,6	34,4	42,9
Фон + N ₆₀		48,0	45,3	38,4	43,9
Фон + N ₉₀		45,0	40,1	40,8	42,0
Фон + N ₁₂₀		44,1	39,5	41,1	41,6
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		50,0	35,0	31,4	38,8
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		47,9	34,9	31,3	38,0
Фон + N ₃₀		44,5	45,8	35,1	41,8
Фон + N ₆₀		44,2	44,7	39,0	42,6
Фон + N ₉₀		43,2	44,5	41,1	42,9
Фон + N ₁₂₀		42,6	43,4	41,8	42,6
НІР ₀₅ за чинниками	А	1,2	1,2	1,0	—
	В	1,0	0,9	0,6	—

За внесення фонового удобрення $P_{60}K_{60}$ спостерігалось аналогічне зниження показників від 55,2 до 34,8 та 30,8 шт., але середнє значення становило стабілізуючу фосфорно–калійного живлення.

Так, у варіанті Фон + N_{30} кількість зерен варіювала від 50,7 шт. у 2023 в 2024, 43,6 шт. і в 2025, 34,4 шт., а середнє значення 42,9 шт., що на 1,2 шт. перевищувало контроль. Подальше збільшення дози азоту N_{60-120} забезпечувало стабільне зростання продуктивності: середні значення становили 43,9 шт. за внесення N_{60} , 42,0 шт. – N_{90} та 41,6 шт. – N_{120} . Найвищий результат відзначений у 2024 р. за доз $N_{60-N_{90}}$ (45,3–40,1 шт.), що підтверджує позитивний вплив помірних доз азоту на формування зерен тритикале озимого.

У варіантах із позакореневим підживленням карбамідом загальна кількість зерен у колосі була нижчою, ніж у відповідних варіантах без підживлення.

Так, у контролі показники становили у межах 50,0–31,4 шт., а середнє значення було на рівні 38,8 шт., що на 2,9 шт. менше за контроль без фоліарного внесення. Фонове удобрення $P_{60}K_{60}$ під дією карбаміду давало порівняно нижчі результати 47,9–31,3 шт. а середнє значення складало 38,0 шт.

У варіантах із внесенням азоту N_{30-120} значення становили 41,8–42,9 шт., що в середньому збігалось або було дещо нижчим за варіанти без позакореневого підживлення. Найвищі показники фіксувалися у 2024 р. за внесення N_{30-90} 44,5–45,8 шт, однак у 2025 р. різниця між варіантами майже нівелювалася, позакореневе внесення карбаміду не забезпечило істотного підвищення кількості зерен у колосі порівняно з основним удобренням, а оптимальними виявилися середні дози азоту N_{60} , де формувалася найбільш стабільна продуктивність у різні роки.

Аналізуючи за роками досліджень масу зерен тритикале озимого в одному колосі тритикале озимого за різних доз азотних добрив і

позакореневого підживлення (табл. 3.7). У варіанті без позакореневого підживлення карбамідом (контроль) маса зерна становила 1,78 г (2023), 1,77 г (2024), проте в 2025 р. знизилася до 1,43 г. Середнє за три роки 1,66 г. На Фоні $P_{60}K_{60}$, показники були близькими до контролю (1,79–1,80–1,45 г).

Таблиця 3.7

Маса зерен в одному колосі тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, г

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		1,78	1,77	1,43	1,66
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,79	1,80	1,45	1,68
Фон + N ₃₀		1,81	1,89	1,56	1,75
Фон + N ₆₀		1,86	2,05	1,62	1,84
Фон + N ₉₀		1,81	1,98	1,68	1,82
Фон + N ₁₂₀		1,80	1,97	1,72	1,83
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		1,80	1,78	1,45	1,68
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,81	1,82	1,49	1,71
Фон + N ₃₀		1,85	1,93	1,61	1,80
Фон + N ₆₀		1,85	2,10	1,66	1,87
Фон + N ₉₀		1,81	2,03	1,72	1,85
Фон + N ₁₂₀		1,77	2,00	1,74	1,84
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,04	0,07	0,03	—
	В	0,03	0,05	0,02	—

Середнє 1,68 г із внесенням Фон + N₃₀ маса зерна збільшилася до 1,81 г (2023), 1,89 г (2024), 1,56 г (2025). Середнє (1,75 г) перевищувало контроль на 0,09 г. при застосуванні Фон + N₆₀ показав найкращий показник без фоліарного підживлення тритикале озимого. Максимальні значення 1,86 г (2023), 2,05 г (2024), 1,62 г (2025), середнє 1,84 г, із внесенням Фон + N₉₀₋₁₂₀: обидва варіанти забезпечували стабільно високі показники у 2024 р. (1,98–1,97 г) та 2025 р. (1,68–1,72 г). Середнє значення було на рівні 1,82–1,83 г.

3.4 Формування індивідуальної продуктивності за різного удобрення та позакореневого підживлення на тлі сеникації

У варіантах без внесення позакореневого підживлення карбамідом на тлі сеникації кількість продуктивних стебел тритикале озимого істотно залежала від дози мінерального живлення (табл. 3.8). У контролі (без добрив) значення змінювалися від 328 шт./м² у 2023 р. до 412 шт./м² у 2024 р., а найвищим було у 2025 р. – 451 шт./м². що середнє значення було 396 шт./м². Найменша густина продуктивних стебел у 2023 р. свідчить про менш сприятливі умови для продуктивного кущення в цей період.

За внесення фонового удобрення P₆₀K₆₀ показники коливалися від 329 шт./м² 2023 до 454 шт./м² 2025. Та найнижчою кількістю продуктивних стебел виявився 2024 р. 414 шт./м². Середнє значення становило 400 шт./м², що перевищувало контроль і підтверджувало позитивний вплив фосфорно-калійного живлення на формування продуктивних стебел.

У варіантах Фон + N₃₀₋₆₀ у 2023 р. показники становили від 336 до 351 шт./м², тоді як 2024 р. виявився більш сприятливим – кількість продуктивних стебел зросла від 429 до 453 шт./м². У 2025 р. цей варіант забезпечив найвищі значення від 467 до 479 шт./м², що вказує на ефективність помірних доз азоту в умовах року.

При внесенні Фон + N₉₀₋₁₂₀ у 2023 р. кількість продуктивних стебел

була вищою порівняно з попередніми варіантами і становила від 359 до 367 шт./м². У 2024 р. відзначалося подальше зростання від 468 до 476 шт./м², а у 2025 р. формування максимальної кількості продуктивних стебел, була від 486 до 491 шт./м². Ці результати свідчать про високий потенціал інтенсивних доз азоту за сприятливих умов росту.

У варіантах із позакореневим підживленням карбамідом середня кількість продуктивних стебел (табл. 3.8) за 2023–2025 рр. становила від 396 до 445 шт./м².

Таблиця 3.8

Кількість продуктивних стебел тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, шт./м²

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		328	412	451	396
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		329	414	454	400
Фон + N ₃₀		336	429	467	410
Фон + N ₆₀		351	453	479	427
Фон + N ₉₀		359	468	486	437
Фон + N ₁₂₀		367	476	491	444
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		324	412	454	396
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		328	416	455	399
Фон + N ₃₀		335	428	466	410
Фон + N ₆₀		351	450	478	426
Фон + N ₉₀		359	467	484	437
Фон + N ₁₂₀		368	477	492	445
НІР ₀₅ за чинниками	А	10	13	14	—
	В	7	8	8	—

У варіанті без добрив, але з фоліарним внесенням карбаміду, кількість продуктивних стебел становила 324 шт./м² у 2023 р., зростала до 412 шт./м² у 2024 р. та досягала 454 шт./м² у 2025 р., що підтверджує позитивний ефект зовнішнього азотного живлення за кращих погодних

умов.

За додавання $P_{60}K_{60}$ + карбамід показники становили 328 шт./м² у 2023 р., 416 шт./м² у 2024 р. та 455 шт./м² у 2025 р., що свідчить про стабільний вплив фосфорно-калійного живлення та позакореневого підживлення.

У варіантах з внесенням азоту N_{30-120} середні значення становили від 410 до 445 шт./м². Найвищі показники фіксувалися у 2025 р. За норми внесення N_{30-60} показники складали від 466 до 478 шт./м², тоді як у 2024 р. значення були нижчими 428 до 450 шт./м², що вказує на вплив погодних умов та реалізацію потенціалу азотного живлення. Та найнижчі показники показав 2023 р. які були від 335 до 351 шт./м².

За норми внесення N_{90-120} показники складали у 2023 р. від 359 до 368 шт./м², тоді як у 2024 р. значення були вищими за минулий рік від 467 до 477 шт./м², що вказує на вплив сеникації та реалізацію потенціалу азотного живлення. Тоді як найвищі показники показав 2025 р. були від 484 до 492 шт./м².

У варіантах без внесення позакореневого підживлення карбамідом на тлі сеникації коефіцієнт продуктивного кушіння тритикале озимого істотно залежав від дози азотних добрив, що відображає реакцію культури на рівень мінерального живлення в умовах регулювання ростових процесів сеникацією (табл. 3.9). У контрольному варіанті (без добрив) значення коефіцієнта зростали від 1,01 у 2023 р. до 1,04 у 2024 р. і досягали 1,13 у 2025 р., що сформувало середнє значення 1,06. Такі зміни свідчать про помірний природний потенціал кущення без додаткового живлення, який більшою мірою реалізовувався у роки з оптимальнішими умовами вегетації.

Внесення фонового удобрення $P_{60}K_{60}$ забезпечувало незначне, але стабільне підвищення коефіцієнта кушіння порівняно з контролем: показники становили 1,01–1,14 за роками дослідження, а середнє значення збільшувалося до 1,07. Це свідчить про позитивний вплив фосфорно-

калійного живлення на розвиток вторинних пагонів, що особливо помітно в умовах 2025 р.

Таблиця 3.9

Коефіцієнт продуктивного кущіння тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		1,01	1,04	1,13	1,06
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,01	1,05	1,14	1,07
Фон + N ₃₀		1,03	1,08	1,17	1,09
Фон + N ₆₀		1,08	1,14	1,20	1,14
Фон + N ₉₀		1,10	1,18	1,21	1,17
Фон + N ₁₂₀		1,13	1,20	1,23	1,19
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		1,00	1,04	1,13	1,06
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,01	1,05	1,14	1,06
Фон + N ₃₀		1,03	1,09	1,17	1,09
Фон + N ₆₀		1,08	1,14	1,20	1,14
Фон + N ₉₀		1,10	1,19	1,21	1,17
Фон + N ₁₂₀		1,13	1,21	1,23	1,19
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,03	0,05	0,06	—
	В	0,02	0,02	0,03	—

Примітка. Кількість рослин у 2023 р. – 325 шт/м², у 2024 р. – 395, у 2025 р. – 400 шт/м².

У варіантах Фон + N₃₀₋₆₀ спостерігалось поступове наростання коефіцієнта продуктивного кущіння. У межах цих варіантів показники

становили від 1,03 до 1,17 за внесення N_{30} і від 1,08 до 1,20 за внесення N_{60} , а середні значення – відповідно 1,09 та 1,14. Це підтверджує роль помірних доз азоту на тлі сеникації у стимулюванні формування продуктивних пагонів як за сприятливих умов 2024 р., так і підвищеної реалізації потенціалу рослин у 2025 р.

Застосування більших доз азоту N_{90-120} сприяло формуванню максимальних значень коефіцієнта продуктивного кушіння серед варіантів без позакореневого внесення. У варіанті N_{90} значення становили від 1,10 до 1,21, а за внесення N_{120} від 1,13 до 1,23, що забезпечило середні показники від 1,17 до 1,19 відповідно. Це свідчить про високу ефективність інтенсивного азотного живлення за умов достатнього забезпечення рослин вологою та теплом, а також про посилений морфогенез бічних пагонів під впливом сеникації.

У варіантах із позакореневим підживленням карбамідом динаміка коефіцієнта продуктивного кушіння була подібною до варіантів без фоліарного внесення, однак різниця між ними залишалася мінімальною, що свідчить про додатковий, але не вирішальний вплив карбаміду на формування продуктивного стеблостою. У контрольному варіанті за роки досліджень значення було від 1,00 до 1,13, а середнє – 1,06, що збігається з контрольним варіантом без фоліарного підживлення.

За внесення $P_{60}K_{60}$ + карбамід показники залишалися на рівні 1,01–1,14, а середнє значення – 1,06, що підтверджує стабільність впливу фосфорно-калійного живлення незалежно від додаткового внесення карбаміду.

У варіантах Фон + N_{30-60} значення були від 1,03 до 1,20, що повністю відповідало рівню аналогічних варіантів без позакореневого підживлення. Найвищі показники, як і очікувалося, формувалися за доз N_{90-120} , де у 2025 р. коефіцієнт продуктивного кушіння на тлі із застосуванням сеникації досягав максимальних значень від 1,21 до 1,23, що засвідчує максимальне використання генетичного потенціалу культури

під впливом високих доз азотного живлення та сеникації

Таблиця 3.10

**Маса 1000 зерен тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення на тлі сеникації, г**

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		30,3	50,8	46,3	42,5
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		32,7	51,9	47,4	44,0
Фон + N ₃₀		35,9	43,6	45,8	41,8
Фон + N ₆₀		39,0	45,7	42,6	42,4
Фон + N ₉₀		40,4	49,9	41,5	43,9
Фон + N ₁₂₀		40,6	50,2	42,2	44,3
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		36,3	51,1	46,5	44,6
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		38,2	52,4	47,7	46,1
Фон + N ₃₀		41,9	42,4	46,2	43,5
Фон + N ₆₀		42,0	47,2	42,6	43,9
Фон + N ₉₀		42,1	45,8	42,3	43,4
Фон + N ₁₂₀		42,0	46,8	47,9	45,6
НІР ₀₅ за чинниками	А	1,2	1,4	1,2	–
	В	0,7	0,9	1,0	–

Варіанти без позакореневого підживлення та на тлі сеникації (табл. 3.9). У 2023 році маса 1000 зерен становила лише 30,3 г, тоді як у 2024 р. 50,8 г, а в 2025 р. 46,3 г. Це свідчить про значний вплив погодних умов, адже без удобрення коливання були найрізкішими. На тлі застосування

$P_{60}K_{60}$ маса зерна коливалася від 32,7 г (2023) до 51,9 г (2024), у 2025 р. 47,4 г. У середньому це на 1,5 г більше за контроль, що доводить позитивний вплив базового фону добрив. З внесенням Фон + N_{30} , у 2023 р. (35,9 г) показник перевищував контроль на 5,6 г, але в 2024 р. (43,6 г) був нижчим за варіант без азоту.

Таблиця 3.11

Кількість зерен в одному колосі тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, шт.

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		58,0	35,2	31,0	41,4
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		54,7	34,7	30,7	40,0
Фон + N ₃₀		49,9	43,2	34,3	42,5
Фон + N ₆₀		47,8	45,0	38,3	43,7
Фон + N ₉₀		43,9	39,7	45,9	43,2
Фон + N ₁₂₀		44,2	39,2	41,2	41,5
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		49,3	35,4	22,0	35,6
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		47,0	35,1	31,5	37,9
Фон + N ₃₀		43,9	46,6	35,2	41,9
Фон + N ₆₀		43,5	45,0	39,3	42,6
Фон + N ₉₀		42,7	45,0	41,0	42,9
Фон + N ₁₂₀		42,1	43,6	36,7	40,8
НІР ₀₅ за чинниками	А	1,2	1,2	1,0	—
	В	1,0	0,9	0,6	—

У 2025 р. (45,8 г) різниця зменшилася на 2,2 г. Внесення Фон + N₆₀ маса 1000 зерен тритикале озимого підвищувалася у 2023 р. до 39,0 г, проте в 2024 р. (45,7 г) залишалася нижчою за показники контролю та фонового варіанту. У 2025 р. значення знизилося до 42,6 г. Фон + N₉₀₋₁₂₀. У 2024 р. ці варіанти забезпечили досить високі показники (49,9–50,2 г), проте в 2025 р. маса зерна була нижчою (41,5–42,2 г).

Таблиця 3.12

Маса зерен в одному колосі тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, г

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		1,76	1,79	1,44	1,66
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,79	1,80	1,46	1,68
Фон + N ₃₀		1,79	1,89	1,57	1,75
Фон + N ₆₀		1,86	2,06	1,63	1,85
Фон + N ₉₀		1,77	1,98	1,90	1,88
Фон + N ₁₂₀		1,80	1,97	1,74	1,84
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		1,79	1,81	1,46	1,69
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		1,80	1,84	1,50	1,71
Фон + N ₃₀		1,84	1,97	1,62	1,81
Фон + N ₆₀		1,83	2,13	1,67	1,88
Фон + N ₉₀		1,80	2,06	1,73	1,86
Фон + N ₁₂₀		1,77	2,04	1,76	1,86
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,04	0,07	0,03	—
	В	0,03	0,05	0,02	—

Без позакореневого підживлення карбамідом на тлі сеникації (табл. 3.12) у варіанті без добрив (контроль) маса зерен в одному колосі за роки дослідження була 1,76 г (2023), 1,79 г (2024) і знизилася до 1,44 г у 2025 р. Середнє значення 1,66 г. із застосуванням фосфорно-калійних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$. В 2023–2024 рр. значення було стабільним (1,79–1,80 г), у 2025 р. знизилася до 1,46 г. Середнє 1,68 г, що вище за контроль на 0,2 г. Із внесенням по фоні азотних добрив N_{30} і сеникацію. В 2023 р. маса зерна становила 1,79 г, у 2024 р. 1,89 г, у 2025 р. 1,57 г. Середнє значення 1,75 г, що на 0,09 г вище за контроль. У варіанті із внесенням Фон + N_{60} забезпечив найвищі результати у 2024 р. (2,06 г) та високі значення у 2023–2025 рр. (1,86 і 1,63 г). Середнє 1,85 г. При внесенні Фон + N_{90} показав найвищі показники у 2025 р маси одного колоса із сеникацією та змінювалися залежно від 1,77 г (2023) до 1,98 г (2024) і різко зросли у 2025 р. до 1,90 г. Середнє значення 1,88 г, що є найвищим серед усіх варіантів без підживлення. При внесенні максимальних доз азотних добрив на фоні N_{120} . Маса зерен в одному колосі із застосуванням сеникації була від 1,80–1,97–1,74 г, середнє 1,84 г.

Висновки до розділу 3

У результаті багаторічних польових досліджень (2023–2025 рр.) встановлено, що тривалість вегетаційного періоду тритикале озимого в умовах Правобережного Лісостепу України характеризувалися відносною стабільністю онтогенезу, незважаючи на між річні коливання метеорологічних факторів. Загальна тривалість вегетації коливалася в межах 246–276 діб, при цьому найбільш тривалим був 2025 рік, що зумовлено посушливими умовами сівби та уповільненим осіннім розвитком рослин, тоді як у 2023–2024 рр. більш сприятливі погодні умови сприяли прискореному проходженню основних фенологічних фаз і скороченню тривалості вегетаційного періоду на 2–20 діб. Фенологічний

розвиток за шкалою ВВСН показав чітку тенденцію до зміщення строків сівби на більш ранні дати, що забезпечувало кращі умови для осіннього кущення та підготовки рослин до перезимівлі. Прискорення настання фаз ВВСН 10–20 у 2024–2025 рр. свідчить про позитивний вплив теплішої осені та достатнього зволоження на початкові етапи росту. Водночас скорочення періоду до виходу в трубку (ВВСН 30) та в більш ранні строки настання молочної стиглості (ВВСН 73) у 2024–2025 рр. підтверджує посилення ролі температурного фактору у весняно-літній період в умовах сучасних кліматичних змін.

Висота рослин тритикале озимого значною мірою визначалася рівнем азотного живлення та погодними умовами року. На початкових етапах весняної вегетації (ВВСН 21) різниця між варіантами удобрення була мінімальною, що свідчить про вирівняні стартові умови росту. У подальші фази розвитку (ВВСН 30, 51, 73) чітко проявлялася позитивна реакція культури на підвищення доз азотних добрив, особливо за внесення N_{90-120} , що забезпечувало формування максимальної висоти рослин від 116 до 119 см. Разом із тим у 2025 році за умов підвищених температур і дефіциту вологи приріст висоти був обмеженим, що вказує на лімітуючу роль гідротермічних умов у реалізації потенціалу азотного живлення.

Формування елементів структури врожаю істотно залежало від поєднання рівня мінерального живлення, застосування позакореневого підживлення карбамідом та сеникації. Кількість продуктивних стебел зростала зі збільшенням доз азоту, досягаючи максимальних значень за внесення N_{90-120} , особливо у сприятливому за погодними умовами 2025 році від 490 до 492 шт./м². Помірні дози азоту N_{30-60} забезпечували найбільш стабільну продуктивність за роками, що підтверджує їх високу агрономічну доцільність.

Маса 1000 зерен і кількість зерен у колосі значною мірою визначалися погодними умовами року та рівнем азотного живлення. Найбільша мінливість цих показників спостерігалася у контрольних

варіантах без добрив, що підкреслює роль мінерального живлення у стабілізації формування генеративних органів. Внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) та помірних доз азоту сприяло підвищенню маси зерна, тоді як надлишкові дози азоту за несприятливих гідротермічних умов призводили до її зниження, що свідчить про можливий дисбаланс між вегетативним ростом і наливом зерна.

Позакореневе підживлення карбамідом загалом мало допоміжний характер і не забезпечувало істотного приросту основних елементів структури врожаю порівняно з ґрунтовим внесенням азоту, однак у роки з кращими погодними умовами сприяло незначному підвищенню стабільності продуктивних показників. Застосування сеникації в поєднанні з азотним живленням посилювало формування продуктивного стеблостою та коефіцієнта продуктивного кушіння, особливо за середніх і високих доз азоту, що свідчить про ефективне регулювання ростових процесів і перерозподіл асимілятів на користь генеративних органів.

Узагальнюючи результати досліджень, можна стверджувати, що оптимізація системи азотного живлення тритикале озимого з урахуванням погодних умов року, поєднання ґрунтового внесення помірних доз азоту (N_{60-90}), фосфорно-калійного фону та застосування сеникації є ключовим чинником формування стабільної врожайності й високої індивідуальної продуктивності культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

Результати досліджень, подані в розділі, висвітлено в публікації [156].

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА СЕНИКАЦІЇ

4.1 Урожайність зерна та соломи за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення карбамідом

Нині в зарубіжних країнах та Україні спостерігається тенденція до збільшення посівних площ тритикале озимого. За даними UKRSTAT у 2024 році посівні площі тритикале озимого становили 5,5 тис. га [139]. Спостерігається тенденція до вирощування тритикале озимого як високоврожайної зернової культури із можливостями використання для забезпечення продовольчих потреб людства. Тритикале озиме має більшу стійкість до несприятливих умов росту та розвитку для культури [146].

Для формування 1 т зерна тритикале озиме використовує близько 45 кг азоту, фосфору 10 кг і 38 кг калію. Використання рослиною азоту та калію майже закінчується в період колосіння (ВВСН 51–59), цвітіння (ВВСН 61–69) та формування наливу зерна (ВВСН 71–77). До цієї фази у рослині тритикале озимого накопичується 92–94 % азоту та близько 99 % калію. Але фосфор у тритикале озимому використовується рослиною протягом усієї вегетації. Проте основне використання фосфору припадає на ВВСН від 61 до ВВСН 73 [124].

Ключовою особливістю екологічного землеробства є активізація азотфіксації, яка забезпечує живлення сільськогосподарських рослин переважно за біологічного засвоювання азоту, який впливає на ріст і розвиток зернових культур [165]. Одним із важливих агрономічних операцій, які підвищують урожайність сільськогосподарських культур – внесення азотних добрив у різні фази росту та розвитку рослини [45]. Отримані результати дослідження та практичні результати, підтвердили,

що для одержання максимальних урожаїв тритикале озимого в ґрунт потрібно не тільки збільшувати внесення мінеральних добрив, але й інтенсифікувати біологічне нагромадження азоту та фосфору в ґрунті [165].

У дослідженні [122] доведено, що позакореневе підживлення в фазах ВВСН 31–39 карбамідом у нормі N_{10} , сульфату магнію 1,5 кг/га та комплексного добрива Феркрystal Суммум 1,5 кг/га позитивно впливають на приріст урожаю тритикале озимого. Врожайність збільшувалась від 4,33 до 5,01 т/га або на 16 % порівняно з контролем.

У дослідженні [170] показано, що тритикале озиме на дерново-підзолистих ґрунтах в умовах недостатнього звоження, з диференційним внесення азотних добрив у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило середню врожайність на рівні 4,14 т/га із вмістом білка 13,1 %.

Встановлено [18], що в тритикале озимого за внесення N_{90} забезпечувало формування 37,5 шт. зерен в одному колосі. Застосування N_{10} у позакореневе підживлення в фазу ВВСН31 сприяло збільшенню цього показника до 38,6 шт. Внесення N_{10} у фазу ВВСН31 і N_{10} у фазу ВВСН39 збільшувало цей показник до 39,8 шт., а внесення цієї дози у три строки – 40,7 шт. При цьому збільшувалась також маса зерна в одному колосі. За умови застосування кореневого підживлення цей показник становив 1,62 г. За одного застосування позакореневого підживлення – 1,72 г, дворазового – 1,80 і триразового – 1,86 г. Необхідно відзначити, що маса зерна в одному колосі мало змінювалась залежно від погодних умов року дослідження. Так, у варіанті з внесення лише азотних добрив напровесні цей показник змінювався від 1,61 до 1,63 г. Тому застосування азотних добрив збільшують урожайність сільськогосподарських рослин і стійкість до несприятливих умов навколишнього природного середовища, про що вказують дослідження інших учених [29, 46].

У дослідженні [168] доведено, що підживлення аміачною селітрою в дозі N_{45} на тлі $P_{45}K_{45}$ позитивно впливало на врожайність тритикале озимого. Так, приріст урожаю складав 1,86–2,92 т/га порівняно з контролем

(без добрив) залежно від року проведення досліджень. За умови застосування $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{45(III)}$ приріст урожаю становив 3,82–4,31 т/га, що свідчить про високу ефективність азотної складової в системі удобрення тритикале озимого.

У дослідження [143] встановлено, що вирощування тритикале озимого за внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ (у рядки під час сівби) + $N_{30(III)} + N_{30(IV)} + N_{30(VII)}$ забезпечив найвищу урожайність 7,38 т/га проти 3,15 т/га на мідянках без добрив. Застосування $N_{45}P_{45}K_{45}$ (у рядки під час сівби) + $N_{60(III)}$ забезпечило отримання 7,12 т/га зерна тритикале озимого. Отже, застосування одноразової дози азотних добрив має перевагу порівняно з роздрібним.

У дослідженні [81] застосування N_{60} забезпечувало отримання 4,95–5,50 т/га зерна тритикале озимого, за N_{100} – 5,84–6,06 т/га, за N_{120} – 6,37–6,60 т/га проти 3,25–3,56 т/га у варіанті без добрив залежно від року дослідження. Вміст білка при цьому становив відповідно 13,5–14,2 %, 12,9–14,2, 12,5–13,4 і 12,0–13,5 %. Це свідчить, що тритикале озиме не завжди підвищує вміст білка від поліпшення умов азотного живлення. Про високу мінливість формування вмісту білка в зерні свідчать також дослідження проведені в Правобережному Лісостепу [159, 167].

За роки дослідження врожайність тритикале озимого за різних доз азотних добрив змінювалась у широкому діапазоні (табл. 4.1). У варіантах без позакореневого підживлення карбамідом на врожайність тритикале озимого виявлено чітку реакцію на рівень азотного живлення, що відображає особливості формування врожайності. Отримані дані засвідчують, що саме азотний фактор відігравав визначальну роль у отриманні врожайності, тоді як погодні умови окремих років модифікували інтенсивність цього процесу.

У контрольному варіанті (без добрив) врожайність тритикале озимого за різних доз азотних добрив без позакореневого підживлення карбамідом був найнижчою серед усіх варіантів і змінювалася за роками від 4,72 т/га у 2023 р., 6,27 т/га у 2024 р. та 5,13 т/га у 2025 р., формуючи

середню врожайність за роки дослідження 5,37 т/га. Така динаміка свідчить про обмежений природний потенціал культури за відсутності мінерального живлення, який водночас суттєво залежав від умов року. Зокрема, підвищення показника у 2024 р. вказує на більш сприятливі для найбільшої врожайності у цьому варіанті.

Внесення фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ зумовлювало незначне, проте стабільне підвищення врожайності. За роками дослідження це значення коливалися в межах 4,83–5,29 т/га, а середній показник зростав до 5,55 т/га. Це свідчить про позитивний, хоча й обмежений вплив фосфору і калію на формування врожайності, який найбільш виразно проявився у 2024 р., коли умови вегетації сприяли активнішому використанню поживних елементів.

У варіантах Фон + N_{30-60} відмічалось поступове та закономірне зростання врожайності. Так у 2023 році врожайність була від 4,95 до 5,31 т/га. найвищу врожайність показав 2024 рік була від 7,05 до 8,26 т/га, тоді як 2025 р. поступився 2024 році та врожайність була від 5,97 до 6,44 т/га. та середня врожайність коливалась від 5,99 до 6,67 т/га за роки досліджень.

Варіант із внесенням Фон + N_{90-120} відмічалось поступове та закономірне зростання врожайності. Так у 2023 році врожайність була від 5,39 до 5,40 т/га. найвищу врожайність показав 2024 рік була від 8,31 до 8,37 т/га, тоді як 2025 р. поступився 2024 році та врожайність була від 6,87 до 7,15 т/га., і середня врожайність була від 6,86 до 6,97 т/га за роки дослідження.

У варіантах із застосуванням позакореневого підживлення карбамідом урожайність тритикале озимого характеризувалася чітко вираженою залежністю від рівня азотного живлення, що відображає особливості формування продуктивності культури. Отримані результати переконливо свідчать, що провідну роль у забезпеченні врожайності відігравав саме азотний фактор, тоді як погодні умови окремих років лише

коригували ступінь реалізації його ефективності.

У контрольному варіанті (без добрив) врожайність тритикале озимого за різних доз азотних добрив із позакореневим підживлення карбамідом був найнижчим серед усіх варіантів і змінювався за роками від 4,80 т/га у 2023 р., 6,31 т/га у 2024 р. та 5,24 т/га у 2025 р., формуючи середню врожайність за роки дослідження 5,45 т/га. Така динаміка свідчить про обмежений природний потенціал культури за відсутності мінерального живлення, який водночас суттєво залежав від умов року. Зокрема, підвищення показника у 2024 р. вказує на більш сприятливі для найбільшої врожайності у цьому варіанті.

Таблиця 4.1

Урожайність зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, т/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		4,72	6,27	5,13	5,37
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		4,83	6,52	5,29	5,55
Фон + N ₃₀		4,95	7,05	5,97	5,99
Фон + N ₆₀		5,31	8,26	6,44	6,67
Фон + N ₉₀		5,39	8,31	6,87	6,86
Фон + N ₁₂₀		5,40	8,37	7,15	6,97
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		4,80	6,31	5,24	5,45
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		4,86	6,55	5,46	5,62
Фон + N ₃₀		5,10	7,26	6,19	6,18
Фон + N ₆₀		5,36	8,48	6,63	6,82
Фон + N ₉₀		5,40	8,50	7,05	6,98
Фон + N ₁₂₀		5,43	8,52	7,24	7,06
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,31	0,47	0,39	–
	В	0,22	0,31	0,28	–

Внесення фосфорно-калійного фону Р₆₀К₆₀ зумовлювало незначне,

проте стабільне підвищення врожайності. За роками дослідження це значення коливалися в межах 4,86–6,55 т/га, а середній показник зростав до 5,62 т/га. Це свідчить про позитивний, хоча й обмежений вплив фосфору і калію на формування врожайності, який найбільш виразно проявився у 2024 р., коли умови вегетації сприяли активнішому використанню поживних елементів.

У варіантах Фон + N₃₀₋₆₀ відмічалось поступове зростання врожайності. Так у 2023 році врожайність була від 5,10 до 5,36 т/га., найвищу врожайність показав 2024 рік була від 7,26 до 8,48 т/га, тоді як 2025 р. поступився минулому року та була врожайність від 6,19 до 6,63 т/га. і середня врожайність була від 6,18 до 6,82 т/га за роки дослідження.

Варіант із внесенням Фон + N₉₀₋₁₂₀ врожайність зростала. Так у 2023 році врожайність була від 5,40 до 5,43 т/га. найвищу врожайність показав 2024 рік була від 8,50 до 8,52 т/га, тоді як 2025 р. поступився 2024 році та була врожайність від 7,05 до 7,24 т/га. та середня врожайність була від 6,98 до 7,06 т/га за роки дослідження.

Отже, при внесення 30 кг/га д. р. у вигляді позакореневого підживлення карбамідом урожайність тритикале озимого збільшується лише на 2–4 %. Також приріст урожайності від застосування 30–120 кг/га д. р. азотних добрив складав 9–26 % порівняно з варіантом без добрив. Необхідно відзначити, що внесення фосфорних і калійних добрив збільшувало цей показник лише на 1–2 %.

У варіантах без позакореневого підживлення найменші показники отримано в контролі (без добрив) (табл. 4,2). Урожайність соломи становила 10,38 т/га у 2023 р., 11,29 т/га у 2024 р. та знижувалася до 8,21 т/га у 2025 р., що в середньому за три роки склало 9,96 т/га. Така динаміка підтверджує обмежені можливості культури щодо формування вегетативної маси за відсутності мінерального живлення та високу залежність результату від умов року.

Застосування фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ сприяло помірному, але стабільному підвищенню урожайності соломи. Порівняно з контролем, середній показник зріс до 10,28 т/га, а річні значення коливалися від 10,63 т/га у 2023 р. до 11,74 т/га у 2024 р., з подальшим зниженням у 2025 р. до 8,46 т/га.

Таблиця 4.2

Урожайність соломи тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, т/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		10,38	11,29	8,21	9,96
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		10,63	11,74	8,46	10,28
Фон + N ₃₀		10,89	12,69	9,55	11,04
Фон + N ₆₀		12,21	15,69	10,95	12,95
Фон + N ₉₀		12,40	15,79	11,68	13,29
Фон + N ₁₂₀		12,42	16,74	12,16	13,77
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		10,56	11,36	8,38	10,10
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		10,69	11,79	8,74	10,41
Фон + N ₃₀		11,22	13,07	9,90	11,40
Фон + N ₆₀		12,33	16,11	11,27	13,24
Фон + N ₉₀		12,42	16,15	11,99	13,52
Фон + N ₁₂₀		12,49	17,04	12,31	13,95
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,31	0,36	0,30	—
	В	0,27	0,29	0,25	—

Внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ зумовлювало чітко виражене й закономірне підвищення урожайності соломи. За дози N_{30} середній показник становив 11,04 т/га, що на 1,08 т/га перевищувало контроль. Подальше збільшення норми азоту до N_{60} сприяло істотнішому наростанню вегетативної маси, унаслідок чого середня урожайність соломи зросла до 12,95 т/га. За внесення N_{90-120} цей показник досягав відповідно 13,29 і 13,77 т/га, що свідчить про високий рівень забезпечення рослин азотом і активний розвиток стеблостою.

Характерно, що в усіх варіантах без позакореневого підживлення найвищі значення урожайності соломи були зафіксовані у 2024 році. Зокрема, у варіанті Фон + N_{120} вона становила 16,74 т/га, що майже вдвічі перевищувало показник контролю у 2025 році. Це вказує на поєднання оптимального живлення з найбільш сприятливими погодними умовами, які забезпечили максимальну реалізацію продуктивного потенціалу культури.

Застосування позакореневого підживлення карбамідом додатково посилювало формування урожайності соломи у всіх досліджуваних варіантах. Навіть у контролі середній показник зріс до 10,10 т/га, що свідчить про певну компенсаторну роль позакореневого внесення азоту за дефіциту ґрунтового живлення. На фоні $P_{60}K_{60}$ урожайність соломи зросла до 10,41 т/га, що підтверджує доцільність поєднання основного удобрення з позакореневими підживленнями.

Найбільш виразний ефект карбаміду спостерігався у варіантах із підвищеними дозами азоту. Так, за внесення Фон + N_{60} середня урожайність соломи становила 13,24 т/га, за N_{90} — 13,52 т/га, а за N_{120} — 13,95 т/га, що перевищувало відповідні варіанти без позакореневого підживлення. Абсолютний максимум за роки дослідження зафіксовано у 2024 році у варіанті Фон + N_{120} із позакореневим підживленням — 17,04 т/га, що свідчить про високу ефективність комплексного застосування ґрунтового та позакореневого азотного живлення.

Дані таблиці 4.3 засвідчують, що відношення соломи до зерна

тритикале озимого формувалося під комплексним впливом погодних умов років дослідження та рівня мінерального, насамперед азотного, живлення, що чітко відобразилося як у річній динаміці показника, так і в його середніх багаторічних значеннях.

Таблиця 4.3

Відношення соломи до зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, т/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		2,2	1,8	1,6	1,9
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₃₀		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₆₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₉₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₁₂₀		2,3	2,0	1,7	2,0
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		2,2	1,8	1,6	1,9
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₃₀		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₆₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₉₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₁₂₀		2,3	2,0	1,7	2,0
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,1	0,1	0,1	–
	В	0,1	0,1	0,1	–

Упродовж 2023–2025 рр. у варіантах без позакореневого підживлення

в контролі (без добрив) відношення соломи до зерна закономірно зменшувалося з 2,2 у 2023 році до 1,8 у 2024 році та 1,6 у 2025 році, формуючи середній показник 1,9. Аналогічний характер змін спостерігався і на фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$, а також у варіанті з внесенням N_{30} , де багаторічне середнє значення також становило 1,9. Це свідчить, що за низького і помірного рівня азотного живлення, незалежно від року вирощування, зберігалось відносно збалансоване співвідношення між формуванням вегетативної та генеративної маси, хоча між роками чітко простежувалося зміщення продуктивного процесу у бік інтенсивнішого зерно утворення.

За внесення азоту в дозі N_{60} відношення соломи до зерна було стабільно вищим у всі роки дослідження: у 2023 році воно досягало 2,3, у 2024 році знижувалося до 1,9, а у 2025 році становило 1,7, формуючи середнє багаторічне значення 2,0. Така тенденція вказує на посилення вегетативного росту рослин за достатнього азотного забезпечення, однак без істотного порушення балансу між соломом і зерном. Саме варіанти з N_{30-60} характеризувалися найбільшою стабільністю показників за роками та оптимальним поєднанням ростових і репродуктивних процесів.

Подальше підвищення рівня азотного живлення до N_{90-120} зумовлювало збереження підвищеного відношення соломи до зерна. У 2023 році показник становив 2,3, у 2024 році 1,9–2,0, а у 2025 році 1,7, із формуванням середнього за три роки значення на рівні 2,0. Це свідчить про стабільну орієнтацію вегетаційного процесу на інтенсивне нарощування вегетативної маси за високих доз азоту, незалежно від мінливості погодних умов

Таким чином, узагальнення річних і середніх багаторічних даних дозволяє зробити висновок, що ключовим чинником формування відношення соломи до зерна тритикале озимого був рівень азотного живлення. Погодні умови років дослідження лише модифікували інтенсивність прояву цієї закономірності, тоді як застосування

позакореневого підживлення карбамідом не спричиняло суттєвих зрушень у структурі врожаю, а забезпечувало стабільність вегетаційного процесу в межах сформованого типу продуктивності культури.

У контрольному варіанті (без добрив) із позакореневим підживленням карбамідом відношення соломи до зерна у 2023 році становило 2,2, у 2024 році знижувалося до 1,8, а у 2025 році — до 1,6, формуючи середнє багаторічне значення 1,9. Така динаміка практично повторює закономірності, встановлені без позакореневого підживлення, і свідчить, що за відсутності ґрунтового азотного живлення карбамід лише частково компенсував дефіцит азоту, не змінюючи загальної спрямованості формування врожаю.

Подібна тенденція простежувалася і на фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$. Упродовж 2023–2025 рр. відношення соломи до зерна залишалося на рівні 2,2; 1,8 та 1,6 відповідно, із середнім значенням 1,9. Це вказує, що за достатнього забезпечення фосфором і калієм, але обмеженого азотного живлення, позакореневе підживлення карбамідом не зумовлювало істотних зрушень у структурі біомаси, а лише підтримувало загальний фізіологічний стан рослин.

У варіанті Фон + N_{30} із позакореневим підживленням карбамідом співвідношення соломи і зерна також залишалося стабільним: 2,2 у 2023 році, 1,8 у 2024 році та 1,6 у 2025 році, при середньому значенні 1,9. Це свідчить, що поєднання помірної ґрунтової дози азоту з позакореневим внесенням не призводило до надмірного розвитку вегетативної маси, забезпечуючи відносно збалансований тип продуктивності.

За підвищення дози азоту до N_{60} на фоні $P_{60}K_{60}$ позакореневе підживлення карбамідом супроводжувалося помірним зростанням відношення соломи до зерна. У 2023 році показник досягав 2,3, у 2024 році становив 1,9, а у 2025 році 1,7, із формуванням середнього багаторічного значення 2,0. Це вказує на активізацію вегетативного росту за умов достатнього азотного забезпечення, однак без різкого порушення балансу

між вегетативними і генеративними органами.

Подальше підвищення рівня азотного живлення до N_{90-120} у поєднанні з позакореневим підживленням карбамідом зумовлювало збереження підвищеного співвідношення соломи до зерна. У 2023 році воно становило 2,3, у 2024 році 1,9–2,0, а у 2025 році 1,7, формуючи середнє значення за три роки на рівні 2,0. Це свідчить, що за високих доз азоту позакореневе підживлення сприяло підтриманню інтенсивних ростових процесів, але не призводило до непропорційного нарощування соломи відносно зерна.

Дані в (табл. 4.4) дозволяють глибше охарактеризувати закономірності формування структури врожаю тритикале озимого, зокрема зміну частки зерна в загальній біомасі залежно від рівня азотного живлення, застосування позакореневого підживлення карбамідом та метеорологічних умов років дослідження. Аналіз показника у динаміці років і варіантів удобрення свідчить про складну взаємодію факторів, що регулюють спрямованість вегетаційного процесу культури.

У варіантах без позакореневого підживлення за відсутності мінерального живлення (контроль) частка зерна в урожаї характеризувалася чіткою тенденцією до зростання впродовж років дослідження: від 31,3 % у 2023 році до 35,7 % у 2024 році та 38,5 % у 2025 році, із формуванням середнього багаторічного значення на рівні 35,1 %. Така динаміка вказує на істотний вплив погодних умов, насамперед волого забезпечення і температурного режиму, на реалізацію генеративного потенціалу культури за мінімального рівня агрохімічного навантаження. У цьому випадку формування зерна значною мірою визначалося адаптивними можливостями рослин і їх здатністю перерозподіляти асимілянти на користь репродуктивних органів.

Аналогічні значення частки зерна були зафіксовані на фосфорно-калійному фоні $P_{60}K_{60}$, а також у варіанті Фон + N_{30} , де середній показник за три роки також становив 35,1 %. Це свідчить про те, що за низького та помірного рівня азотного живлення внесення фосфору і калію не

зумовлювало істотної трансформації структури врожаю, а дія цих елементів проявлялася переважно через підтримання загального фізіологічного стану рослин. У таких умовах продукційний процес мав відносно збалансований характер, без домінування вегетативної складової над генеративною.

Таблиця 4.4

Частка зерна в урожаї тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, %

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		31,3	35,7	38,5	35,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₃₀		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₆₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₉₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₁₂₀		30,3	33,3	37,0	33,6
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		31,3	35,7	38,5	35,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₃₀		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₆₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₉₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₁₂₀		30,3	33,3	37,0	33,6
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,8	0,9	0,9	—
	В	0,6	0,6	0,6	—

Інша закономірність простежувалася за підвищення доз азотних добрив до N_{60-90} . У цих варіантах частка зерна в урожаї зменшувалася порівняно з контролем і варіантами з нижчим рівнем азотного живлення. Так, середній показник за три роки становив 33,9 %, при цьому у 2023 році він був мінімальним (30,3 %), у 2024 році зростав до 34,5 %, а у 2025 році досягав 37,0 %. Така динаміка свідчить, що за достатнього азотного забезпечення інтенсифікувалися процеси росту вегетативної маси, насамперед стебел і листкового апарату, що зумовлювало зростання частки соломи у загальній біомасі та, відповідно, відносне зниження частки зерна.

Найбільш виражене зменшення частки зерна відмічено у варіанті Фон + N_{120} , де середнє багаторічне значення становило 33,6 %. У цьому випадку високий рівень азотного живлення стимулював інтенсивний вегетативний ріст, що призводило до певного «розмивання» генеративної складової врожаю в його загальній структурі. Водночас навіть за таких умов у сприятливому 2025 році частка зерна зростала до 37,0 %, що ще раз підтверджує визначальну роль погодного чинника у регуляції співвідношення між елементами врожаю.

У варіантах із позакореневим підживленням карбамідом встановлені закономірності повністю відтворювали тенденції, характерні для відповідних варіантів без нього. Значення частки зерна за роками та середні багаторічні показники були ідентичними, що свідчить про відсутність істотного впливу позакореневого внесення карбаміду на структурну організацію врожаю. Таким чином, карбамід у даному випадку виконував роль додаткового джерела азоту, яке сприяло підтриманню інтенсивності фізіолого-біохімічних процесів, але не змінювало принципового напрямку розподілу асимілянтів між вегетативними та генеративними органами.

4.2 Формування врожайності зерна й соломи за різного удобрення та позакореневого підживлення на тлі сеникації

Результати досліджень свідчать, що за проведення сеникації без позакореневого підживлення карбамідом урожайність зерна тритикале озимого майже не змінювалась порівняно з ділянками, де сеникацію не проводили – 5,49–6,84 т/га (табл. 4.5). За проведення позакореневого підживлення врожайність від сеникації збільшувалась лише на 1 % порівняно з ділянками без проведення сеникації, що було недостовірним.

Таблиця 4.5

Урожайність тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, т/га

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		4,65	6,33	5,16	5,38
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		4,72	6,36	5,33	5,47
Фон + N ₃₀		4,90	7,17	6,03	6,03
Фон + N ₆₀		5,24	8,29	6,51	6,68
Фон + N ₉₀		5,27	8,32	7,93	7,17
Фон + N ₁₂₀		5,35	8,34	7,21	6,97
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		4,75	6,42	5,31	5,49
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		4,81	6,63	5,53	5,66
Фон + N ₃₀		5,06	7,45	6,27	6,26
Фон + N ₆₀		5,30	8,61	6,71	6,87
Фон + N ₉₀		5,35	8,65	7,11	7,04
Фон + N ₁₂₀		5,40	8,69	7,31	7,13
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,32	0,48	0,38	—
	В	0,21	0,32	0,27	—

На врожайність та вміст білка в зерні тритикале озимого впливають різні способи застосування азотних добрив. Найбільше на врожайність впливає внесення 60–90 кг/га д. р. азотних добрив. Позакореневе

підживлення карбамідом і сеникація достовірно не впливають на врожайність зерна тритикале озимого. Урожайність при цьому збільшується від 4,72–6,25 до 5,31–8,31 т/га залежно від погодних умов.

У системі удобрення тритикале озимого ефективним є застосуванням N_{60-90} з позакореневим підживленням карбамідом у дозі N_{30} . Така система удобрення забезпечує отримання врожайності на рівні 5,36–8,50 т/га з вмістом білка 10,0–11,5 % залежно від погодних умов у роки проведення досліджень.

Таблиця 4.6 дає змогу всебічно оцінити особливості формування урожайності соломи тритикале озимого на тлі сеникації залежно від рівня мінерального, насамперед азотного, живлення та застосування позакореневого підживлення карбамідом у різні за погодними умовами роки дослідження

Таблиця 4.6

Урожайність соломи тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, т/га

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		10,23	11,39	8,26	9,96
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		10,38	11,45	8,53	10,12
Фон + N ₃₀		10,78	12,91	9,65	11,11
Фон + N ₆₀		12,05	15,75	11,07	12,96
Фон + N ₉₀		12,12	15,81	13,48	13,80
Фон + N ₁₂₀		12,31	16,68	12,26	13,75
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		10,45	11,56	8,50	10,17
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		10,58	11,93	8,85	10,45
Фон + N ₃₀		11,13	13,41	10,03	11,52
Фон + N ₆₀		12,19	16,36	11,41	13,32
Фон + N ₉₀		12,31	16,44	12,09	13,61
Фон + N ₁₂₀		12,42	17,38	12,43	14,08
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,32	0,37	0,31	—
	В	0,25	0,28	0,26	—

У варіантах без позакореневого підживлення найнижчу урожайність соломи стабільно формував контроль (без добрив). У 2023 році вона становила 10,23 т/га, у 2024 році зростала до 11,39 т/га, а у 2025 році знижувалася до 8,26 т/га, що в середньому за три роки забезпечило показник 9,96 т/га. Така варіабельність свідчить про обмежений потенціал формування вегетативної маси за відсутності мінерального живлення та високу залежність результатів від погодних умов року, навіть за використання сеникації.

Застосування фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ зумовлювало помірне, проте стабільне підвищення урожайності соломи. За роками показник змінювався від 10,38 т/га у 2023 році до 11,45 т/га у 2024 році та 8,53 т/га у 2025 році, формуючи середнє значення 10,12 т/га. Це свідчить про позитивну роль фосфору і калію у підтриманні ростових процесів, однак без достатнього азотного забезпечення їх вплив залишався обмеженим.

Внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ призводило до чітко вираженого та закономірного зростання урожайності соломи. У варіанті Фон + N_{30} середній показник становив 11,11 т/га, а річні значення коливалися від 10,78 т/га у 2023 році до 12,91 т/га у 2024 році та 9,65 т/га у 2025 році. Подальше підвищення дози азоту до N_{60} забезпечувало істотніше наростання вегетативної маси: середня урожайність соломи досягала 12,96 т/га, при максимальному значенні 15,75 т/га у 2024 році.

За внесення N_{90} середній показник зростав до 13,80 т/га, що свідчить про інтенсивний розвиток стеблостою за високого азотного забезпечення. Водночас за N_{120} середня урожайність соломи становила 13,75 т/га, тобто не перевищувала варіант з N_{90} , що може вказувати на наближення до оптимального рівня азотного живлення за умов сеникації та певне насичення реакції культури на подальше підвищення дози азоту.

У варіантах із позакореним підживленням карбамідом на тлі сеникації урожайність соломи була вищою порівняно з варіантами без

сеникації, що свідчить про додаткову ефективність цього агрозаходу.

Так, у контролі середній показник зріс до 10,17 т/га, а на фоні $P_{60}K_{60}$ — до 10,45 т/га. Це вказує на часткову компенсацію дефіциту азоту шляхом позакореневого живлення.

Найбільш відчутний ефект карбаміду проявився за середніх і високих доз азоту. У варіанті Фон + N_{30} середня урожайність соломи становила 11,52 т/га, за N_{60} — 13,32 т/га, за N_{90} — 13,61 т/га, а максимальне значення отримано у варіанті Фон + N_{120} , де середній показник досягав 14,08 т/га. Абсолютний максимум за роки дослідження зафіксовано у 2024 році — 17,38 т/га, що свідчить про поєднання оптимального мінерального живлення, ефективного позакореневого підживлення та сприятливих погодних умов.

Таблиця 4.7 переконливо свідчить, що співвідношення соломи до зерна тритикале озимого формувалося під комплексним впливом метеорологічних умов років дослідження та рівня мінерального живлення, з домінуючою роллю азотного чинника, тоді як позакореневе підживлення карбамідом відігравало переважно стабілізуючу функцію у формуванні структури врожаю

У 2023 році співвідношення соломи до зерна було найвищим за весь період досліджень, що свідчить про відносно сприятливі умови для формування вегетативної маси. У варіантах без позакореневого підживлення в контролі, на фоні $P_{60}K_{60}$ та за внесення N_{30} показник стабільно становив 2,2. Це вказує на однакову спрямованість продуктивного процесу за низького і помірного рівня азотного живлення, коли розвиток соломи переважав або був однаковим із формуванням зерна.

Підвищення дози азоту до N_{60-120} зумовлювало зростання відношення соломи до зерна до 2,3, що відображає активізацію ростових процесів і посилене нагромадження вегетативної біомаси.

Аналогічні значення отримано і у варіантах із позакореневим підживленням карбамідом, що свідчить про відсутність принципових

відмінностей між фонами живлення у цей рік та про домінуючу роль ґрунтового азоту у формуванні структури врожаю.

У 2024 році відношення соломи до зерна в усіх варіантах істотно зменшилося порівняно з попереднім роком, що вказує на зміну погодних умов у бік інтенсивнішого формування генеративної маси. У контролі, на фоні Р₆₀К₆₀ і за внесення N₃₀ показник становив 1,8 як без позакореневого підживлення, так і за його застосування.

Таблиця 4.7

Відношення соломи до зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, т/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		2,2	1,8	1,6	1,9
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₃₀		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₆₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₉₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₁₂₀		2,3	2,0	1,7	2,0
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		2,2	1,8	1,6	1,9
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₃₀		2,2	1,8	1,6	1,9
Фон + N ₆₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₉₀		2,3	1,9	1,7	2,0
Фон + N ₁₂₀		2,3	2,0	1,7	2,0
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,1	0,1	0,1	—
	В	0,1	0,1	0,1	—

Це свідчить про відносне вирівнювання співвідношення між соломною і зерном та зростання частки урожаю зерна в загальній біомасі. За внесення N₆₀₋₉₀ показник зростав до 1,9, а у варіанті з N₁₂₀ — до 2,0, що відображає збереження тенденції до посиленого вегетативного росту за високих доз азоту навіть за менш сприятливих умов року. Позакореневе

підживлення карбамідом не змінювало рівень показника, а лише підтримувало його стабільність у межах кожного варіанта.

У 2025 році відношення соломи до зерна досягло мінімальних значень за весь період досліджень, що свідчить про найбільш сприятливі умови для формування зернової продуктивності. У контролі, на фоні $P_{60}K_{60}$ та у варіанті Фон + N_{30} показник становив 1,6, незалежно від застосування позакореневого підживлення. Це характеризує чітке зміщення продукційного процесу у бік генеративного розвитку та ефективнішого використання асимілятів на формування зерна.

За підвищення дози азоту до N_{60-120} співвідношення соломи до зерна зросло до 1,7, що хоча й перевищувало значення контролю, проте залишалося значно нижчим, ніж у 2023 році. Це свідчить, що навіть за високого азотного живлення погодні умови 2025 року стримували надмірне нарощування вегетативної маси.

Таким чином середні багаторічні показники за роки дослідження у варіантах без азотних добрив, на фоні $P_{60}K_{60}$ та за внесення N_{30} середнє відношення соломи до зерна стабільно становило 1,9 незалежно від застосування позакореневого підживлення. За внесення N_{60-120} середній показник зростав до 2,0, що свідчить про посилення вегетативного компонента врожаю за високого азотного фону.

Дані таблиці 4.8 свідчать, що частка зерна в урожаї тритикале озимого на тлі сеникації визначалася переважно метеорологічними умовами років дослідження та рівнем азотного живлення, тоді як позакореневе підживлення карбамідом істотних зрушень у структурі врожаю не зумовлювало, виконуючи радше стабілізуючу роль.

У 2023 році частка зерна була найнижчою за період досліджень і у варіантах без азотних добрив, на фоні $P_{60}K_{60}$ та за внесення N_{30} становила 31,3 %. Підвищення азотного фону до N_{60-90} супроводжувалося зниженням показника до 30,3 %, що вказує на відносне посилення вегетативної складової біомаси за інтенсивнішого азотного живлення. Аналогічне

значення (30,3 %) зафіксовано і за внесення N_{120} , що свідчить про обмежену ефективність подальшого нарощування дози азоту щодо збільшення питомої ваги зерна у загальній масі врожаю в умовах цього року.

Таблиця 4.8

Частка зерна в урожаї тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, %

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		31,3	35,7	38,5	35,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₃₀		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₆₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₉₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₁₂₀		30,3	33,3	37,0	33,6
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		31,3	35,7	38,5	35,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₃₀		31,3	35,7	38,5	35,1
Фон + N ₆₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₉₀		30,3	34,5	37,0	33,9
Фон + N ₁₂₀		30,3	33,3	37,0	33,6
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,7	0,8	0,9	—
	В	0,5	0,6	0,6	—

У 2024 році в усіх варіантах відмічалось суттєве зростання частки

зерна, що відображає більш сприятливі умови для генеративного розвитку. У контролі, на фоні $P_{60}K_{60}$ та у варіанті Фон + N_{30} показник становив 35,7 %. За внесення $N_{60}-N_{90}$ він знижувався до 34,5 %, а у варіанті з N_{120} — до 33,3 %, тобто підвищені дози азоту зумовлювали відносне збільшення частки соломи і листостеблової маси у структурі врожаю.

У 2025 році частка зерна досягла максимальних значень: у варіантах без азотного підживлення, на фоні $P_{60}K_{60}$ та за внесення N_{30} вона становила 38,5 %, тоді як за $N_{60}-N_{120}$ був на рівні 37,0 %. Це підтверджує домінуючу роль погодних умов року в інтенсифікації наливу зерна та підвищенні його частки в урожаї, навіть за високого азотного фону.

У середньому за 2023–2025 рр. у контролі, на фоні $P_{60}K_{60}$ та за внесення N_{30} частка зерна була стабільною і становила 35,1 %, тоді як підвищення дози азоту до $N_{60}-N_{90}$ зумовлювало її зниження до 33,9 %, а за N_{120} — до 33,6 %.

Висновки до розділу 4

Отже, тритикале озиме добре реагує на застосування добрив із азотною складовою. При цьому для нових сортів, в умовах різких змін погодних умов у вегетаційний період, ефективність різного способу застосування азотних добрив змінюється. Тому встановлення оптимальних умов азотного живлення тритикале озимого є актуальним.

У результаті проведених досліджень встановлено, що:

При внесення 30 кг/га д. р. у вигляді позакореневого підживлення карбамідом урожайність тритикале озимого збільшується лише на 2–4 %. Також приріст урожайності від застосування 30–120 кг/га д. р. азотних добрив складав 9–26 % порівняно з варіантом без добрив. Необхідно відзначити, що внесення фосфорних і калійних добрив збільшувало цей показник лише на 1–2 %. Результати досліджень свідчать, що за проведення сеникації без позакореневого підживлення карбамідом урожайність зерна тритикале озимого майже не змінювалась порівняно з

ділянками, де сеникацію не проводили – 5,49–6,84 т/га. За проведення позакореневого підживлення врожайність від сеникації збільшувалась лише на 1 % порівняно з ділянками без проведення сеникації, що було недостовірним.

На врожайність та вміст білка в зерні тритикале озимого впливають різні способи застосування азотних добрив. Найбільше на врожайність впливає внесення 60–90 кг/га д. р. азотних добрив. Позакореневе підживлення карбамідом і сеникація достовірно не впливають на врожайність зерна тритикале озимого. Урожайність при цьому збільшується від 4,72–6,25 до 5,31–8,31 т/га залежно від погодних умов. У системі удобрення тритикале озимого ефективним є застосуванням N_{60-90} з позакореневим підживленням карбамідом у дозі N_{30} . Така система удобрення забезпечує отримання врожайності на рівні 5,36–8,50 т/га з вмістом білка 10,0–11,5 % залежно від погодних умов у роки проведення досліджень.

Результати досліджень, подані в розділі, висвітлено в публікаціях [149, 161, 163].

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА СЕНИКАЦІЇ

5.1 Показники якості зерна за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення карбамідом

Наведені в таблиці 5.1 дані переконливо відображають особливості формування натури зерна тритикале озимого упродовж 2023–2025 рр. залежно від року вирощування, рівня мінерального живлення та застосування позакореневого підживлення карбамідом, що дає змогу простежити як річну динаміку показника, так і його зміну за схемою досліджу

У варіантах без позакореневого підживлення чітко простежується істотний вплив погодніх умов років дослідження. Так, у контрольному варіанті (без добрив) натура зерна становила 708 г/л у 2023 р., істотно зростала до 757 г/л у 2024 р. та знижувалася до 723 г/л у 2025 р., формуючи середнє багаторічне значення на рівні 729 г/л. Подібна закономірність була характерною і для варіанта з внесенням фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$, де найвищі значення також зафіксовано у 2024 р. (755 г/л), тоді як середнє за три роки становило 732 г/л, що лише незначно перевищувало контроль.

Зі збільшенням доз азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ у варіантах без позакореневого підживлення спостерігалася тенденція до поступового зниження натури зерна. Зокрема, за внесення N_{30} середнє значення показника становило 723 г/л, за N_{60} – 719 г/л, за N_{90} – 715 г/л, а за максимальної дози N_{120} лише 711 г/л. Це свідчить про те, що підвищене азотне живлення, незважаючи на позитивний вплив на продуктивність, могло зумовлювати формування менш виповненого зерна, особливо за

менш сприятливих погодніх умов в окремих роках дослідження.

У варіантах із позакореневим підживленням карбамідом формування натури зерна дещо змінювався. У контрольному варіанті без основного удобрення показник становив 695 г/л у 2023 р., зростав до максимальних 767 г/л у 2024 р. і знижувався до 731 г/л у 2025 р., а середнє багаторічне значення досягало 731 г/л, що було дещо вищим порівняно з аналогічним варіантом без позакореневого підживлення.

Таблиця 5.1

**Натура зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення, г/л**

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		708	757	723	729
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		710	755	731	732
Фон + N ₃₀		703	747	720	723
Фон + N ₆₀		696	742	718	719
Фон + N ₉₀		695	736	713	715
Фон + N ₁₂₀		697	727	709	711
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		695	767	731	731
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		700	760	742	734
Фон + N ₃₀		697	750	734	727
Фон + N ₆₀		691	763	731	728
Фон + N ₉₀		688	754	733	725
Фон + N ₁₂₀		690	764	738	731
НІР ₀₅ за чинниками	А	26	31	28	–
	В	25	27	26	–

Аналогічна тенденція спостерігалася і на фосфорно-калійному фоні, де середня натура зерна становила 734 г/л. За поєднання позакореневого підживлення з різними дозами азоту середні значення натури зерна коливалися в межах 725–731 г/л. Зокрема, за доз N_{30–60} середні показники становили від 727 до 728 г/л, тоді як за підвищених норм N_{90–120}

вони досягали від 725 до 731 г/л. Це вказує на певне нівелювання негативного впливу високих доз азоту на виповненість зерна завдяки позакореновому підживленню, яке сприяло стабілізації фізичних показників якості зерна.

У таблиці 5.2 дані характеризують формування вмісту білка в зерні тритикале озимого упродовж 2023–2025 рр. залежно від рівня азотного живлення, застосування позакоренового підживлення карбамідом та метеорологічних умов за роки дослідження

У 2023 році вміст білка в зерні загалом характеризувався відносно високими значеннями у всіх варіантах досліду, що свідчить про сприятливі умови азотного живлення та перебігу процесів синтезу білка у цей період. У варіантах без позакоренового підживлення вміст білка зростав від 9,9 % у контролі до 10,8 % за внесення максимальної дози азоту N_{120} , демонструючи чітку позитивну реакцію культури на підвищення азотного фону.

Аналогічна, але більш виражена тенденція спостерігалася у варіантах із позакореновим підживленням карбамідом, де показник коливався від 10,4 % у контролі до 11,1 % за поєднання фону $P_{60}K_{60}$ та дозами внесення карбаміду N_{60-120} , що свідчить про підвищення ефективності використання азоту рослинами за рахунок додаткового листкового живлення.

2024 рік характеризувався найнижчими значеннями вмісту білка за весь період досліджень, незалежно від схеми удобрення, що, ймовірно, зумовлено несприятливими погодними умовами, зокрема підвищеним зволоженням або меншою інсоляцією в критичні фази наливу зерна. У варіантах без позакоренового підживлення вміст білка знижувався до 7,8 % у контролі та не перевищував 8,2 % навіть за внесення високих доз азоту. Водночас застосування позакоренового підживлення карбамідом істотно підвищувало рівень білка в зерні в дозах N_{90-120} показник був від 9,6 до 9,9 %.

Таблиця 5.2

**Вміст білка в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення, %**

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		9,9	7,8	10,2	9,3
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		9,8	7,9	10,1	9,3
Фон + N ₃₀		10,2	8,0	10,3	9,5
Фон + N ₆₀		10,5	8,1	10,5	9,7
Фон + N ₉₀		10,5	8,2	10,9	9,9
Фон + N ₁₂₀		10,8	8,2	11,2	10,1
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		10,4	8,0	10,3	9,6
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		10,4	7,0	10,2	9,2
Фон + N ₃₀		10,5	9,3	10,6	10,1
Фон + N ₆₀		11,1	9,4	10,9	10,5
Фон + N ₉₀		11,0	9,6	11,2	10,6
Фон + N ₁₂₀		11,1	9,9	11,6	10,9
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,3	0,3	0,4	—
	В	0,2	0,2	0,4	—

У 2025 році відмічено подальше зростання вмісту білка в зерні тритикале озимого. У варіантах без позакореневого підживлення значення показника зростали від 10,2 % у контролі до 11,2 % за внесення фон Р₆₀К₆₀ + N₁₂₀, тоді як за застосування карбаміду по листку вміст білка досягав максимальних за весь період дослідження значень 11,6 %.

Таблиця 5.3

Вихід білка з урожаю зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		467	489	523	493
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		473	515	534	508
Фон + N ₃₀		505	564	615	561
Фон + N ₆₀		558	669	676	634
Фон + N ₉₀		566	681	749	665
Фон + N ₁₂₀		583	686	801	690
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		499	505	540	515
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		505	459	557	507
Фон + N ₃₀		536	675	656	622
Фон + N ₆₀		595	797	723	705
Фон + N ₉₀		594	816	790	733
Фон + N ₁₂₀		603	843	840	762
НІР ₀₅ за чинниками	А	15	18	19	—
	В	14	16	17	—

Вихід білка з урожаю зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення коливався за роки дослідження таблиця 5.3. Так 2023 рік характеризувався найнижчими абсолютними значеннями виходу білка в усіх варіантах, що відображає менш сприятливі

умови для накопичення білка в зерні. У варіантах без позакореневого підживлення на контролі (без добрив) вихід білка становив 467 кг/га, тоді як застосування лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ забезпечувало незначне зростання показника до 473 кг/га. Послідовне підвищення доз азоту на фоні $P_{60}K_{60}$ спричиняло чітко виражену тенденцію до зростання білкової продуктивності: від 505 кг/га за N_{30} до 583 кг/га за N_{120} .

Аналогічний характер змін простежувався і за використання позакореневого підживлення карбамідом, де навіть у контролі вихід білка був вищим 499 кг/га, а максимальні значення формувалися за поєднання фону з N_{120} 603 кг/га, що свідчить про позитивний ефект додаткового азотного живлення у критичні періоди формування зерна.

2024 рік відзначався істотним підвищенням виходу білка порівняно з 2023 р., що вказує на більш сприятливі погодні умови під час вегетації для засвоєння азоту та синтезу білкових речовин. Без позакореневого підживлення показник зростав від 489 кг/га на контролі до 686 кг/га у варіанті з максимальною дозою азоту N_{120} . Особливо інтенсивне зростання спостерігалось в інтервалі доз N_{30-60} , що свідчить про високу віддачу середніх доз азоту в цей рік. За застосування карбамідного підживлення ефект азоту проявлявся ще виразніше: вже за N_{60} вихід білка сягав 797 кг/га, а за N_{120} був 843 кг/га, що стало найвищим значенням за весь період досліджень.

2025 рік характеризувався подальшим зростанням білка, особливо у варіантах з високими дозами азоту. У варіантах без позакореневого підживлення вихід білка коливався від 523 кг/га на контролі до 801 кг/га за N_{120} , що свідчить про значний потенціал культури до нагромадження білка за умов достатнього азотного забезпечення. Застосування карбаміду забезпечувало стабільно вищі значення показника: від 540 кг/га у контролі до 840 кг/га за N_{120} . Водночас деяке вирівнювання різниці між дозами N_{90-120} може свідчити про наближення до біологічної межі ефективності азотного живлення за агрометеорологічних умов вегетації цього року.

Таблиця 5.4

Вміст клейковини у зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, %

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		19,9	15,4	20,9	18,7
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		18,9	15,6	20,8	18,4
Фон + N ₃₀		20,6	15,9	21,4	19,3
Фон + N ₆₀		20,9	16,5	22,5	20,0
Фон + N ₉₀		21,2	16,9	23,2	20,4
Фон + N ₁₂₀		21,9	18,0	24,6	21,5
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		20,8	16,3	22,3	19,8
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		20,0	16,2	22,4	19,5
Фон + N ₃₀		21,1	17,4	22,9	20,5
Фон + N ₆₀		22,6	19,6	23,7	22,0
Фон + N ₉₀		22,5	20,0	24,5	22,3
Фон + N ₁₂₀		22,6	20,3	26,4	23,1
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,6	0,3	0,7	—
	В	0,4	0,2	0,4	—

У таблиці 5.4 результати відображають закономірності формування вмісту клейковини у зерні тритикале озимого залежно доз азотних добрив і позакореневого підживлення.

Необхідно відзначити, що 2023 рік характеризувався відносно високим рівнем вмісту клейковини, що свідчить про сприятливі умови для

накопичення білка в зерні. У варіантах без позакореневого підживлення вміст клейковини на контролі становив 19,9 %, тоді як внесення лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ забезпечило зниження вмісту клейковини до 18,9 %, що вказує на обмежувальну роль азотного чинника. Послідовне підвищення доз азоту на фоні $P_{60}K_{60}$ зумовлювало чітку позитивну тенденцію: від 20,6 % за N_{30} до 21,9 % за N_{120} . За застосування позакореневого підживлення карбамідом вміст клейковини був стабільно вищим у всіх варіантах.

У контролі він зростав до 20,8 %, а максимальні значення формувалися за поєднання фону з високими дозами азоту N_{60-120} , та вміст клейковини був 22,6 %. Це свідчить про підвищення ефективності азотного живлення за рахунок додаткового надходження азоту в критичні фази формування якості зерна.

2024 рік істотно відрізнявся від інших років різким зниженням вмісту клейковини, що ймовірно, зумовлено менш сприятливими погодними умовами, які обмежували синтез клейковини. У варіантах без позакореневого підживлення показник на контролі знизився до 15,4 %, а на фоні $P_{60}K_{60}$ становив 15,6 %. Навіть за підвищення доз азоту зростання клейковини було відносно стриманим: від 15,9 % N_{30} , до 18,0 % N_{120} . Та при внесенні N_{60-90} вміст клейковини був від 16,5 до 16,9 %. Водночас застосування карбаміду значно посилювало дію азоту: за N_{60-120} вміст клейковини досягав 19,6–20,3 %, що на 2,0–2,3 % перевищувало відповідні варіанти без позакореневого підживлення. Таким чином, у несприятливих умовах року позакореневе підживлення відігравало компенсаторну роль, стабілізуючи якісні показники зерна.

У 2025 р. найвищими значеннями вмісту клейковини за весь період досліджень, що свідчить про оптимальне погодні умови для реалізації потенціалу тритикале озимого. У варіантах без позакореневого підживлення показник зростав від 20,9 % на контролі до 24,6 % за максимальної дози азоту N_{120} , демонструючи чітку дозо залежну реакцію.

За використання карбамідного підживлення ефект азоту проявлявся ще виразніше: вміст клейковини досягав 22,3 % у контролі та 26,4 % за N₁₂₀.

Таблиця 5.5

Відношення вмісту клейковини до білка в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
	2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)				
Без добрив (контроль)	2,01	1,97	2,05	2,01
P ₆₀ K ₆₀ – фон	1,93	1,97	2,06	1,99
Фон + N ₃₀	2,02	1,99	2,08	2,03
Фон + N ₆₀	1,99	2,04	2,14	2,06
Фон + N ₉₀	2,02	2,06	2,13	2,07
Фон + N ₁₂₀	2,03	2,20	2,20	2,14
З позакореневим підживленням карбамідом				
Без добрив (контроль)	2,00	2,04	2,17	2,07
P ₆₀ K ₆₀ – фон	1,92	2,31	2,20	2,14
Фон + N ₃₀	2,01	1,87	2,16	2,01
Фон + N ₆₀	2,04	2,09	2,17	2,10
Фон + N ₉₀	2,05	2,08	2,19	2,11
Фон + N ₁₂₀	2,04	2,05	2,28	2,12

Наведені дані в таблиці 5.5 результати відображають формування відношення вмісту клейковини до білка в зерні тритикале озимого залежно від різних доз азотних добрив та позакореневого підживлення карбамідом.

У варіантах без позакореневого підживлення в 2023 році відношення клейковини до білка коливалося в межах 1,93–2,03. Мінімальні значення були характерні для фосфорно-калійного фону P₆₀K₆₀, 1,93, що

свідчить про зниження вмісту клейковини до білка в зерні тритикале озимого. Внесення мінерального азоту у дозах N_{30-120} зумовлювало поступове зростання показника від 2,02 до 2,03, що вказує на активізацію синтезу клейковини відносно вмісту білка. Уже за дози N_{60-90} простежувалася стабілізація співвідношення між білком і клейковиною, та було від 1,99 до 2,02 а за N_{120} воно наближалось до верхньої межі значень року.

У 2024 році загальний рівень клейковини до білка зріс, що відображає більш сприятливі умови вегетації. У варіантах Фон + N_{60-90} відношення клейковини до білка становило відповідно 2,04 і 2,06, демонструючи високу стабільність і меншу міжрічну варіабельність порівняно з контролем. Максимальні показав варіант із внесенням N_{120} , 2,20.

У 2025 році показник зріс майже в усіх варіантах і варіював у межах 2,05–2,20. Особливо показовими були варіанти N_{60-90} , де значення були від 2,13 до 2,14 практично не поступалися максимальним, що свідчить про достатність цих доз для формування якісного білку без надлишкового азотного навантаження. У середньому за три роки для варіантів без позакореневого підживлення чітко простежується зростання показника від 1,99 на фоні $P_{60}K_{60}$ до 2,14 за внесення N_{120} , при цьому дози N_{60-90} були від 2,06 до 2,07 характеризувалися найкращим поєднанням стабільності відношенню клейковини до білка в зерні тритикале озимого.

За застосування позакореневого підживлення карбамідом відношення клейковини до білка в цілому формувалося на вищому або принаймні не нижчому рівні. У 2023 році значення були вирівняними від 1,92 до 2,05, що свідчить про швидку компенсацію азотного дефіциту в критичні фази формування зерна. У 2024 році спостерігалася значна диференціація показника від 1,87 до 2,31, при цьому надзвичайно високі значення на фоні $P_{60}K_{60}$ підтверджують ключову роль позакореневого підживлення азотом для формування клейковини до білків за обмеженого

ґрунтового живлення.

У 2025 році показник стабілізувався на високому рівні від 2,16 до 2,28, а максимальне значення було зафіксовано у варіанті Фон + N₁₂₀, що свідчить про системну дію ґрунтового та позакореневого азотного живлення. Водночас дози N₆₀₋₉₀ і за цих умов забезпечували високі та вирівняні значення показника від 2,17 до 2,19, майже не поступаючись максимальним. Середні багаторічні значення у варіантах із позакореневим підживленням у варіантах із внесенням N₆₀₋₉₀ були від 2,10 до 2,11, що підтверджують їх агрономічну доцільність.

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом білка та вмістом клейковини у зерні тритикале озимого існує дуже високий кореляційний зв'язок (рис. 5.1). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$y = 3,5x - 14$ за умови без позакореневого підживлення,

$y = 2,2053x - 1,1833$ з позакореневим підживленням карбамідом

де y – вміст білка, %;

x – вміст клейковини, %.

У результаті досліджень в таблиці 5.6 подано дані з оцінювання індексу зелені тритикале озимого см³ у 2023–2025 рр. із розрахунком середнього за три роки.

У 2023 р без позакореневого підживлення індекс зелені на контролі становив 20,7 см³, на фоні P₆₀K₆₀ 20,5 см³, а подальше нарощування азотного живлення на фоні забезпечувало послідовне підвищення показника від 22,1 до 22,2 см³ фон+N₃₀₋₆₀ до 22,8 см³, фон+N₉₀ та із максимальною дозою був фон+N₁₂₀ був 24,2 см³.

У 2024 р. рівень індексу зелені знизився в так контроль без застосування добрив був 12,4, та за внесення фон P₆₀K₆₀ 12,0 см³, однак при збільшенні доз азотних добрив цей показник збільшувався. Так при внесення N₃₀₋₆₀ був від 14,6 до 15,4 і за внесення Фон + N₉₀₋₁₂₀ був від 16,0

до 16,8 см³.

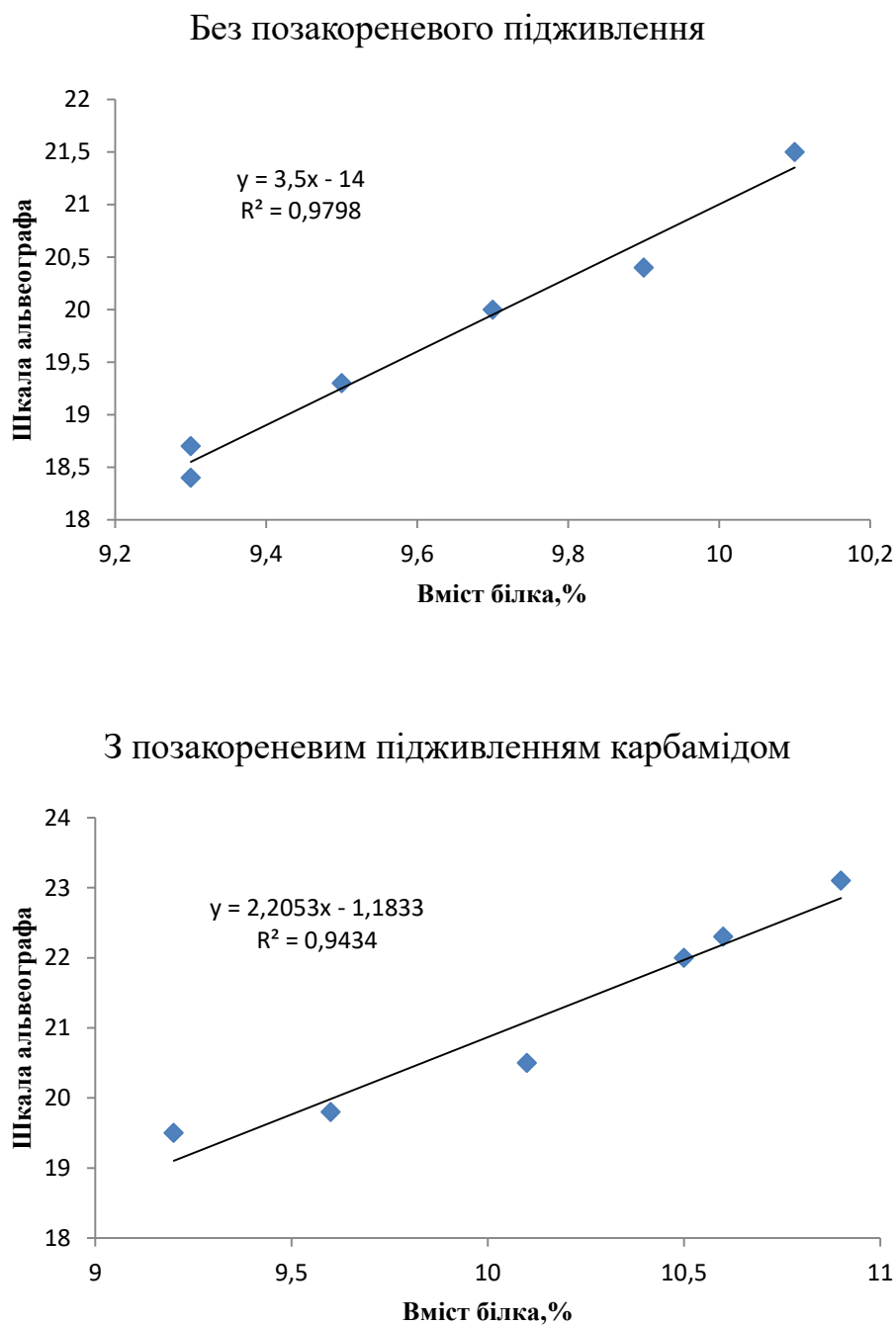


Рис. 5.1 Кореляційна залежність між вмістом білка та клейковини у зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення

У 2025 р. значення знову зросли та чітко диференціювалися за дозами. У варіанті P₆₀K₆₀, що фон показник зелені дещо знизився відносно варіанту без добрив контроль був показник від 21,0 до 21,1. Так із

внесенням Фон + N₃₀₋₆₀ цей індекс був від 22,9 до 23,4 та за внесення Фон + N₉₀₋₁₂₀ був від до 25,0 см³. Так середні значення за роки дослідження були від 18,1 до 22,0 см³.

Таблиця 5.6

**Індекс Зелені тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення, см³**

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		20,7	12,4	21,1	18,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		20,5	12,0	21,0	17,8
Фон + N ₃₀		22,1	14,6	22,9	19,9
Фон + N ₆₀		22,2	15,4	23,4	20,3
Фон + N ₉₀		22,8	16,0	24,1	21,0
Фон + N ₁₂₀		24,2	16,8	25,0	22,0
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		22,9	13,5	23,2	19,9
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		22,5	13,3	23,2	19,7
Фон + N ₃₀		23,2	16,1	24,5	21,3
Фон + N ₆₀		25,5	18,3	24,9	22,9
Фон + N ₉₀		25,3	18,5	25,5	23,1
Фон + N ₁₂₀		25,4	18,7	26,1	23,4
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,7	0,5	0,8	–
	В	0,3	0,2	0,4	–

З позакореневим підживленням карбамідом у межах кожної варіанту досліду формувався додатковий приріст індексу зелені порівняно з

варіантами без підживлення. Зокрема, на контролі індекс зелені становив $22,9 \text{ см}^3$ у 2023 р., $13,5 \text{ см}^3$ у 2024 р. і $23,2 \text{ см}^3$ у 2025 р., формуючи середнє $19,9 \text{ см}^3$; на фоні $P_{60}K_{60}$ $22,5$, $13,3$, $23,2 \text{ см}^3$ відповідно середнє $19,7 \text{ см}^3$.

За комбінування фону з азотом простежувалася чітка реакція на зростання індексу зелені при внесенні азотного добрива та позакореневого підживлення. Так на варіантах фон+ N_{30} був $24,5$ до $23,2 \text{ см}^3$ а середнє значення $21,3$, для фон+ N_{60} від $24,9$ до $25,5 \text{ см}^3$ середнє $22,9$, для фон+ N_{90} був $25,5$ до $25,3 \text{ см}^3$ середнє $23,1$, для фон+ N_{120} від $25,4$ до $26,1 \text{ см}^3$ середнє $23,4$.

У результаті досліджень в таблиці 5.7 наведені результати сили борошна тритикале озимого за різних доз азотних добрив та позакореневого підживлення.

2023 рік характеризувався загалом високими значеннями сили борошна, що свідчить про сприятливі умови для формування якісних показників зерна. У варіантах без позакореневого підживлення сила борошна на контролі становила 107 о. а., тоді як застосування лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ зумовлювало її зниження до 100 о. а., що вказує на обмежувальну роль азоту у формуванні хлібопекарських властивостей зерна. Подальше підвищення доз азоту на фоні $P_{60}K_{60}$ забезпечувало чітку позитивну тенденцію за внесення від N_{30-120} варіювався від 117 до 141 о. а. За умов позакореневого підживлення карбамідом сила борошна була стабільно вищою в усіх варіантах: у контролі вона зростала до 126 о. а., а максимальні значення були від 147 до 154 о. а. Формувалися за поєднання фону з дозами азоту N_{60-120} , що свідчить про підвищення ефективності азотного живлення внаслідок додаткового надходження азоту в критичні фази формування якості зерна.

У 2024 р. істотно відрізнялися різким зниженням сили борошна у варіантах без позакореневого підживлення, що, ймовірно, було зумовлено менш сприятливими погодними умовами року. Так, у контролі показник

знизився до 30 о. а., а на фоні $P_{60}K_{60}$ до 27 о. а. Навіть за підвищення доз азоту приріст сили борошна був відносно стриманим і становив 36–71 о. а. у межах доз N_{30-120} .

Таблиця 5.7

**Сила борошна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення, о. а.**

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		107	30	49	62
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		100	27	40	56
Фон + N ₃₀		117	36	61	71
Фон + N ₆₀		120	63	73	85
Фон + N ₉₀		127	69	79	92
Фон + N ₁₂₀		141	71	81	98
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		126	39	42	69
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		120	90	43	84
Фон + N ₃₀		132	93	54	93
Фон + N ₆₀		147	132	112	130
Фон + N ₉₀		150	109	119	126
Фон + N ₁₂₀		154	123	129	135
НІР ₀₅ за чинниками	А	4	3	4	—
	В	2	1	2	—

Водночас застосування позакореневого підживлення карбамідом суттєво посилювало дію азотних добрив за внесення N_{60-120} сила борошна

досягала 109–132 о. а., що на 40–69 о. а. перевищувало відповідні варіанти без підживлення. Таким чином, у несприятливих умовах 2024 року позакореневе підживлення виконувало ключову роль на формування якісних характеристик зерна.

У 2025 р. було отримано високий рівнем сили борошна, що свідчить про більш оптимальні погодні умови для реалізації потенціалу культури. У варіантах без позакореневого підживлення показник зростав від 49 о. а. на контролі до 81 о. а. за максимальної дози азоту N_{120} , демонструючи чітку залежну реакцію від дози азотних добрив. За використання карбамідного підживлення ефект азоту проявлявся ще виразніше: сила борошна становила 42 о. а. у контролі та досягала 129 о. а. у варіанті фон + N_{120} , що підтверджує синергію ґрунтового й позакореневого азотного живлення у формуванні високих хлібопекарських властивостей зерна.

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом білка та вмістом клейковини у зерні тритикале озимого існує дуже високий кореляційний зв'язок (рис. 5.1). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$y = 50,875x - 412,76$ за умови без позакореневого підживлення,

$y = 38,681x - 286,51$ з позакореневим підживленням карбамідом

де y – вміст білка, %;

x – вміст клейковини, %.

які вказують на тісну та сильну залежність за шкалою Чеддока між показниками альвеографа та вмістом білка – $r^2 = 0,9644$ і $0,8168$ відповідно.

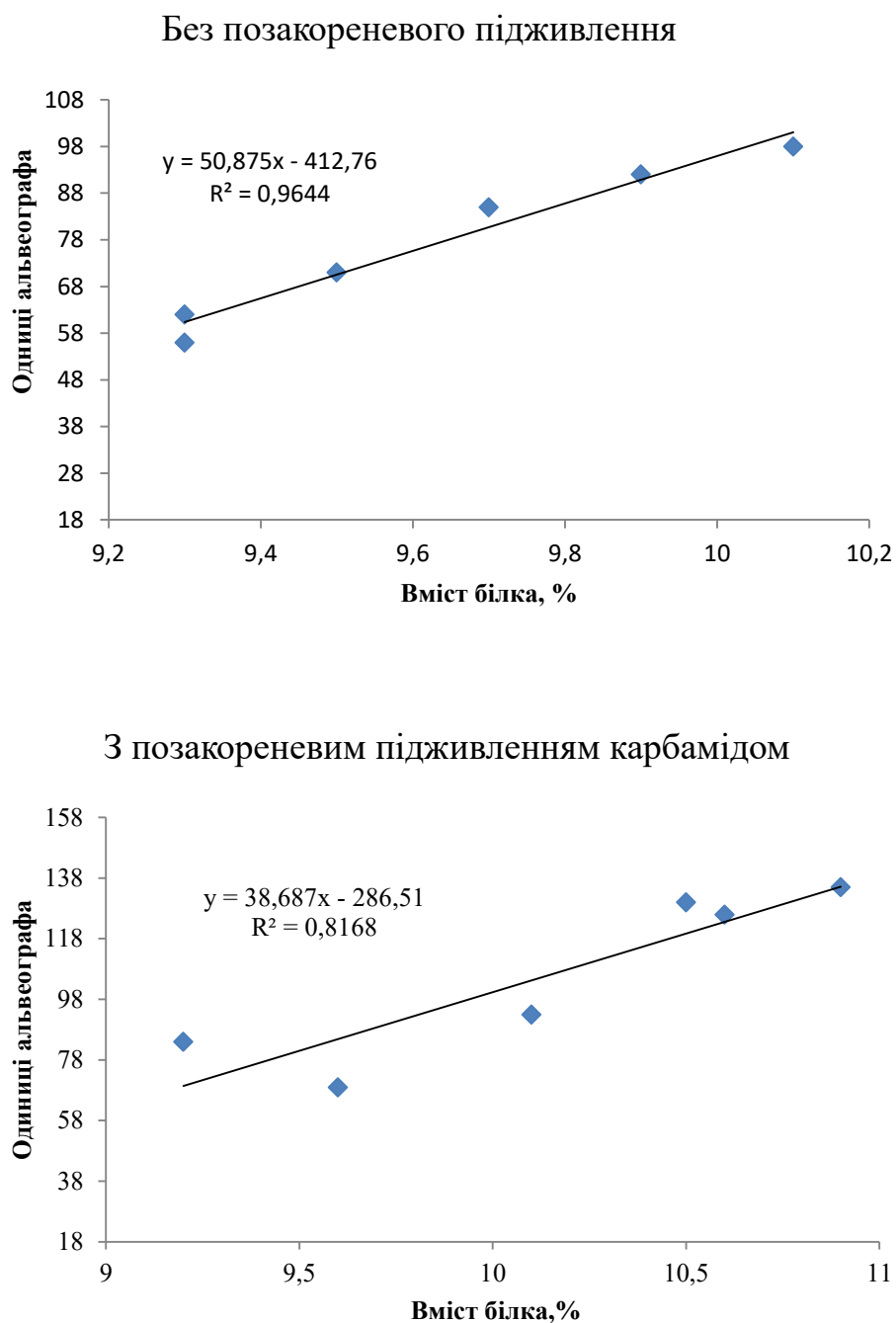


Рис. 5.2 Кореляційна залежність між вмістом білка та силою борошна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення

У таблиці 5.8 відображено динаміку вмісту крохмалю в зерні тритикале озимого залежно від доз азотних добрив

У контрольному варіанті без добрив вміст крохмалю у 2023 р. становив 59,8 %, у 2024 р. 62,3 %, у 2025 р. 60,3 %, формуючи середнє

значення 60,8 %.

За внесення фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ показники практично не відрізнялися від контролю 59,9 % у 2023 р., 62,2 % у 2024 р. та 60,5 % у 2025 р., середнє значення було 60,9 %. Це вказує на те, що фосфор і калій без азоту не чинять суттєвого впливу на крохмалонакопичення.

У варіанті фон + N_{30} вміст крохмалю знизився до 59,4 % у 2023 р., 61,6 % у 2024 р. і 60,2 % у 2025 р., а середнє значення становило 60,4 %. Уже мінімальна доза азоту зумовлювала початок тенденції до зменшення частки крохмалю.

Подальше підвищення дози азоту до N_{60} супроводжувалося подальшим зниженням показника 59,2 % у 2023 р., 61,3 % у 2024 р. та 59,7 % у 2025 р., середнє 60,1 %. Це свідчить про поступове посилення перерозподілу асимілятів у бік азотовмісних сполук.

У варіанті фон + N_{90} вміст крохмалю становив 59,0 % у 2023 р., 61,2 % у 2024 р. і 59,5 % у 2025 р., із середнім значенням 59,9 %. Зниження показника порівняно з контролем та фоном було стабільним у всі роки досліджень.

За максимальної дози фон + N_{120} спостерігали найнижчі значення без позакореневого підживлення був 58,1 % у 2023 р., 61,0 % у 2024 р. та 59,1 % у 2025 р., середнє 59,4 %. Це підтверджує чітку дозозалежну негативну реакцію крохмалонакопичення на надлишкове азотне живлення.

У контрольному варіанті за карбамідного підживлення вміст крохмалю становив 58,8 % у 2023 р., 62,0 % у 2024 р. та 60,0 % у 2025 р., формуючи середнє 60,3 %. Порівняно з аналогічним варіантом без підживлення показник був дещо нижчим, що вказує на вплив навіть позакореневого підживлення азотом.

На фоні $P_{60}K_{60}$ значення становили 58,9 % у 2023 р., 61,0 % у 2024 р. і 60,2 % у 2025 р., середнє 60,0 %. Тенденція до зниження крохмалю порівняно з варіантами без підживлення зберігалася.

У варіанті фон + N_{30} вміст крохмалю зменшувався до 58,5 % у 2023

р., 61,0 % у 2024 р. та 59,7 % у 2025 р., із середнім значенням 59,7 %.

Таблиця 5.8

Вміст крохмалю в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, %

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		59,8	62,3	60,3	60,8
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		59,9	62,2	60,5	60,9
Фон + N ₃₀		59,4	61,6	60,2	60,4
Фон + N ₆₀		59,2	61,3	59,7	60,1
Фон + N ₉₀		59,0	61,2	59,5	59,9
Фон + N ₁₂₀		58,1	61,0	59,1	59,4
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		58,8	62,0	60,0	60,3
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		58,9	61,0	60,2	60,0
Фон + N ₃₀		58,5	61,0	59,7	59,7
Фон + N ₆₀		57,8	61,0	59,4	59,4
Фон + N ₉₀		57,5	60,6	59,0	59,0
Фон + N ₁₂₀		57,2	60,3	58,8	58,8
НІР ₀₅ за чинниками	А	1,4	1,5	1,3	—
	В	1,1	1,2	1,0	—

Це підтверджує, що поєднання ґрунтового і позакореневого азоту посилює зниження крохмалю навіть за невеликих доз азотних добрив.

За внесення фон + N₆₀ показники становили 57,8 % у 2023 р., 61,0 % у 2024 р. та 59,4 % у 2025 р., середнє 59,4 %. Зниження було більш

вираженим, ніж у відповідному варіанті без позакореневого підживлення.

У варіанті фон + N₉₀ вміст крохмалю досягав 57,5 % у 2023 р., 60,6 % у 2024 р. та 59,0 % у 2025 р., формуючи середнє 59,0 %.

За максимальної дози фон + N₁₂₀ зафіксовано найнижчі значення крохмалю за всі роки 57,2 % у 2023 р., 60,3 % у 2024 р. та 58,8 % у 2025 р., середнє 58,8 %. Це підтверджує, що поєднання високих доз ґрунтового азоту з позакореневим підживленням найбільшою мірою зменшує крохмалонакопичення в зерні.

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом білка та вмістом клейковини у зерні тритикале озимого існує дуже високий обернений кореляційний зв'язок (рис. 5.1). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$y = 1,725x - 76,867$ за умови без позакореневого підживлення,

$y = -0,8162x - 67,818$ з позакореневим підживленням карбамідом

де y – вміст білка, %;

x – вміст клейковини, %.

У таблиці 5.9 узагальнено результати польових досліджень 2023–2025 рр., у яких вивчали вплив фосфорно-калійного фону, різних рівнів азотного живлення та позакореневого підживлення карбамідом на вихід крохмалю з урожаю зерна тритикале озимого.

Застосування лише фосфорно-калійного фону P₆₀K₆₀ порівняно з контролем без добрив забезпечувало стабільне, проте відносно невелике зростання виходу крохмалю в усі роки досліджень. У 2023 році показник на фоні становив 2893 кг/га без позакореневого підживлення та 2863 кг/га з його застосуванням, що лише на 40–70 кг/га перевищувало контроль.

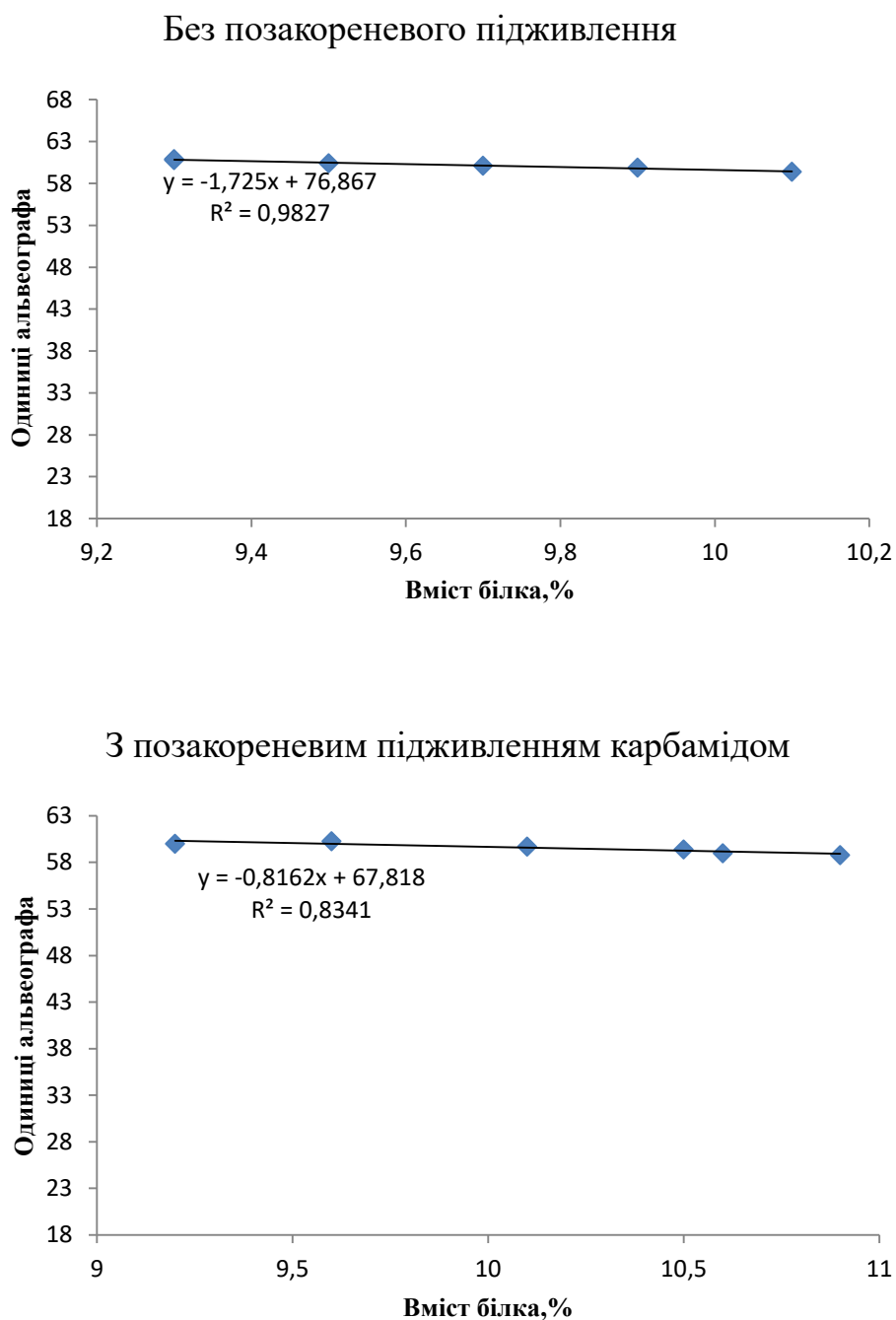


Рис. 5.3 Кореляційна залежність між вмістом білка та крохмалю в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення

У 2024 році різниця між контролем і фоном була більш вираженою та вихід крохмалю зростав до 4055–3996 кг/га, тобто на 140–150 кг/га, що свідчить про кращу реалізацію дії фосфору і калію за сприятливих погодних умов.

У 2025 році дія фону проявлялася на рівні 3200–3287 кг/га, забезпечуючи приріст близько 100–140 кг/га порівняно з контролем. Середній за три роки вихід крохмалю на фоні $P_{60}K_{60}$ становив 3382–3383 кг/га, що підтверджує важливу, але допоміжну роль фосфорно-калійного живлення у формуванні якості зерна за відсутності достатньої кількості азоту

Таблиця 5.9

Вихід крохмалю з урожаю зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		2823	3906	3093	3274
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2893	4055	3200	3383
Фон + N ₃₀		2940	4343	3594	3626
Фон + N ₆₀		3144	5063	3845	4017
Фон + N ₉₀		3180	5086	4088	4118
Фон + N ₁₂₀		3137	5106	4226	4156
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		2822	3912	3144	3293
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2863	3996	3287	3382
Фон + N ₃₀		2984	4429	3695	3703
Фон + N ₆₀		3098	5173	3938	4070
Фон + N ₉₀		3105	5151	4160	4139
Фон + N ₁₂₀		3106	5138	4257	4167
НІР ₀₅ за чинниками	А	77	81	80	—
	В	75	79	78	—

Перехід до середніх доз азотних добрив фон $P_{60}K_{60}+N_{30-60}$ та супроводжувався зростанням виходу крохмалю, що свідчить про провідну роль азоту у формуванні цього показника.

За внесення N_{30} у 2023 році вихід крохмалю зростав від 2940 до 2984 кг/га, а за N_{60} від 3144 до 3098 кг/га, тобто приріст відносно фону

становив 50–250 кг/га. У 2024 році ефект середніх доз азоту був найбільш вираженим за N_{30} показник досягав від 4343 до 4429 кг/га, а за N_{60} від 5063 до 5173 кг/га, що означає приріст на 300–1100 кг/га порівняно з фоном.

У 2025 році вихід крохмалю за N_{30-60} становив 3594–3695 та 3845–3938 кг/га відповідно, забезпечуючи стабільне зростання на 400–700 кг/га. У середньому за три роки дози N_{30-60} забезпечували підвищення виходу крохмалю до 3626–3703 та 4017–4070 кг/га, причому особливо чітко в цих варіантах дослідів чітко проявлялася ефективність позакореневого підживлення карбамідом, яке додатково підсилювало дію ґрунтового азоту та сприяло кращому засвоєнню елементів живлення.

Подальше підвищення дози азоту у варіантах із застосуванням фон $P_{60}K_{60}+N_{90-120}$ забезпечувало найвищі абсолютні значення виходу крохмалю, однак темпи приросту порівняно з дозою N_{60} істотно зменшувалися. У 2023 році вихід крохмалю за N_{90-120} коливався в межах від 3180 до 3137 кг/га без позакореневого підживлення та 3105–3106 кг/га з його застосуванням, що свідчить про обмежену реакцію культури на надлишкові дози азоту за менш сприятливих погодніх умов у вегетаційний період тритикале озимого року. Натомість у 2024 році ці варіанти забезпечили максимальні значення від 5106 до 5086 та від 5151 до 5138 кг/га, перевищуючи фон більш ніж на 1000 кг/га.

У 2025 році показники становили від 4088 до 4226 та від 4160 до 4257 кг/га відповідно, що також підтверджує високу ефективність підвищених доз азоту, хоча приріст порівняно з N_{60} був уже не таким значним. Середні за три роки дані показують, що за N_{90-120} вихід крохмалю досягав від 4118–4156 кг/га без позакореневого підживлення та 4139–4167 кг/га з його застосуванням, тобто лише на 100–150 кг/га перевищував рівень N_{60} , що вказує на наближення до оптимуму азотного живлення.

5.2 Якість зерна за різного удобрення та позакореневого підживлення на тлі сеникації

Натура зерна тритикале озимого змінювалася залежно від внесення азотних добрив на тлі сеникації та варіантів дослідів таблиця 5.10.

Застосування лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ порівняно з контролем без добрив забезпечувало незначні, проте відносно стабільні зміни натури зерна в усі роки досліджень. У 2023 році натура зерна на фоні становила 700 г/л без позакореневого підживлення та 698 г/л з його застосуванням, що лише на 1–3 г/л перевищувало або відповідало контролю. У 2024 році різниця між контролем і фоном була мінімальною показник коливався в межах 761–750 г/л, що свідчить про визначальний вплив погодних умов року на формування натури зерна.

У 2025 році дія фону проявлялася на рівні 733–745 г/л, забезпечуючи незначний приріст або стабілізацію показника порівняно з контролем. У середньому за три роки натура зерна на фоні $P_{60}K_{60}$ становила 731 г/л незалежно від позакореневого підживлення, що підтверджує допоміжну роль фосфорно-калійного живлення у формуванні цього показника.

Перехід до середніх доз азотних добрив фон $P_{60}K_{60}+N_{30-60}$ супроводжувався тенденцією до зниження та коливання натури зерна порівняно з фоном без азоту. У 2023 році за N_{30-60} натура становила 699–700 г/л без позакореневого підживлення та з 686–685 г/л з його застосуванням, що на 1–15 г/л було нижче або на рівні фону. У 2024 році за цих варіантів показник коливався в межах 740–760 г/л, а в 2025 році від 719 до 734 г/л, що загалом свідчить про відсутність чіткої позитивної реакції натури зерна на середні дози азоту. У середньому за три роки натура зерна за N_{30-60} була від 720 до 722 г/л без позакореневого підживлення та від 724 до 726 г/л з його застосуванням, що вказує на нейтральний або слабо негативний вплив середніх доз азоту на цей показник.

Таблиця 5.10

**Натура тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення на тлі сеникації, г/л**

Варіант досліду (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		697	762	725	728
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		700	761	733	731
Фон + N ₃₀		699	740	722	720
Фон + N ₆₀		700	747	719	722
Фон + N ₉₀		693	743	714	717
Фон + N ₁₂₀		692	746	712	717
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		692	752	735	726
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		698	750	745	731
Фон + N ₃₀		686	753	734	724
Фон + N ₆₀		685	760	732	726
Фон + N ₉₀		689	766	735	730
Фон + N ₁₂₀		691	765	742	733
НІР ₀₅ за чинниками	А	25	31	29	—
	В	22	27	27	—

Подальше підвищення дози азоту у варіантах із застосуванням Р₆₀К₆₀+N_{90–120} не сприяло зростанню натури зерна і в окремі роки супроводжувалося її зниженням. У 2023 році за N_{90–120} натура зерна була від 692 до 693 г/л без позакореневого підживлення та 689–691 г/л з його застосуванням, що було нижче порівняно з контролем і фоном. У 2024 році показники за цих варіантів коливалися в межах від 743 до 766 г/л, а у 2025 році від 712 до 742 г/л, що свідчить про значну роль погодних умов та рівня вологозабезпечення у формуванні щільності зерна. Середні за три роки дані показують, що за N_{90–120} натура зерна становила 717 г/л без позакореневого підживлення та від 730 до 733 г/л з його застосуванням, тобто не перевищувала значення, отримані на фоні Р₆₀К₆₀ або за середніх

доз азоту.

Таблиця 5.11

Вміст білка в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, %

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		10,2	8,0	10,6	9,6
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		10,3	8,0	10,7	9,7
Фон + N ₃₀		10,5	8,1	10,8	9,8
Фон + N ₆₀		10,7	8,4	11,2	10,1
Фон + N ₉₀		10,7	8,5	11,6	10,3
Фон + N ₁₂₀		10,8	8,5	12,1	10,5
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		10,9	8,5	10,8	10,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		10,7	8,6	10,7	10,0
Фон + N ₃₀		11,5	9,6	11,0	10,7
Фон + N ₆₀		11,4	10,0	11,5	11,0
Фон + N ₉₀		11,5	10,7	12,0	11,4
Фон + N ₁₂₀		11,9	10,8	12,4	11,7
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,3	0,3	0,4	—
	В	0,2	0,2	0,4	—

Застосування N₆₀₋₉₀ у варіанті без позакореневого підживлення в таблиці 5.11, та з сеникацією вміст білка становив від 9,5 до 9,6 % і в варіанті із позакореневим підживленням та сеникацією складав від 9,6 до 11,3 %, приріст білка був 10 %. Збільшення дози азотних добрив до N₉₀₋₁₂₀ забезпечило збільшенню вмісту білка на 9,6–11,2 % або на 15 %.

Доведено що позакореневе підживлення азотом і сеникацією позитивно впливало підвищення білка в зерні тритикале озимого. Вміст білка в зерні тритикале озимого в середньому за два роки досліджень зростає від 8,8 % у варіанті без добрив до 9,3–9,5 % за внесення азотних добрив у дозі N₉₀₋₁₂₀. Проведення позакореневого підживлення карбамідом забезпечило підвищення вмісту білка на 5–11 %. За проведення сеникації

без позакореневого підживлення цей показник зростає на 1–3 %, а з позакореневим підживленням – на 10–19 % порівняно з ділянками, де вносили азотні добрива в розкид.

Вихід білка з урожаю зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, таблиця 5.12. У варіанті без добрив (контроль) вихід білка з урожаю зерна був найнижчим у всі роки досліджень і становив без позакореневого підживлення від 474 до 547 кг/га, а з його застосуванням від 518 до 573 кг/га. У середньому за три роки цей показник дорівнював відповідно від 509 до 546 кг/га, що свідчить про позитивний, але обмежений вплив позакореневого підживлення.

Застосування лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ сприяло незначному зростанню виходу білка порівняно з контролем. У 2023–2025 рр. без позакореневого підживлення він коливався в межах від 486 до 570 кг/га, а з позакореневим підживленням карбамідом від 515 до 592 кг/га. У середньому за три роки приріст білка становив в обох варіантах дослідження 13 кг/га.

Перехід до застосування азотних добрив у дозах на фон $P_{60}K_{60}+N_{30-60}$ супроводжувався суттєвим зростанням виходу білка з урожаю зерна.

Таблиця 5.12

Вихід білка з урожаю зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		474	506	547	509
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		486	509	570	522
Фон + N ₃₀		515	581	651	582
Фон + N ₆₀		561	696	729	662
Фон + N ₉₀		564	707	920	730
Фон + N ₁₂₀		578	709	872	720
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		518	546	573	546
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		515	570	592	559
Фон + N ₃₀		582	715	690	662
Фон + N ₆₀		604	861	772	746
Фон + N ₉₀		615	926	853	798
Фон + N ₁₂₀		643	939	906	829
НІР ₀₅ за чинниками	А	14	17	19	—
	В	13	16	16	—

У 2023 році за варіанту фон P₆₀K₆₀+N₃₀₋₆₀ без позакореневого підживлення показник був від 515 до 561 кг/га, у 2024 році від 581 до 696 кг/га, а у 2025 році від 651 до 729 кг/га. За умов позакореневого підживлення ці значення зростали від 582 до 604, 715–861 та 690–772 кг/га відповідно. У середньому за три роки вихід білка за N₃₀₋₆₀ досягав від 582 до 662 кг/га без підживлення та 662–746 кг/га з його застосуванням, що свідчить про високу ефективність середніх доз азоту у поєднанні з позакореневим внесенням карбаміду.

Подальше підвищення дози азоту до N₉₀₋₁₂₀ забезпечувало максимальні значення виходу білка, особливо за позакореневого підживлення. У 2024 та 2025 роках за N₉₀₋₁₂₀ з підживленням показник досягав 926–939 та 853–

906 кг/га відповідно. У середньому за роки дослідження вихід білка становив 720–730 кг/га без позакореневого підживлення та 798–829 кг/га з його застосуванням.

Водночас за варіантом N_{120} у окремі роки спостерігалася тенденція до стабілізації або незначного зниження показника порівняно з N_{90} , що може бути пов'язано з впливом погодних умов та ефективністю засвоєння надлишкових доз азоту.

Дані таблиці 5.13 відображають вміст клейковини зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив та із застосуванням позакореневого підживлення так і без нього на тлі сеникації.

У 2023 р. вміст клейковини без позакореневого підживлення на контрольному варіанті становив 20,5 %. Застосування лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ практично не вплинуло на показник, який знизився до 20,1 %. Водночас внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ зумовило послідовне та зростання вмісту клейковини на тлі сеникації і варіювалося у варіантах досліді N_{30-120} від 21,8 % до 23,5 %.

За умови позакореневого підживлення карбамідом у 2023 р. спостерігалася істотне підвищення досліджуваного показника на всіх варіантах. Так, на контролі вміст клейковини зріс до 22,5 %, а за поєднання ґрунтового внесення N_{120} і листового підживлення досяг 25,9 %, що на 5,4 % перевищувало контроль без підживлення.

У 2024 р. зафіксовано найнижчі значення вмісту клейковини за роки досліджень. Без позакореневого підживлення показник коливався від 16,0–16,1 % на контролі та фоні $P_{60}K_{60}$ до 18,9 % за внесення N_{120} . Приріст клейковини від застосування азоту був менш вираженим, ніж у 2023 р., що вказує на менш сприятливі погодні умови в період вегетації даного року дослідження.

Таблиця 5.13

Вміст клейковини у зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, %

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		20,5	16,1	20,6	19,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		20,1	16,0	20,4	18,8
Фон + N ₃₀		21,8	16,4	20,9	19,7
Фон + N ₆₀		22,4	18,4	21,7	20,8
Фон + N ₉₀		22,8	18,6	22,9	21,4
Фон + N ₁₂₀		23,5	18,9	23,8	22,1
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		22,5	16,5	21,2	20,1
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		22,5	16,6	20,3	19,8
Фон + N ₃₀		24,4	19,1	21,4	21,6
Фон + N ₆₀		24,9	20,9	22,3	22,7
Фон + N ₉₀		25,4	21,6	23,8	23,6
Фон + N ₁₂₀		25,9	22,2	24,9	24,3
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,6	0,5	0,6	—
	В	0,4	0,2	0,3	—

Разом із тим позакореневе підживлення карбамідом істотно покращувало якісні показники зерна. На варіантах із азотними добривами вміст клейковини за внесення N_{30–120} зростав від 19,1 % до 22,2 %. Порівняно з аналогічними варіантами без листового підживлення приріст вмісту клейковини в тритикале озимому зростав від 2,5 до 3,3 %, що підтверджує компенсуючу роль позакореневого азотного живлення у несприятливих погодних умовах року.

У 2025 р. погодні умови були більш сприятливими для реалізації потенціалу тритикале озимого. Без позакореневого підживлення вміст клейковини на контрольному варіанті становив 20,6 %, а на фоні Р₆₀К₆₀ був 20,4 %. Поступове підвищення доз азоту зумовлювало закономірне

зростання показника до 23,8 % за внесення N_{120} .

Позакореневе підживлення карбамідом забезпечувало додаткове покращення якості зерна на всіх рівнях азотного живлення. Так, за внесення N_{120} у поєднанні з листовим підживленням вміст клейковини досяг 24,9 %, що на 1,1 % перевищувало аналогічний варіант без підживлення та на 4,3 % контроль без позакореневого підживлення.

Наведені дані в таблиці 5.14 результати відображають формування відношення вмісту клейковини до білка в зерні тритикале озимого залежно від різних доз азотних добрив та позакореневого підживлення карбамідом на тлі сеникації.

У варіантах без позакореневого підживлення в 2023 році відношення клейковини до білка коливалося в межах 2,01–2,18. Мінімальні значення були характерні для фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$, 1,95, що свідчить про зниження вмісту клейковини до білка в зерні тритикале озимого. Внесення мінерального азоту у дозах N_{30-120} зумовлювало поступове зростання показника від 2,08 до 2,18, що вказує на активізацію синтезу клейковини відносно вмісту білка. Уже за дози N_{60-90} простежувалася стабілізація співвідношення між білком і клейковиною, та було від 2,09 до 2,19 а за N_{120} воно наближалось до верхньої межі значень року.

У 2024 році загальний рівень клейковини до білка зріс, що відображає більш сприятливі умови вегетації. У варіантах Фон + N_{60-90} відношення клейковини до білка становило відповідно 2,19. Максимальні показав варіант із внесенням N_{120} , був 2,22.

Таблиця 5.14

Відношення вмісту клейковини до білка в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації

Варіант досліду (чинник А)	Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
	2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)				
Без добрив (контроль)	2,01	2,01	1,94	1,99
P ₆₀ K ₆₀ – фон	1,95	2,00	1,91	1,95
Фон + N ₃₀	2,08	2,02	1,94	2,01
Фон + N ₆₀	2,09	2,19	1,94	2,07
Фон + N ₉₀	2,13	2,19	1,97	2,10
Фон + N ₁₂₀	2,18	2,22	1,97	2,12
З позакореневим підживленням карбамідом				
Без добрив (контроль)	2,06	1,94	1,96	1,99
P ₆₀ K ₆₀ – фон	2,10	1,93	1,90	1,98
Фон + N ₃₀	2,12	1,99	1,95	2,02
Фон + N ₆₀	2,18	2,09	1,94	2,07
Фон + N ₉₀	2,21	2,02	1,98	2,07
Фон + N ₁₂₀	2,18	2,06	2,01	2,08

У 2025 році показник зріс майже в усіх варіантах і варіював у межах 1,99–2,12. Особливо показовими були варіанти N_{60–90}, де значення були від 1,94 до 1,97 практично не поступалися максимальним, що свідчить про достатність цих доз для формування якісного білку без надлишкового азотного навантаження. У середньому за три роки для варіантів без позакореневого підживлення чітко простежується зростання показника від 1,99 на фоні P₆₀K₆₀ до 2,12 за внесення N₁₂₀, при цьому дози N_{60–90} були від 2,07 до 2,10 характеризувалися найкращим поєднанням стабільності відношенню клейковини до білка в зерні тритикале озимого.

За застосування позакореневого підживлення карбамідом відношення клейковини до білка на тлі сеникації в цілому формувалося на

вищому або принаймні не нижчому рівні. У 2023 році значення були вирівняними від 2,06 до 2,21, що свідчить про швидку компенсацію азотного дефіциту в критичні фази формування зерна. У 2024 році спостерігалася значна диференціація показника від 1,94 до 2,06, при цьому надзвичайно високі значення на фоні $P_{60}K_{60}$ підтверджують ключову роль позакореневого підживлення азотом для формування клейковини до білків за обмеженого ґрунтового живлення.

У 2025 році показник стабілізувався на високому рівні від 1,98 до 2,08, а максимальне значення було зафіксовано у варіанті Фон + N_{120} , що свідчить про системну дію ґрунтового та позакореневого азотного живлення. Водночас дози N_{60-90} і за цих умов забезпечували високі та вирівняні значення показника 2,07, що майже не поступаючись максимальним.

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом білка та вмістом клейковини у зерні тритикале озимого існує дуже високий кореляційний зв'язок (рис. 5.1). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$y = 3,6406x - 16,09$ за умови без позакореневого підживлення,

$y = 2,682x - 0,69941$ з позакореневим підживленням карбамідом

де y – вміст білка, %;

x – вміст клейковини, %.

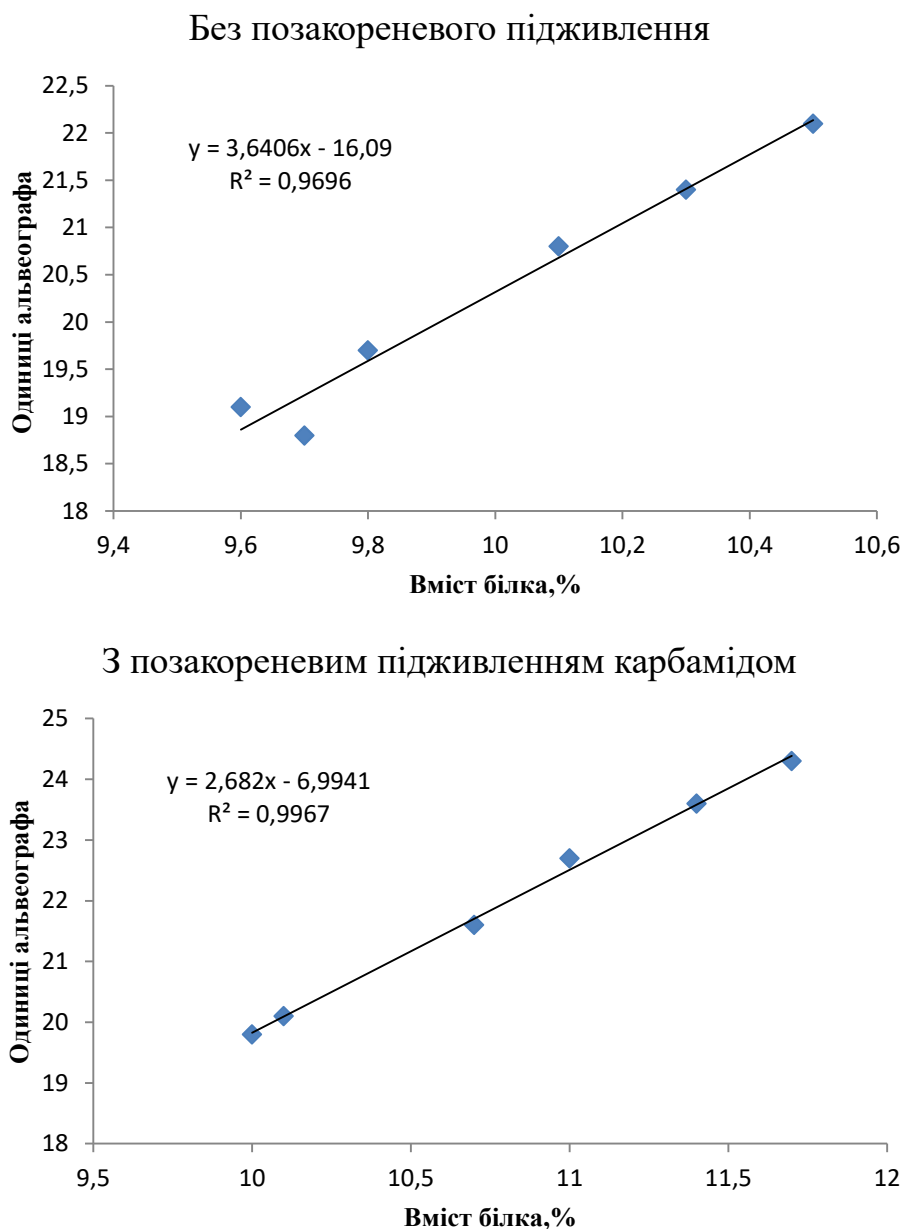


Рис. 5.4 Кореляційна залежність між вмістом білка та клейковини у зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації

У результаті досліджень в таблиці 5.15 подано дані з оцінювання індексу зелені тритикале озимого на тлі сеникації. У 2023 р без позакореневого підживлення індекс зелені на контролі становив 21,8 см³, на фоні Р₆₀К₆₀ 21,9 см³, а подальше нарощування азотного живлення на фоні забезпечувало послідовне підвищення показника від 23,2 до 25,6 см³ фон+Н₃₀₋₆₀ від 23,2 до 24,3 см³, фон+Н₉₀₋₁₂₀ був від 23,9 до 25,6 см³.

У 2024 р. рівень індексу зелені знизився в так контроль без застосування добрив був 12,8, та за внесення фон $P_{60}K_{60}$, 13,0 cm^3 , однак при збільшенні доз азотних добрив цей показник збільшувався. Так при внесення N_{30-60} був від 15,1 до 15,6 та за внесення Фон + N_{90-120} варіював від 16,3 до 17,0 cm^3 .

Таблиця 5.15

Індекс Зелені тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, cm^3

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		21,8	12,8	22,0	18,9
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		21,9	13,0	21,9	18,9
Фон + N ₃₀		23,2	15,1	22,9	20,4
Фон + N ₆₀		24,3	15,6	23,7	21,2
Фон + N ₉₀		23,9	16,3	24,4	21,5
Фон + N ₁₂₀		25,6	17,0	25,3	22,6
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		24,8	19,1	24,5	22,8
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		24,7	19,0	24,6	22,8
Фон + N ₃₀		27,8	19,6	26,2	24,5
Фон + N ₆₀		28,3	20,6	27,3	25,4
Фон + N ₉₀		26,6	21,2	28,1	25,3
Фон + N ₁₂₀		29,5	21,5	29,4	26,8
НІР ₀₅ за чинниками	А	0,7	0,5	0,8	–
	В	0,4	0,2	0,4	–

У 2025 р. значення знову зросли та чітко диференціювалися за дозами. Варіант із внесенням $P_{60}K_{60}$, що фон показник зелені дещо знизився відносно варіанту без добрив контроль був від 21,9 до 22,0. Так із внесенням Фон + N_{30-60} цей індекс був від 22,9 до 23,7 та за внесення Фон + N_{90-120} був від 24,4 до 25,3 cm^3 . Так середні значення за роки дослідження

були від 18,9 до 22,6 см³.

З позакореневим підживленням карбамідом у межах кожної варіанту досліджу формувався додатковий приріст індексу зелені порівняно з варіантами без підживлення. Зокрема, на контролі індекс зелені становив 24,8 см³ у 2023 р., 19,1 см³ у 2024 р. і 24,5 см³ у 2025 р., формуючи середнє 22,8 см³, на фоні P₆₀K₆₀ 24,7, 19,0, 24,6 см³ відповідно середнє 22,8 см³.

За комбінування фону з азотом простежувалася чітка реакція на зростання індексу зелені привнесенні азотного добрива та позакореневого підживлення на тлі сеникації. Так на варіантах фон+N₃₀ був від 27,8 до 24,6 см³ а середнє значення 24,5 для фон+N₆₀ від 20,6 до 28,3 см³ середнє 25,4, для фон+N₉₀ був від 21,2 до 28,1 см³ а середнє 25,8, для фон+N₁₂₀ від 21,5 до 29,5 см³ середнє 26,8.

В результаті досліджень в таблиці 5.16 наведені результати сили борошна тритикале озимого за різних доз азотних добрив та позакореневого підживлення на тлі застосування сеникації.

2023 рік характеризувався загалом високими значеннями сили борошна, що свідчить про сприятливі умови для формування якісних показників зерна. У варіантах без позакореневого підживлення сила борошна на контролі становила 120 о. а., тоді як застосування лише фосфорно-калійного фону P₆₀K₆₀ зумовлювало її збільшення до 125 о. а., що вказує на позитивну роль азоту у формуванні хлібопекарських властивостей зерна тритикале озимого. Подальше підвищення доз азоту на фоні P₆₀K₆₀ забезпечувало чітку позитивну тенденцію за внесення від N₃₀–120 варіювався від 139 до 155 о. а. За умов позакореневого підживлення карбамідом сила борошна була стабільно вищою в усіх варіантах у контролі вона зростала до 141 о. а., а при застосуванні N₉₀–120 максимальні значення були від 160 до 179 о. а.

Таблиця 5.16

**Сила борошна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і
позакореневого підживлення на тлі сеникації, о. а.**

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		120	58	64	81
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		125	51	65	80
Фон + N ₃₀		139	54	76	90
Фон + N ₆₀		148	97	87	111
Фон + N ₉₀		142	113	92	116
Фон + N ₁₂₀		155	116	105	125
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		141	71	64	92
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		150	73	66	96
Фон + N ₃₀		161	96	75	111
Фон + N ₆₀		166	117	129	137
Фон + N ₉₀		160	130	142	144
Фон + N ₁₂₀		179	135	157	157
НІР ₀₅ за чинниками	А	5	4	4	—
	В	3	2	2	—

Формувалися за поєднання фону з дозами азоту N_{60–120}, що свідчить про підвищення ефективності азотного живлення внаслідок додаткового надходження азоту в критичні фази формування зерна.

У 2024 р. було істотно різке зниження сили борошна у варіантах без позакореневого підживлення, що ймовірно, було зумовлено менш сприятливими погодними умовами року. Так, у контролі показник знизився до 71 о. а., а на фоні Р₆₀К₆₀ до 73 о. а. Навіть за підвищення доз азоту приріст сили борошна був відносно стриманим і становив 96–135 о. а. у межах доз N_{30–120}.

Водночас застосування позакореневого підживлення карбамідом не суттєво посилювало дію азотних добрив за внесення N_{60–120} сила борошна

досягала 117–135 о. а., що на 19–20 о. а. перевищувало відповідні варіанти без підживлення. Таким чином, у несприятливих умовах 2024 року позакореневе підживлення виконувало нейтальну роль на формування якісних характеристик сили борошна.

У варіантах без позакореневого підживлення показник зростав від 64 о. а. на контролі до 105 о. а. за максимальної дози азоту N_{120} , демонструючи чітку дозо залежну реакцію на тлі застосування сеникації. За використання карбамідного підживлення ефект азоту проявлявся ще виразніше проявилась сила борошна становила 64 о. а. у контролі та досягала 157 о. а. у варіанті фон+ N_{120} , що підтверджує синергію ґрунтового й позакореневого азотного живлення у формуванні високих хлібопекарських властивостей тритикале озимого.

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом білка та вмістом клейковини у зерні тритикале озимого існує дуже високий кореляційний зв'язок (рис. 5.1). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$y = 53,125x - 430,75$ за умови без позакореневого підживлення,

$y = 38,545x - 294,1$ з позакореневим підживленням карбамідом

де y – вміст білка, %;

x – вміст клейковини, %.

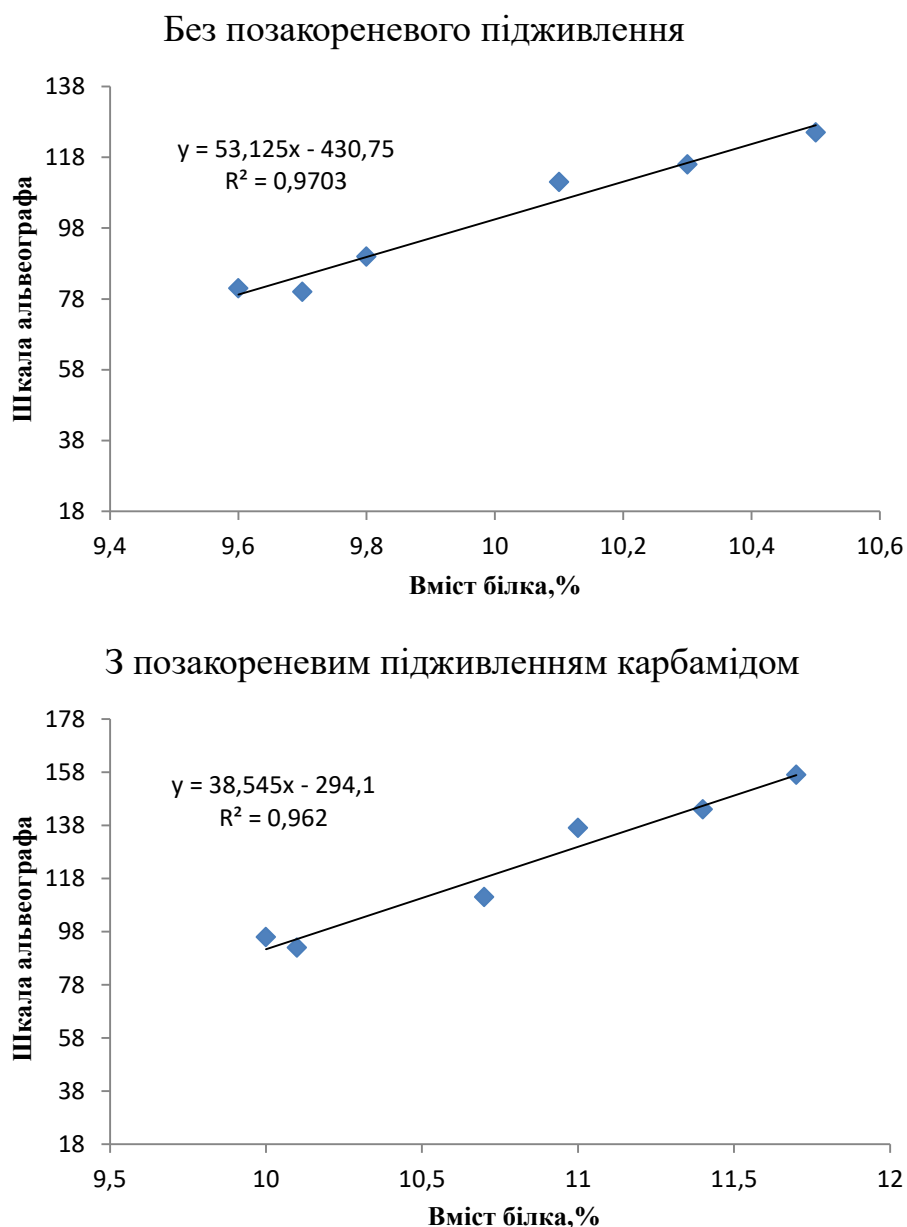


Рис. 5.5 Кореляційна залежність між вмістом білка та силою борошна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації

У таблиці 5.17 відображено динаміку вмісту крохмалю в зерні тритикале озимого залежно від доз азотних добрив на тлі застосування сеникації.

У контрольному варіанті без добрив вміст крохмалю у 2023 р. становив 58,4 %, у 2024 р. 61,0 %, у 2025 р. 59,6 %, формуючи середнє значення 59,7 %.

Таблиця 5.17

Вміст крохмалю в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, %

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		58,4	61,0	59,6	59,7
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		58,5	61,0	59,7	59,7
Фон + N ₃₀		58,1	60,6	59,5	59,4
Фон + N ₆₀		57,6	60,0	59,0	58,9
Фон + N ₉₀		57,2	60,1	58,7	58,7
Фон + N ₁₂₀		57,0	60,0	58,4	58,5
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		57,1	60,6	59,1	58,9
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		57,2	60,4	58,6	58,7
Фон + N ₃₀		57,8	60,4	58,1	58,8
Фон + N ₆₀		57,4	60,0	57,7	58,4
Фон + N ₉₀		57,0	60,0	57,5	58,2
Фон + N ₁₂₀		56,7	59,9	57,4	58,0
НІР ₀₅ за чинниками	А	1,2	1,3	1,1	—
	В	1,0	1,2	0,9	—

За внесення фосфорно-калійного фону P₆₀K₆₀ показники практично не відрізнялися від контролю 58,5 % у 2023 р., 61,0 % у 2024 р. та 59,7 % у 2025 р., середнє значення було 59,7 %. Це вказує на те, що фосфор і калій без азоту не чинять суттєвого впливу на крохмалонакопичення.

У варіанті фон + N₃₀ вміст крохмалю знизився до 58,1 % у 2023 р., 60,6 % у 2024 р. і 59,5 % у 2025 р., а середнє значення становило 59,4 %. Уже мінімальна доза азоту зумовлювала початок тенденції до зменшення частки крохмалю.

Подальше підвищення дози азоту до N₆₀ супроводжувалося подальшим зниженням показника 57,6 % у 2023 р., 60,0 % у 2024 р. та

59,0 % у 2025 р., середнє 58,7 %.

У варіанті фон + N₉₀ вміст крохмалю становив 57,2 % у 2023 р., 60,1 % у 2024 р. і 58,7 % у 2025 р., із середнім значенням 58,7 %. Зниження показника порівняно з контролем та фоном було відносно стабільним у всі роки досліджень.

За максимальної дози фон + N₁₂₀ спостерігали найнижчі значення без позакореневого підживлення був 57,0 % у 2023 р., 60,0 % у 2024 р. та 58,4 % у 2025 р., середнє 58,5 %. Це підтверджує чітку дозозалежну негативну реакцію крохмалонакопичення на надлишкове азотне живлення.

У контрольному варіанті за карбамідного підживлення вміст крохмалю становив 57,1 % у 2023 р., 60,6 % у 2024 р. та 59,1 % у 2025 р., формуючи середнє 58,9 %. Порівняно з аналогічним варіантом без підживлення показник був дещо нижчим, що вказує на вплив навіть позакореневого підживлення азотом.

На фоні P₆₀K₆₀ значення становили 57,2 % у 2023 р., 60,4 % у 2024 р. і 58,6 % у 2025 р., середнє 58,7 %. Тенденція до зниження крохмалю порівняно з варіантами без підживлення зберігалася.

У варіанті фон + N₃₀ вміст крохмалю зменшувався до 57,8 % у 2023 р., 60,4 % у 2024 р. та 58,6 % у 2025 р., із середнім значенням 58,7 %. Це підтверджує, що поєднання ґрунтового і позакореневого азоту посилює зниження крохмалю навіть за невеликих доз азотних добрив.

За внесення фон + N₆₀ показники становили 57,4 % у 2023 р., 60,0 % у 2024 р. та 57,7 % у 2025 р., середнє 58,4 %. Зниження було більш вираженим, ніж у відповідному варіанті без позакореневого підживлення.

У варіанті фон + N₉₀ вміст крохмалю досягав 57,0 % у 2023 р., 60,0 % у 2024 р. та 57,5 % у 2025 р., формуючи середнє 58,2 %.

За максимальної дози фон + N₁₂₀ зафіксовано найнижчі значення крохмалю за всі роки дослідження 56,2 % у 2023 р., 59,9 % у 2024 р. та 57,4 % у 2025 р., середнє 58,0 %. Це підтверджує, що поєднання високих доз ґрунтового азоту з позакореневим підживленням найбільшою мірою

зменшує крохмалонакопичення в зерні тритикале озимого на тлі сеникації.

Результати проведених досліджень показали, що між вмістом білка та вмістом клейковини у зерні тритикале озимого існує дуже високий обернений кореляційний зв'язок (рис. 5.1). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$y = -1,4375x + 73,525$ за умови без позакореневого підживлення,

$y = -0,4769x + 63,659$ з позакореневим підживленням карбамідом

де y – вміст білка, %;

x – вміст клейковини, %.

У таблиці 5.18 узагальнено результати польових досліджень 2023–2025 рр., у яких вивчали вплив фосфорно-калійного фону, різних рівнів азотного живлення та позакореневого підживлення карбамідом на вихід крохмалю з урожаю зерна тритикале озимого.

Аналіз отриманих даних свідчить, що застосування лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ порівняно з контролем без добрив забезпечувало стабільне, проте відносно незначне підвищення виходу крохмалю в усі роки досліджень. Так, у 2023 році цей показник без позакореневого підживлення становив 2761 кг/га, що на 45 кг/га перевищувало контроль, тоді як за використання карбаміду по листку він дорівнював 2751 кг/га, або на 39 кг/га більше за контроль. У 2024 році різниця між контролем і фоном була більш вираженою вихід крохмалю зростав до 3880 кг/га без позакореневого підживлення та до 4005 кг/га з його застосуванням, що відповідно на 19 і 114 кг/га перевищувало контроль.

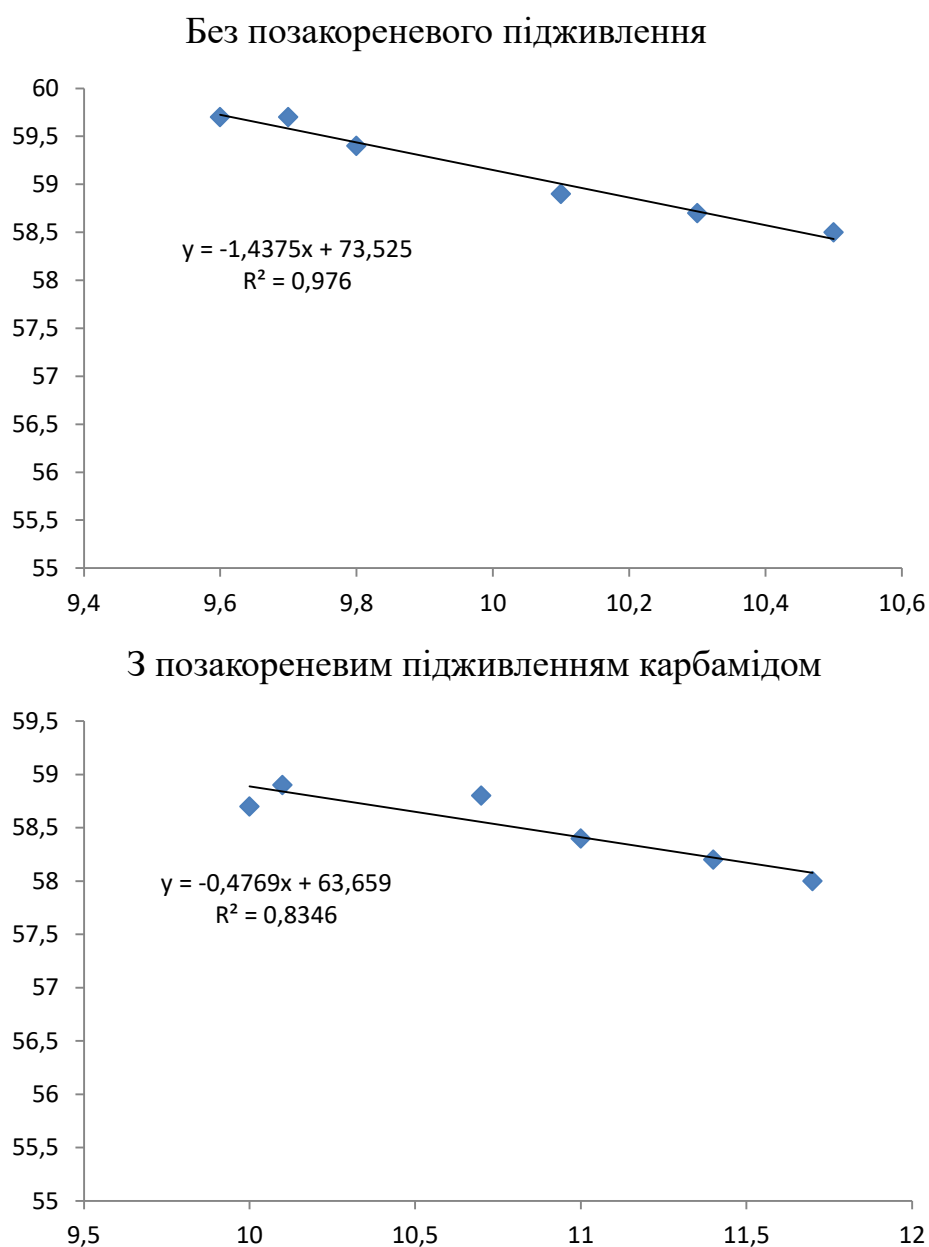


Рис. 5.6 Кореляційна залежність між вмістом білка та крохмалю в зерні тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації

У 2025 році дія фосфорно-калійного фону проявлялася на рівні від 3182 до 3241 кг/га, забезпечуючи приріст 67–103 кг/га порівняно з варіантами без добрив. У середньому за три роки вихід крохмалю на фоні $P_{60}K_{60}$ становив 3274 кг/га без позакореневого підживлення та 3332 кг/га з його застосуванням, що підтверджує важливу, але допоміжну роль фосфорно-калійного живлення за умов обмеженого азотного забезпечення.

Таблиця 5.18

Вихід крохмалю з урожаю зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)		Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
		2023	2024	2025	
Без позакореневого підживлення (чинник В)					
Без добрив (контроль)		2716	3861	3075	3217
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2761	3880	3182	3274
Фон + N ₃₀		2847	4345	3588	3593
Фон + N ₆₀		3018	4974	3841	3944
Фон + N ₉₀		3014	5000	4655	4223
Фон + N ₁₂₀		3050	5004	4211	4088
З позакореневим підживленням карбамідом					
Без добрив (контроль)		2712	3891	3138	3247
Р ₆₀ К ₆₀ – фон		2751	4005	3241	3332
Фон + N ₃₀		2925	4500	3643	3689
Фон + N ₆₀		3042	5166	3872	4027
Фон + N ₉₀		3050	5190	4088	4109
Фон + N ₁₂₀		3062	5205	4196	4154
НІР ₀₅ за чинниками	А	78	83	81	—
	В	77	80	79	—

Перехід до середніх доз азотних добрив на тлі фону Р₆₀К₆₀ + N_{30–60} супроводжувався суттєвим зростанням виходу крохмалю, що вказує на провідну роль азоту у формуванні цього показника. У 2023 році за внесення N₃₀ вихід крохмалю зростав до 2847 кг/га без позакореневого підживлення та до 2925 кг/га з його застосуванням, а за N₆₀ відповідно до 3018 і 3042 кг/га, що на 80–281 кг/га перевищувало рівень фону. У 2024 році ефект середніх доз азоту був найбільш вираженим за N₃₀ показник досягав 4345–4500 кг/га, а за N₆₀ 4974–5166 кг/га, тобто приріст порівняно з фоном становив 300–1100 кг/га.

У 2025 році вихід крохмалю за N_{30–60} коливався в межах 3588–3643 та 3841–3872 кг/га відповідно, забезпечуючи стабільне підвищення на 400–

700 кг/га. У середньому за три роки дози N_{30-60} підвищували вихід крохмалю до 3593–3689 та 3944–4027 кг/га відповідно, причому в цих варіантах чітко проявлялася ефективність позакореневого підживлення карбамідом, яке додатково посилювало дію ґрунтового азоту.

Подальше збільшення дози азоту до N_{90-120} на тлі фону забезпечувало найвищі абсолютні значення виходу крохмалю, однак темпи приросту порівняно з варіантом N_{60} істотно зменшувалися. У 2023 році вихід крохмалю за N_{90-120} без позакореневого підживлення становив 3014–3050 кг/га, а з його застосуванням 3050–3062 кг/га, що свідчить про обмежену реакцію культури на підвищені дози азоту за менш сприятливих погодних умов.

Натомість у 2024 році ці варіанти забезпечили максимальні показники 5000–5004 кг/га без позакореневого підживлення та 5190–5205 кг/га з його застосуванням, перевищуючи фон більш ніж на 1000 кг/га. У 2025 році вихід крохмалю за N_{90-120} становив 4211–4655 кг/га без позакореневого підживлення та 4088–4196 кг/га з його застосуванням, що також підтверджує високу ефективність підвищених доз азоту, хоча приріст порівняно з N_{60} був менш значним.

Висновки до розділу 5

Упродовж 2023–2025 рр. формування врожайності та комплексу якісних показників зерна тритикале озимого відбувалося під впливом погодних умов року вирощування, рівня мінерального живлення та застосування позакореневого підживлення карбамідом і сеникацією. Аналіз експериментальних даних засвідчив істотну міжрічну мінливість усіх досліджуваних показників, що зумовлено відмінностями температурного режиму та вологозабезпечення у періоди інтенсивного росту, наливу зерна та формування його технологічних властивостей. Найсприятливішими для реалізації продуктивного й якісного потенціалу культури виявилися умови 2024 і 2025 років, тоді як 2023 рік характеризувався певними обмеженнями

процесів накопичення білка, клейковини та формування сили борошна.

Фосфорно-калійний фон $P_{60}K_{60}$ без внесення азотних добрив виконував переважно стабілізуючу та підтримувальну функцію. Його застосування забезпечувало незначне, але відтворюване зростання натури зерна та виходу білка порівняно з контролем без добрив, однак практично не впливало на вміст крохмалю та показники альвеографа. Так, середні за три роки значення натури зерна на фоні $P_{60}K_{60}$ лише на кілька грамів на літр перевищували контроль, а вихід білка зростав не більше ніж на 5–10 кг/га. Це переконливо свідчить про те, що за дефіциту азоту фосфор і калій не здатні забезпечити суттєве покращення технологічних властивостей зерна тритикале озимого.

Визначальним чинником формування якісних показників зерна в усі роки досліджень було азотне живлення. Зі збільшенням доз азоту на тлі $P_{60}K_{60}$ спостерігалася закономірне й статистично обґрунтоване зростання вмісту та виходу білка, вмісту клейковини, індексу зелені та сили борошна. Так, у варіантах без позакореневого підживлення вихід білка зростав від 467–523 кг/га у контролі до 686–801 кг/га за максимальної дози N_{120} залежно від року досліджень, тоді як за застосування карбаміду по листку ці значення досягали 603–843 кг/га. Особливо інтенсивна реакція культури на азот відмічалася в інтервалі середніх доз N_{30-60} , що проявлялося різким зростанням білкової продуктивності та сили борошна без істотного погіршення фізичних властивостей зерна.

Подальше підвищення доз азоту до N_{90-120} забезпечувало максимальні абсолютні значення білка та клейковини, а також найвищі показники сили борошна, які у сприятливі роки перевищували 140–150 о. а. за умов позакореневого підживлення. Водночас темпи приросту цих показників порівняно з дозою N_{60} суттєво знижувалися, що свідчить про наближення до біологічного оптимуму азотного живлення. Крім того, за високих доз азоту спостерігалася тенденція до зниження натури зерна, що вказує на формування менш виповненого зерна за надмірного азотного

навантаження, особливо у роки з менш сприятливими умовами наливу.

Зростання доз азотних добрив супроводжувалося чітко вираженою негативною реакцією крохмалонакопичення. У варіантах без позакореневого підживлення середній вміст крохмалю знижувався з 60,8 % у контролі до 59,4 % за N_{120} , тоді як за поєднання високих доз ґрунтового азоту з карбамідним підживленням він зменшувався до 58,8 %. Це свідчить про перерозподіл асимілятів у напрямі синтезу білкових і азотовмісних сполук за інтенсивного азотного живлення та підтверджує антагоністичний характер взаємозв'язку між накопиченням білка і крохмалю в зерні.

Позакореневе підживлення карбамідом у критичні фази органогенезу тритикале озимого мало стабільний і багатоплановий позитивний вплив на якість зерна. Його застосування забезпечувало додаткове підвищення виходу білка, вмісту та якості клейковини, індексу зелені та сили борошна порівняно з відповідними варіантами без підживлення.

Особливо чітко цей ефект проявлявся у 2024 році, коли за несприятливих умов формування якості зерна сила борошна без позакореневого підживлення не перевищувала 30–70 о. а., тоді як застосування карбаміду підвищувало її до 100–130 о. а. Таким чином, позакореневе підживлення виконувало компенсаторну функцію, стабілізуючи якісні показники зерна за умов стресового перебігу вегетації.

Кореляційний аналіз засвідчив наявність дуже тісних і статистично достовірних зв'язків між вмістом білка та вмістом клейковини, а також між цими показниками і силою борошна. Високі значення коефіцієнтів детермінації ($r^2 = 0,82\text{--}0,98$) підтверджують закономірний характер змін технологічних властивостей зерна залежно від рівня азотного живлення та застосування позакореневого підживлення карбамідом, що дає змогу прогнозувати якість зерна за відповідних агротехнічних умов.

Результати багаторічних досліджень, слід зазначити, що найбільш агрономічно обґрунтованим і технологічно доцільним є поєднання фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ із середніми дозами азоту N_{60-90} та

позакореневим підживленням карбамідом на тлі сеникації. Саме за таких умов формується оптимальне співвідношення між білковим і крохмальним комплексами зерна, забезпечуються високі й стабільні показники сили борошна та індексу зелені без надмірного зниження натури зерна, що створює передумови для ефективного використання тритикале озимого у продовольчому та переробному напрямах.

Результати досліджень, подані в розділі, висвітлено в публікаціях [150, 151, 152].

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА СЕНИКАЦІЇ

Економічну ефективність розраховували з розрахунку, що вартість 1 т зерна становить 8,1 грн./т, вартість 1 т аміачної селітри – 18,0 тис. грн, 1 т калію хлористого – 20,0 грн, суперфосфату гранульованого – 12,0 грн. Вартість позакореневого підживлення карбамідом становило 1,9 тис. грн./га, проведення сеникації – 3,1 тис. грн./га. Економічну ефективність розраховували з урахуванням проведення робіт на площі 100 га.

Результати, наведені в таблиці 6.1, свідчать про суттєвий вплив рівня мінерального живлення на формування як продуктивності тритикале озимого, так і основних економічних показників його вирощування. Контрольний варіант без внесення добрив характеризувався найнижчим рівнем врожайності, яка становила від 5,37 до 5,45 т/га. Водночас саме цей варіант мав найменші витрати на вирощування від 10,0 до 11,9 тис. грн/га, що зумовило надзвичайно високий рівень рентабельності яка була від 171 до 235 %. Однак у грошовому еквіваленті умовно чистий прибуток на контролі був нижчим, ніж у варіантах із застосуванням мінеральних добрив, і становив від 32,2 до 33,5 тис. грн/га.

Застосування лише фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ забезпечувало незначне зростання урожайності зерна від 5,55 до 5,62 т/га. При цьому витрати на вирощування істотно зростали порівняно з контролем до 15,7 тис. грн/га, що призводило до зниження рівня рентабельності до 126 %. Це свідчить про те, що внесення лише фосфорно-калійних добрив без азоту не забезпечує достатнього економічного ефекту для тритикале озимого.

Подальше підвищення рівня мінерального живлення за рахунок внесення азотних добрив у варіанті фон $P_{60}K_{60}+N_{30}$ сприяв суттєвому зростанню врожайності від 5,99 до 6,18 т/га. Водночас витрати на

виросли до 17,8 тис. грн/га. Умовно чистий прибуток у цьому варіанті становив від 32,3 до 32,6 тис. грн/га, а рівень рентабельності знизився від 81 до 105 %. Таким чином, хоча економічні показники були стабільними, потенціал цього варіанта поступався варіантам із вищими дозами азоту.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення

Варіант досліджу	Показник				
	Урожайність, т/га	Витрати на вирощування, тис. грн/га	Вартість продукції, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельнос ті, %
Без добрив (контроль)	5,37	10,0	43,5	33,5	235
P ₆₀ K ₆₀ – фон	5,55	13,8	45,0	31,2	126
Фон + N ₃₀	5,99	15,9	48,5	32,6	105
Фон + N ₆₀	6,67	17,6	54,0	36,4	107
Фон + N ₉₀	6,86	19,0	55,6	36,6	92
Фон + N ₁₂₀	6,97	20,9	56,5	35,6	70
Без добрив (контроль)	5,45	11,9	44,1	32,2	171
P ₆₀ K ₆₀ – фон	5,62	15,7	45,5	29,8	90
Фон + N ₃₀	6,18	17,8	50,1	32,3	81
Фон + N ₆₀	6,82	19,5	55,2	35,7	83
Фон + N ₉₀	6,98	20,9	56,5	35,6	71
Фон + N ₁₂₀	7,06	22,8	57,2	34,4	51

Найбільш збалансованими за економічною ефективністю виявилися варіанти з внесенням на фоні P₆₀K₆₀ + N₆₀₋₉₀ Урожайність тритикале

озимого за цих доз була від 6,67 до 6,98 т/га, що забезпечувало високу вартість валової продукції була до 56,5 тис. грн/га. Витрати на вирощування становили від 17,6 до 20,9 тис. грн/га, що є економічно виправданим з огляду на одержаний приріст урожайності.

Саме за цих варіантів отримано максимальні показники умовно чистого прибутку від 35,6 до 36,6 тис. грн/га. Рівень рентабельності при цьому коливався в межах від 83 до 107 %, що свідчить про оптимальне співвідношення між інтенсифікацією технології та її економічною доцільністю.

Подальше підвищення дози азоту до N_{120} забезпечувало лише незначний приріст урожайності від 6,97 до 7,06 т/га порівняно з варіантом N_{90} , однак супроводжувалося істотним зростанням витрат 22,8 тис. грн/га. У результаті умовно чистий прибуток знижувався від 34,4 до 35,6 тис. грн/га, а рівень рентабельності падав від 51 до 70 %. Це свідчить про економічну недоцільність застосування максимальної дози азоту в умовах дослідів та дозволяє віднести цей варіант до найгірших з економічної точки зору.

Економічну ефективність вирощування тритикале озимого за аналогічних доз азотних добрив, на тлі сеникації таблиця 6.2. Уже на контрольному варіанті без добрив простежується зростання витрат на вирощування від 13,1 до 15,0 тис. грн/га, що пов'язано з додатковими витратами на проведення сеникації. За таких умов урожайність зерна становила від 5,38 до 5,49 т/га, а умовно чистий прибуток був від 29,5 до 30,5 тис. грн/га. Рівень рентабельності знижувався до 133 %, що є суттєво менший порівняно з аналогічним варіантом без сеникації.

Застосування фосфорно-калійного фону $P_{60}K_{60}$ на тлі сеникації також не забезпечувало значного економічного ефекту. Урожайність підвищувалася лише до 5,66 т/га, тоді як витрати на вирощування зростали від 16,9 до 18,8 тис. грн/га. Умовно чистий прибуток знижувався до 27,4 тис. грн/га, а рівень рентабельності становив лише від 44 до 62 %.

Внесення азотних добрив у дозі N_{30} на фоні $P_{60}K_{60}$ забезпечувало зростання урожайності від 6,03 до 6,26 т/га, проте економічні показники залишалися відносно низькими та не перевищували рентабельність 57%. Найвищі показники врожайності були у варіанті фон $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ 6,87 та 7,17 т/га, забезпечивши максимальну вартість валової продукції від 55,6 до 58,1 тис. грн/га.

Таблиця 6.2

Економічна ефективність вирощування тритикале озимого за різних доз азотних добрив і позакореневого підживлення на тлі сеникації

Варіант досліджу	Показник				
	Урожайність, т/га	Витрати на вирощування, тис. грн/га	Вартість продукції, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельнос ті, %
Без добрив (контроль)	5,38	13,1	43,6	30,5	133
$P_{60}K_{60}$ – фон	5,47	16,9	44,3	27,4	62
Фон + N_{30}	6,03	19,0	48,8	29,8	57
Фон + N_{60}	6,68	20,7	54,1	33,4	61
Фон + N_{90}	7,17	22,1	58,1	36,0	63
Фон + N_{120}	6,97	24,0	56,5	32,5	35
Без добрив (контроль)	5,49	15,0	44,5	29,5	96
$P_{60}K_{60}$ – фон	5,66	18,8	45,8	27,0	44
Фон + N_{30}	6,26	20,9	50,7	29,8	43
Фон + N_{60}	6,87	22,6	55,6	33,0	46
Фон + N_{90}	7,04	24,0	57,0	33,0	38
Фон + N_{120}	7,13	25,9	57,8	31,9	23

Умовно чистий прибуток у них був від 33,0 до 36,0 тис. грн/га, що є найвищим серед усіх варіантів на тлі сеникації. Проте рівень рентабельності залишався порівняно низьким і коливався в межах від 38 до 63 %, що пояснюється значним зростанням виробничих витрат.

У варіанті із максимальними дозами азотних добрив фон $P_{60}K_{60} + N_{120}$ на тлі сеникації забезпечувала лише незначний приріст від 6,97 до 7,13 т/га, але супроводжувалася різким підвищенням витрат до 25,9 тис. грн/га. У результаті умовно чистий прибуток знижувався від 31,9 до 32,5 тис. грн/га, а рівень рентабельності досягав мінімальних значень у досліді від 23 до 35 %.

Висновки до розділу 6

Проведені дослідження свідчать, що рівень економічної ефективності вирощування тритикале озимого істотно залежить від інтенсивності мінерального живлення та застосування позакореневого підживлення на тлі сеникації. Аналіз показників урожайності, виробничих витрат, вартості валової продукції, умовно чистого прибутку та рівня рентабельності дозволив установити оптимальні й економічно недоцільні варіанти технології.

Встановлено, що внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ забезпечує стабільне зростання урожайності зерна тритикале озимого. Найвищі показники продуктивності були від 6,87 до 7,17 т/га формувалися за застосування середніх і підвищених доз азоту N_{60-90} , тоді як подальше збільшення дози до N_{120} забезпечувало лише незначний приріст врожайності. Це свідчить про досягнення біологічної межі реалізації продукційного потенціалу культури в даних ґрунтово-кліматичних умов.

Водночас економічна оцінка показала, що максимальні дози азотних добрив не є доцільними з погляду господарської ефективності. Застосування N_{120} супроводжувалося істотним зростанням виробничих витрат, що призводило до зниження умовно чистого прибутку та різкого

падіння рівня рентабельності. Найнижчі показники рентабельності були від 51 до 70 % без сеникації та від 23 до 35 % на тлі сеникації, зафіксовано саме у варіантах з максимальною дозою азоту, що дозволяє віднести їх до економічно найменш ефективних.

Найбільш економічно обґрунтованими в умовах досліджу виявилися варіанти з внесенням середніх доз азоту на фоні $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ без проведення сеникації. Саме за цих варіантів забезпечено оптимальне співвідношення між рівнем інтенсифікації технології та економічною ефективністю. Максимальні значення умовно чистого прибутку були від 35,6 до 36,6 тис. грн/га за достатньо високого рівня рентабельності від 83 до 107 %. Це підтверджує доцільність застосування помірно інтенсивних систем удобрення для вирощування тритикале озимого.

Встановлено, що контрольні варіанти без застосування добрив характеризувалися найвищим рівнем рентабельності, що зумовлено мінімальними витратами на виробництво. Проте абсолютні показники урожайності та умовно чистого прибутку на цих варіантах були нижчими порівняно з удобреними фонами, що обмежує можливості їх практичного використання в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва, орієнтованого на максимізацію валового доходу.

Застосування сеникації, незважаючи на певне підвищення врожайності та вартості валової продукції, призводило до загального зниження економічної ефективності вирощування тритикале озимого.

Результати досліджень, подані в розділі, висвітлено в публікації [162].

ВИСНОВКИ

1. Узагальнення результатів аналізу літературних джерел і польового дослідження свідчить, що тритикале озиме як синтетичний вид характеризується високим адаптивним і продуктивним потенціалом, що забезпечує його конкурентоспроможність у ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України. Культура добре пристосовується до слабкокислих ґрунтів із помірною природною забезпеченістю елементами живлення та здатна відносно стабільно реалізовувати свій врожайний і якісний потенціал за умов пристосування до погодно-кліматичних факторів.

2. Встановлено, що визначальним чинником формування продуктивності й технологічної якості зерна тритикале озимого є система азотного живлення. Саме азот, на відміну від фосфору і калію, відіграє ключову роль у регуляції ростових процесів, формуванні елементів структури врожаю та синтезі білкових сполук у зерні. Фосфорно-калійний фон $P_{60}K_{60}$ без азотних добрив виконує переважно стабілізуючу функцію, забезпечуючи незначне підвищення натури зерна й виходу білка, однак не здатен суттєво поліпшити показники якості та врожайності за дефіциту азоту.

3. Результати досліджень переконливо засвідчили, що найбільш агрономічно доцільними є середні дози азотних добрив. Внесення $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ забезпечує формування оптимального стеблостою, збалансований розвиток вегетативних і генеративних органів, стабільні показники маси 1000 зерен і кількості зерен у колосі, а також високий рівень урожайності незалежно від погодних умов року. Подальше підвищення норм азоту до N_{120} , хоча й зумовлює максимальні абсолютні значення вмісту білка, клейковини та сили борошна, супроводжується зниженням ефективності використання цього елемента, тенденцією до зменшення натури зерна й маси 1000 зерен, а також підвищенням екологічних і економічних ризиків.

4. Доведено, що позакореневе підживлення карбамідом у дозі N_{30} має обмежений вплив на формування врожайності тритикале озимого, забезпечуючи її приріст лише від 2 до 4 %. Водночас його роль у формуванні якості зерна є більш суттєвою. Позакореневе підживлення в критичні фази ВВСН 37–47 сприяє підвищенню вмісту та виходу білка, поліпшенню показників клейковини, індексу зелені та сили борошна, особливо в роки з несприятливими умовами наливу зерна. Таким чином, карбамідне підживлення виконує компенсаторну та стабілізуючу функцію щодо якості продукції, але не є вирішальним чинником підвищення врожайності.

5. Застосування сеникації в поєднанні з різними рівнями азотного живлення загалом не забезпечувало істотного й стабільного приросту врожайності зерна тритикале озимого. За відсутності позакореневого підживлення її вплив був практично нейтральним, а за поєднання з карбамідом приріст урожайності не перевищував 1 %. Разом із тим сеникація певною мірою сприяла регуляції ростових процесів і формуванню продуктивного стеблостою, однак з економічного погляду її застосування в умовах дослідів виявилось малоефективним.

6. Аналіз якісних показників зерна засвідчив наявність чітко вираженого накопичення білка та крохмалю. Зі зростанням доз азоту відбувалося закономірне підвищення білкової продуктивності та сили борошна на тлі зниження вмісту крохмалю, що відображає перерозподіл асимілятів у напрямі синтезу азотовмісних сполук. Високі значення коефіцієнтів кореляції між вмістом білка, клейковини і силою борошна підтверджують визначальну роль азотного живлення у формуванні технологічних властивостей зерна тритикале озимого й дають змогу прогнозувати якість продукції залежно від рівня удобрення.

7. Економічна оцінка технологічних варіантів показала, що максимальні дози азотних добрив N_{120} є економічно недоцільними, оскільки приріст урожайності не компенсує зростання виробничих витрат.

Це призводить до зниження умовно чистого прибутку та різкого падіння рівня рентабельності, особливо за застосування сеникації. Найбільш економічно обґрунтованими виявилися варіанти з внесенням $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ без сеникації, які забезпечували оптимальне поєднання високої врожайності, достатньо високих показників якості зерна та максимальних значень умовно чистого прибутку й рентабельності.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В агротехнології тритикале озимого сорту Пудик для виробництва високого врожаю зерна після гороху науково-обґрунтованим та економічно доцільним є застосування $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$. Для підвищення вмісту білка в зерні на 0,5–1,3 % необхідно проводити позакореневе підживлення карбамідом у фазу ВВСН 75 (доза N_{30}).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aajeed N., Alotaibi M., Alnefai M., Abulfaraj M., Baeshen A., Emradiri N., Baeshen A. Metagenomic analysis of the gut bacteriome of usherhopper, poekilocerus bufonius (klug) from hadda, saudi Arabia. *Applied ecology and environmental research*. 2022. Vol. 20. (2). P. 1425 – 1433.
2. AgroTimes: URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/pogoda-v-ukrayini-yasno-j-bez-vitru/> (дата звернення: 30. 06. 2025).
3. Akbar K. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Heavy Metal Contaminated Soils. *Afr. J. Microbiol.* 2011. Vol. 5. P. 1571–1576. [DOI: <https://dx.doi.org/10.5897/AJMR11.465>]
4. Alaru M., Laur Ü., Ereemeev V., Reintam E., Selge A. Noormets M. Winter triticales yield formation and quality affected by N rate, timing and splitting. *Agricultural and food science* . 2009. Vol. 18. 76 – 90 p.
5. Alaru M., Laur Ü., Ereemeev V., Reintam E., Selge A., Noormets M. Winter triticales yield formation and quality affected by N rate, timing and splitting. *AGRICULTURAL AND FOOD SCIENCE*. 2009. Vol. 18. P. 76–90.
6. Alberta Agriculture and Rural Development. Agro Climatic Information Service. URL: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/cl12944](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/cl12944). (дата звернення 25. 06. 2025).
7. Al-hakam M., Abdul-alwahid M. Nitrogen fertilizer effect on growth and yield traits of triticales (x triticosecale wittmack). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 2024. Vol. 56. (6). P. 2504–2510.
8. Allison S., Lu Y., Weihe C., Goulden M., Martiny A., Treseder K., Martiny J. Microbial Abundance and Composition Influence Litter Decomposition Response to Environmental Change. *Ecology*. 2013. Vol. 94. P. 714–725.

9. Amiour N., Bouguennec A., Marcoz C. Diversity of seven glutenin and secalin loci within triticale cultivars grown in Europe. *Euphytica*. 2002. Vol. 120. P. 295–305.
10. Anadhakrishnaveni S., Palchamy A., Mahendran S. Effect of Foliar Spray of Nutrients on Growth and Yield of Green Gram (*Phaseolus radiatus*). *Legume Res.* 2004. Vol. 27. P. 149–150.
11. Antošovský J., Skarpa P., Ryant P. The Effect of Nitrogen-Sulphur Fertilizer with Nitrification Inhibitor on Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) nutrition. *Heliyon*. 2024. Vol. 10. P. 33–35. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33035>]
12. Aranibar C., Pedrotti F., Archilla M., Vázquez C., Borneo R., Aguirre A. Storage and preservation of dry pasta into biodegradable packaging made from triticale flour. *J. Food Sci. Technol.* 2020. Vol. 57. P. 693–701.
13. Asrar G., Fuchs E., Kanemasu J., Hatfield J. Estimating absorbed photosynthetic active radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat. *Agron. J.* 1984. Vol. 76. P. 300–306.
14. Belete F., Dechassa N., Molla A., Tana T. Effect of split application of different N rates on productivity and nitrogen use efficiency of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Belete et al. Agric & Food Secur.* 2018. Vol. 7 – 92. P. 2–10.
15. Bhagirath S. Grand Challenges in Weed Management. *Frontiers in Agronomy*. 2020. Vol. 1. 3. P. 1 – 4.
16. Biberdžić M., Jelić M., Deletić N., Barać S., Stojković S. Effects of agroclimatic conditions at trial locations and fertilization on grain yield of triticale. *Research Journal of Agricultural Science*. 2012. Vol. 44.(1). P. 3 – 8.
17. Bielashov O., Rozhkov A., Kalenska S., Karpuk L., Marenych M., Kuts O., Zaitseva I., Romanov O. Muzafarov N. Influence of Pre-Sowing Application of Mineral Fertilizers, Root and Foliar Nutrition on

- Productivity of Winter Triticale Plants. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. 23. (6). P. 1–14.
18. Bielashov O., Rozhkov A., Kalenska S., Karpuk L., Marenych M., Kuts O., Zaitseva I., Romanov O., Muzafarov N. Influence of Pre-Sowing Application of Mineral Fertilizers, Root and Foliar Nutrition on Productivity of Winter Triticale Plants. *Ecological Engineering Environmental Technology*. 2022. Vol. 23(6). C. 1–14.
 19. Bielski S. Yields of winter triticale under the influence of nitrogen fertilisation and fungicide application. *Pol. J. Nat. Sci.* 2015. 30. P. 337–348.
 20. Bielski S., Falkowski J. Effect of the nitrogen and magnesium fertilisation on yield and economic efficiency of winter triticale production. *Proceedings of the 8th International Scientific Conference Rural Development*. 2017. Vol. 8. P. 17 – 23.
 21. Bielski S., Romaneckas K., Šarauskis E. Impact of Nitrogen and Boron Fertilization on Winter Triticale Productivity Parameters. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. 279. P. 2 – 12.
 22. Blandino M., Vaccino P., Reyneri A. Late-Season Nitrogen Increases Improver Common and Durum Wheat Quality. 2015. 107. (2). P. 680 – 690.
 23. Blum A. The abiotic stress response and adaptation of triticale – A review. *Cereal Research Communications*. 2014. Vol. 42. (3). P. 359–375.
 24. Briggs K. The growth potential of triticale in Western Canada. Alberta Agriculture, Food and Rural Development. Government of Alberta. Edmonton, AB. Canada. 2001.
 25. Brown P., Fernandez V., Sotiropoulos T. Foliar Fertilization: The Facts and the Fiction; 1st ed. The American Society for Horticultural Science (ASHS): Alexandria, VA. USA. 2014.
 26. Burton A., Häner L., Schaad N., Strebel S., Vuille-dit-Bille N., Holzkämper A., Pellet D., Herrera J. Evaluating Nitrogen Fertilization

- Strategies to Optimize Yield and Grain Nitrogen Content in Top Winter Wheat Varieties across Switzerland. *Field Crops Res.* 2024. Vol. 307. 10925.
27. Cazzato E., Laudadio V., Tufarelli V. Effects of harvest period, nitrogen fertilization and mycorrhizal fungus inoculation on triticale (\times Triticosecale Wittmack) forage yield and quality. *Renewable Agriculture and Food Systems.* 2012. Vol. 27. (4). 278–286 p.
 28. Chen J., Lin X., Gu S., Wang W., Zhang B., Zhu J., Wang D. Effects of Foliar Spraying of Urea Post Anthesis on Nitrogen Uptake and Utilization and Yield in Winter Wheat. *Acta Agron. Sin.* 2023. Vol. 49. P. 277 – 285.
 29. Colebrook E.H., Thomas S.G., Phillips A.L., Hedden P. The role of gibberellin signaling in plant responses to abiotic stress. *Journal of Experimental Biology.* 2014. Vol. 217(1). P. 67–75.
 30. Coolon J.D., Jones K.L., Todd T.C., Blair J.M., Herman M.A. Long-Term Nitrogen Amendment Alters the Diversity and Assemblage of Soil Bacterial Communities in Tallgrass Prairie. *PLoS ONE.* 2013. Vol. 8. e67884. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0067884>] [PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23840782>]
 31. Crop Improvement; the CIMMYT Programme. Triticale Improvement and Production. FAO Plant Production and Protection Paper. 2004. Vol. 179. P. 11–22
 32. Crusciol C., Almeida D., Alves C., Soratto R., Krebsky E., Spolidorio E. Can micronized sulfur in urea reduce ammoniacal nitrogen volatilization and improve maize grain yield. *J. Soil. Sci. Plant Nutr.* 2019. Vol. 19. P. 701–711. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s42729-019-00070-7>]
 33. Czerednik A., Nalborczyk E. Physiological factors affecting yield formation in the canopy of traditional and new morphotypes of triticale plant (Triticosecale Wittmarck). *Acta Physiol. Planta.* 2001. Vol. 23. P. 87–93.
 34. Czerednik A., Nalborczyk E. Physiological factors affecting yield

- formation in the canopy of traditional and new morphotypes of triticale plant (*Triticosecale* Wittmarck). *Acta Physiol. Planta*. 2001. Vol. 23 P. 87–93.
35. Đekić V., Milivojević J., Popović V., Terzić D., Branković S., Biberdžić M., Madić M. The impact of year and fertilization on yield of winter triticale. *In Proceedings of the 22th International ECO—Conference 10th Eco Conference on Safe Food, Novi Sad, Serbia, 26–28 September*. 2018. P. 125–134.
 36. Đekić V., Milivojević J., Staletić M., Jelić M., Popović V., Branković S., Terzić D. Uticaj mineralne ishrane na prinos ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.). “XXII SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI”. 2017. 1. P. 207 – 212
 37. Dekić 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.
 38. Dekić 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.
 39. 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. *Romanian Agricultural Research*. 2014. Vol. 31 P. 175–183.
 40. Dobermann A. Nutrient management for improved use efficiency. *Better Crops*. 2007. Vol. 91(2). P. 6–8.
 41. Döring T., Knapp S., Kovacs G., Murphy K., Wolfe M. Evolutionary Plant Breeding in Cereals—Into a New Era. *Sustainability*. 2011. 3. P. 1944–1971.
 42. Dostálová Y., Hřivná L., Kotková B., Burešová I., Janečková M., Šottníková V. Effect of nitrogen and sulphur fertilization on the quality of barley protein. *Plant Soil Environ.* 2015. Vol. 61. № 9. P. 399 – 404.
 43. Dragana N., Lalević M., Biberdžić O. Uticaj doze azotnih đubriva na

- prinos i componente prinosă ozimog tritikalea. *Journal of Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 61. 2. P. 127–135.
44. Dumbravă M., Ion V., Epure L., Băsa A., Ion N., Dusa E. Grain yield and yield components at triticales under different technological conditions. *Agric. Agric. Sci. Procedia*. 2016. Vol. 10. P. 94–103.
 45. Dumbrava M., Jon V., Epure L., Basa A., Jon N., Dusa. E. Grain yield and yield components at triticales under different technological condition. *Agric Sci Procedia*. 2016. Vol. 10. C. 94–103.
 46. Dumbrava M., Jon, V., Epure, L.I., Basa, A.C., Jon, N., Dusa, E.M. 2016. Grain yield and yield components at triticales under different technological condition. *Agric. Sci. Procedia*. 2016. Vol. 10. P. 94–103.
 47. Dumbrava. M. Jon. V. Epure. L. Basa. A. Jon. N. Dusa. E.. Grain yield and yield components at triticales under different technological condition. *Agric. Sci. Procedia*. 2016. Vol. 10. P. 94–103.
 48. Fernández-Escobar R., García-Novelo J., Restrepo-Díaz H. Mobilization of Nitrogen in the Olive Bearing Shoots after Foliar Application of Urea. *Sci. Hortic*. 2011. Vol. 127. P. 452–454.
 49. Flis S. The Rs in crop nitrogen research. *Crops Soils*. 2017. Vol. 50. P. 18–20.
 50. Fra's A., Gołbiewska K., Mańkowski D., Boros D., Szecówka P. Variability in the chemical composition of triticales grain, flour and bread. *J. Cereal Sci*. 2016. Vol. 71 . P. 66–72.
 51. Gaj R., Górski R., Borowski-Beszta J., Wielgusz K., Spychalski M., Kukawka R. Nitrogen Management Impact on Winter Triticales Grain Yield and Nitrogen Use Efficiency. *J. Elem*. 2023. Vol. 28. P. 561 – 593.
 52. Galindo F., Buzetti S., Filho M., Dupas E., Ludkiewicz M. Application of Different Nitrogen Doses to Increase Nitrogen Efficiency in Mombasa Guineagrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. *Austral J. Crop Sci*. 2017. Vol. 11. P. 1657–1664.
 53. Gaviley O., Katerynych O., Ionov I., Dekhtiarova O., Griffin D.,

- Romanov M. Triticale: *A General Overview of Its Use in Poultry Production. Encyclopedia* 2024. Vol. P. 4 .395–414.
54. Ghimire P., Acharya A., Devkota C., Gairhe J. Effect of Nitrogen Levels on Use Efficiencies and Yield of Wheat at Bharatpur, Chitwan, Nepal. *The Geographic Base*. 2021. Vol. 8(01). P. 95–108.
 55. Glaze-Corcoran S., Smychcovich A., Hashemi M. Dual-Purpose Rye, Wheat, and Triticale Cover Crops Offer Increased Forage Production and Nutrient Management but Demonstrate Nitrogen Immobilization Dynamics. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. P. 1 – 14.
 56. GrowHow.in.ua: URL: <https://www.growhow.in.ua/senykatsiia-rezerv-pidvyschennia-vrozhaynosti-z-minimalnymi-vytratamy/> (дата звернення: 30. 06. 2025).
 57. Hedden P. The genes of the Green Revolution. *Trends in Geneti* . 2003.
 58. Heffer P. Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level; *IFA: Paris, France*. 2017. . Vol. 9.
 59. Hively W., Lang M., McCarty G., Keppler J., Sadeghi A., Mc-Connell L. Using satellite remote sensing to estimate winter cover crop nutrient uptake efficiency. *Journal of Soil and Water Quality*. 2009. 64. Vol. (5). P. 303 – 313.
 60. Hospodarenko H., Prokopchuk I., Nikitina O., Liubych V. Assessment of the contamination level of a podzolized chernozem with nuclides in a long term land use. *Agriculture*. 2019. Vol. 65(3). P. 128–135.
 61. Ismailov A., Gimbatov A., Muslimov M., Radzhabov A., Mustafaeva K. Productivity of varieties of winter triticale with the use of nitrogen fertilizers in the flat irrigated zone of Dagestan. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 1045. P. 1 – 5.
 62. Ja'nczak-Pieni ą'zek M., Kaszuba J. The Infl uence of Agrotechnical Factors on the Yield and Quality Parameters of Winter Triticale Grain. *Agriculture* 2024. Vol. 14. P. 2219.
 63. Ja'nczak-Pieniazek M. The Influence of Cropping Systems on

- Photosynthesis, Yield, and Grain Quality of Selected Winter Triticale Cultivars. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. 11075. P. 1–21.
64. Janušauskaitė D. Spring triticale yield formation and nitrogen use efficiency as affected by nitrogen rate and its splitting. *Zemdirbyste* 2013. Vol. 100. P. 383–392.
 65. Jaśkiewicz B., Szczepanek M. Amino acids content in triticale grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. *Agricultural sciences (crop sciences, animal sciences)*. 2018. Vol. 2 P. 28 – 34.
 66. Jonathan R., Howarth S., Parmar J., Jones C., E. Shepherd D.-I., Corol A.M., Galster N. D., et al. Co-ordinated expression of amino acid metabolism in response to N and S deficiency during wheat grain filling. *Journal of Experimental Botany*. 2008. Vol. 59. № 13. P. 3675–3689.
 67. Jonnala R., Irmak S., Macritchie F., Bean S. Phenolics in the bran of waxy wheat and triticale lines. *J. Cereal Sci.* 2010. Vol. 52. 509–515 p.
 68. Kalnina S., Rakcejeva T., Kunkulberga D., Galoburda R. Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. *Agron. Res.* 2015. Vol. 13. P. 948–955.
 69. Kapela K., Sikorska A., Niewęgłowski M., Zarzecka K., Gugala M., Krasnod E. The Impact of Nitrogen Fertilization and the Use of Biostimulants on the Yield of Two Maize Varieties (*Zea mays* L.) Cultivated for Grain. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. 1408. P. 2 – 8.
 70. Kaszuba J., Jaworska G., Krochmal-Marczak B., Kogut B., Kuźniar P. Effect of bran addition on rheological properties of dough and quality of triticale bread. *J. Food Process. Preserv.* 2021. Vol. 45. . P. 15093.
 71. Khan P., Memon M., Imtiaz M., Aslam M. Response of Wheat to Foliar and Soil Application of Urea at Different Growth Stages. *Pak. J. Bot.* 2009. Vol. 41. P. 1197–1204.
 72. Klikocka H., Cybulska M., Barczak B., Narolski B., Szostak B., Kobińska A., Nowak A., Wójcik E. The effect of sulphur and nitrogen fertilization

- on grain yield and technological quality of spring wheat. *Plant Soil Environ.* 2016. Vol. 62.(5). P. 230 – 236.
73. Klikocka H., Marks M. Sulphur and Nitrogen Fertilization as a Potential Means of Agronomic Biofortification to Improve the Content and Uptake of Microelements in Spring. *Wheat Grain DM. J. Chem.* 2018. P. 932–6820.
 74. Koppensteiner L., Obermayer-Böhma K., Halla R.M. Autumn sowing of facultative triticale results in higher biomass production and nitrogen uptake compared to spring sowing. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science.* 2021. P. 1–9.
 75. Kumar A., Dubey A. Rhizosphere Microbiome: Engineering Bacterial Competitiveness for Enhancing Crop Production. *J. Adv. Res.* 2020. Vol. 24. P. 337–352.
 76. Kyrylchuk A., Liashenko S., Bezprozvana I., Chukhleb C., Shcherbynina N., Shkliar V. Productivity and grain quality of winter triticale varieties (Triticosecale Wittmack el. Camus) under different soil and climatic growing conditions. *Plant Varieties Studying and protection.* 2023. Vol. 19. № 3. P. 155 – 167.
 77. Lalevic D., Biberdzic M. Effects of rates of nitrogen on yield and yield components of winter triticale. *J. Agric. Sci.* 2016. Vol. 61. P. 127 – 135.
 78. Lalević D., Biberdžić M., Jelić M., Barać S. The characteristics of triticale cultivated in rural areas. *Agriculture Forestry.* 2012. Vol. 2. P. 27 – 34.
 79. Lalević D., Miladinović B., Biberdžić M., Vuković A., Milenković L. Differences in grain yield and grain quality traits of winter triticale depending on the variety, fertilizer and weather conditions. *Applied ecology and environmental research.* 2022. Vol. 20. (5). P. 3779–3792.
 80. Lalević D., Miladinović B., Biberdžić M., Vuković A., Milenković L. Differences in grain yield and grain quality traits of winter triticale depending on the variety, fertilizer and weather conditions. *Applied ecology and environmental research.* 2022. 20. (5). P. 3779-3792.

81. Lalević D., Miladinović B., Biberdžić M., Vuković A., Milenković L.
Differences in grain yield and grain quality traits of winter triticale depending on the variety, fertilizer and weather conditions. *Applied ecology and environmental research*. 2022. Vol. 20(5). C. 3779–3792.
82. Lestingi A., Bovera F., De Giorgio D., Ventrella D., Tateo A. Effects of tillage and nitrogen fertilisation on triticale grain yield, chemical composition and nutritive value. *J. Sci. Food Agric*. 2010. Vol. 90. P. 2440–2446.
83. Liao H., Zhang Y., Zuo Q., Du B., Chen W., Wei D., Huang Q. Contrasting Responses of Bacterial and Fungal Communities to Aggregate-Size Fractions and Long-Term Fertilizations in Soils of Northeastern China. *Sci. Total Environ*. 2018. Vol. 635. P. 784–792.
84. Long G., Chao W., Zheng M., Wenxing L., Zejiang C., Boren W., Shen R. Fertilization Practices Affect Biological Nitrogen Fixation by Modulating Diazotrophic Communities in an Acidic Soil in Southern China. *Pedosphere*. 2023. Vol. 33. P. 301–311.
85. Lopez-Castaneda C., Richards R. Variation in temperate cereals in rainfed environments. II. *Phasic development and growth*. *Field Crop Res*. 1994. Vol. 37. P. 63–75.
86. Lyu X., Liu Y., Li N., Ku L., Hou Y., Wen X. Foliar Applications of cultivars Nitrogen (N) Forms to Winter Wheat Affect Grain Protein Accumulation and Quality via N Metabolism and Remobilization. *Crop J*. 2022. 10. P. 1165–1177.
87. Maryland Department of Agriculture Announces Record Cover Crop Sign-up. URL: <http://news.maryland.gov/mda/press-release/2016/08/17/maryland-department-of-agriculture-announces-record-cover-crop-sign-up/> (дата звернення 25. 06. 2025.)
88. Matsuoka M. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. *Nature Reviews Genetics*. 2008. Vol. 9. P. 444–457. doi:10.1038/nrg2342.

89. McLeod J., Randhawa H., Ammar K., Payne J., Muri R. Bumper spring triticale. *Can. J. Plant Sci.* 2011. Vol. 91. P. 351–354.
90. Mergoum M., Pfeiffer W.H., Pena R.J., Ammar K., Rajaram S. *Triticale* 2004.
91. Naeem H. A., Darvey N. L., Grass P. W., MacRitchie F. Mixing properties, baking potential, and functionality changes in storage proteins during development of triticale-wheat flour blends. *Cereal Chem.* 2002. Vol. 79. P. 332–339.
92. Naeem H., Darvey N., Gras P., MacRitchie F. Properties. Baking Potential, and Functionality Changes in Storage Proteins During Dough Development of Triticale-Wheat Flour Blends. *Cereal chemistry.* 2002. Vol. 79(3). P. 332–339.
93. Niewiadomska A., Sulewska H., Wolna-Maruwka A., Ratajczak K., Waraczewska Z., Budka A., Głuchowska K. The Influence of Biostimulants and Foliar Fertilisers on the Process of Biological Nitrogen Fixation and the Level of Soil Biochemical Activity in Soybean (Glycine Max L.) Cultivation. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 2019. Vol. 17. P. 5.
94. Niu J., Liu C., Huang M., Liu K., Yan D. Effects of Foliar Fertilization: A Review of Current Status and Future Perspectives. *J. Soil. Sci. Plant Nutr.* 2021. Vol. 21. P. 104–118. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s42729-020-00346-3>]
95. Paungfoo-Lonhienne C., Yeoh Y., Kasinadhuni N., Lonhienne T., Robinson N., Hugenholtz P., Ragan M., Schmidt S. Nitrogen Fertilizer Dose Alters Fungal Communities in Sugarcane Soil and Rhizosphere. *Sci. Rep.* 2015. Vol. 5. P. 8678.
96. Productivity and grain quality of winter triticale varieties. *Plant Varieties Studying and Protection.* URL: <https://journal.sops.gov.ua/article/view/287639/282107>. (дата звернення: 24. 06. 2025.).
97. Rajičić V., Popović V., Đurić N., Biberdžić M., Babić V., Stojiljković J.,

- Grubišić M., Terzić D. Impact of agro-ecological conditions and fertilization on yield and quality of triticale on pseudogley soil. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2023. Vol. 51(4). P. 13387.
98. Reynolds M., Foulkes M., Slafer G., Berry P., Parry M., Snape J., Angus W. Raising yield potential in wheat. *Journal of experimental botany*. 2009. Vol. 60 (7). 1899–1918 p.
 99. Robertson G., Vitousek P. Nitrogen in agriculture: balancing the cost of an essential resource. *Annual Review of Environment and Resources*. 2009. Vol. 34. P. 97–125.
 100. Rybacki P., Gaj R. The Carbon Footprint from Fertilizing Grain Crops with Mineral Nitrogen as Affected by the Fertilizer Application Technique. *Przem. Chem.* 2022. Vol. 101. P. 365–376.
 101. Salim N., Raza A. Nutrient Use Efficiency (NUE) for Sustainable Wheat Production. *J. Plant Nutr.* 2020. Vol. 43. P. 297–315.
 102. Schjoerring J., Castro S. Knowledge Synthesis on Foliar Nitrogen and Phosphorus Fertilization; University of Copenhagen Department of Plant and Environmental Sciences: Copenhagen. Denmark. 2023.
 103. Schlöter M., Bach H., Metz S., Sehy U., Munch J. Influence of Precision Farming on the Microbial Community Structure and Functions in Nitrogen Turnover. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2003. Vol. 98. P. 295–304.
 104. Schwarte A., Gibson L., Karlen D., Liebman M., Jannink J. Planting date effects on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation. *Agronomy Journal*. 2005. Vol. 97. (5). 1333–1341 p.
 105. Shi X., Chai N., Wei Y., Qin R., Yang J., Zhang M., Li F.-M., Zhang F. Harmonizing Manure and Mineral Fertilizers Can Mitigate the Impact of Climate Change on Crop Yields. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2023. Vol. 352. 108526.
 106. Sosa O. Phosphorus Redox Reactions as Pinch Hitters in Microbial Metabolism. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2018. Vol. 115. P. 7–8.
 107. Steel R., Torrie H., Dickey A. Principles and Procedures of Statistics: *A*

- biometrical approach. rd Ed. McGraw Hill, Inc., New York. 1997.*
108. Suwara I., Pawlak-Zaręba K., Gozdowski D., Perzanowska A. Physical Properties of Soil after 54 Years of Long-Term Fertilization and Crop Rotation. *Plant Soil Environ.* 2016. Vol. 62. P. 389–394.
 109. Sviderko M., Shuvar A., Behen L. Efektyvnist pozako-renevoho pidzhyvlenniatrytykale ozymoho. Ahrotekhnichni osnovy pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva zerna trytykale u riznykh zonakh Ukrainy: *materialy naukovoï konferentsii.* 2010. Vol. 16–17. P. 119–124.
 110. Tabak M., Lepiarczyk A., Filipek-Mazur B., Lisowska A. Eciency of Nitrogen Fertilization of Winter Wheat Depending on Sulfur Fertilization. *Agronomy.* 2020. Vol. 10. 1304. P. 2 – 17.
 111. Talberth J., Selman M., Walker S., Gray E. Pay for Performance: Optimizing public investments in agricultural best management practices in the Chesapeake Bay Watershed. *Ecological Economics.* 2015. Vol. 118. P. 252–261.
 112. Tedone L., Alhajj A., Verdini L., De Mastro G. Nitrogen Management Strategy for Optimizing Agronomic and Environmental Performance of Rainfed Durum Wheat under Mediterranean Climate. *J. Clean. Prod.* 2018. Vol. 172. P. 2058–2074.
 113. Toljander J., Santos-Gonzalez J., Tehler A., Finlay R. Community Analysis of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Bacteria in the Maize Mycorrhizosphere in a Long-Term Fertilization Trial. *Soil Microbial Communities in Arable Fields. FEMS Microbiol. Ecol.* 2008. Vol. 65. P. 323–338.
 114. Varga B., Svečnja Z. The Effect of Late-Season Urea Spraying on Grain Yield and Quality of Winter Wheat Cultivars under Low and High Basal Nitrogen Fertilization. *Field Crops Res.* 2006. Vol. 96. P. 125 – 132.
 115. Wang C., Pan G., Lu X., Qi W. Phosphorus Solubilizing Microorganisms: Potential Promoters of Agricultural and Environmental Engineering. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 2023. Vol. 11. 1181078.

116. Wrzaszcz W., Prandecki K. Agriculture and the European Green Deal. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej Problems of Agricultural Economics*. 2020. Vol. 4 (365). P. 156–179.
117. Xu N., Zhang F., Cao N., Wang C., Liu G., Liu M., Sun X. The Effect of Silicon Foliar Fertilizer on the Rhizosphere Soil Microecology in the Wheat-Maize System. *J. Anhui Agric. Univ.* 2018. Vol. 45. P. 363–366.
118. Yunusa I., Siddique K., Belford R., Karimi M. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during the pre-anthesis period in a Mediterranean-type environment. *Field Crop Res.* 1993. Vol. 35. P. 113–122.
119. Zhu F. Triticale: *Nutritional composition and food uses*. *Food Chem.* 2018. Vol. 241. P. 468–479.
120. Авраменко С. Циганко В. Формування урожайності та якості зерна тритикале озимого залежно від строків сівби і фонів живлення після непарових попередників. *Агрономія сьогодні*. від 27 вересня 2012 р.
121. Балюк С. А., Мірошніченко М. М., Ґрунтові ресурси України: збалансоване використання, прогноз та управління. Харків. ФОП «Бровін О. В.», 2020. С. 452.
122. Белашов О. Рожков А. Біологічна врожайність зерна тритикале озимого за різних варіантів передпосівного внесення добрив і підживлень у північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 3. С 47–58.
123. Белашов О., Рожков А. Біологічна врожайність зерна тритикале озимого за різних варіантів передпосівного внесення добрив і підживлень у Північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. Vol. 3. С. 47 – 58.
124. Білітюк А. Новицька Н. Максимюк В. Формування врожаю та якості зерна тритикале озимого залежно від удобрення в умовах Західного Полісся. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 38–41

125. Білітюк А., Шередеко Л. Якість зерна тритикале озимого залежно від удобрення в умовах західного регіону України. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”*. 2009. С. 129 – 141.
126. Білітюк А.П. Агроекологічні основи вирощування тритикале в Україні: *монографія*. – Київ. 2005. С. 248.
127. Білітюк А.П. Продуктивність агроценозів і рослин озимого тритикале залежно від удобрення. А.П. Білітюк. С.М. Каленська. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків. Луцьк. 2002. С. 147–155.
128. Брей С. Азотний обмін в рослинництві. пер. з. англ. Є. Е. Хавкіна *Агровидавництво*. 1986. С. 199.
129. Вибрані наукові праці академіка В. І. Вернадського. Т. 4. Геохімія живої речовини. Київ : ТОВ «Велес», 2012. 504 с.
130. Гармашов У. М. Калуса Ю. А. Можливості зернового тритикале. *Степове землеробство*. 1982. № 16. С. 48–53.
131. Господаренко Г. М., Любич В. В., Сіліфонов Т. В., Балян Я. В. Економічне, агрохімічне та енергетичне оцінювання ефективності застосування добрив під сорти пшениці м’якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 625–635.
132. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новак Ю. В., Калантир В. О., Холод С. М., Ільїчов О. Г. Тривалість вегетаційного періоду та висота рослин пшениці твердої озимої за різного удобрення в польовій сівозміні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Вип. 107. Ч. 1. С. 207–215.
133. Господаренко Г. М., Любич В. В., Притуляк Р. М., Гавриленко В. С. Агрохімічні параметри родючості чорноземі опідзоленого під посівами ячменю ярого голозерного за різних систем удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 356–396.

134. Господаренко Г. М., Любич В. В., Холод С. М., Ільчов О. Г. Фотосинтезувальна система рослин пшениці твердої озимої за різних доз добрив і їх поєднання в польовій сівозміні. Збірник наукових праць Уманського національного університету. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 496–508.
135. Грабовець А. Фоменко М. Створення та впровадження сортів тритикале з широкою екологічною адаптацією. *Зернобобові та злакові культури*. 2013. Vol. 2 (6). С. 41–47.
136. Ґрунтові ресурси України: збалансоване використання, прогноз та управління / за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка, Р. С. Трускавецького. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 452 с.
137. Дегодюк Е. Г., Проненко М. М., Ігнатенко Ю. О., Пипчук Н. М., Мулярчук А. О. Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково-практичні рекомендації. За редакцією доктора с.-г. наук С. Е. Дегодюка. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 84 с.
138. Демиденко О. В. Відтворення чорнозему в агроценозі. Чорнобай : Чорнобайвське КПП, 2020. 108 с.
139. Державна служба статистики України: Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/sg/ovuzpsg/ovuzpsg_0721.xls (дата звернення 12.05.2025).
140. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костоґриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
141. Зубець М. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. *Київ: Логос*. 2010. С. 980.
142. Карпенко В. П., Господаренко Г. М., Любич В. В., Калантир В. О. Винесення основних елементів живлення з урожаєм і баланс їх у

грунті під посівами пшениці твердої озимої за різного удобрення.

Збірник наукових праць Уманського національного університету.
2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 227–237.

143. Корнійчук О. Мельничук В. Вплив мінеральних добрив та технологічних чинників на ріст і урожайність сортів тритикале озимого. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 95. С. 117–127.
144. Кудрявицька А. Карабач К. Обґрунтування впливу мінеральних добрив на продуктивність та показники якості зерна пшениці озимої. *Modern engineering and innovative technologies*. 2023. Vol. 26. № 4. С. 115 – 119
145. Лихочвор В., Косилович Г., Андрушко О. Вплив елементів живлення на врожайність озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу України. *Bulletin of Lviv National Environmental University Agronomy*. 2022. С. 51 – 56.
146. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
147. Любич В. В. Технологічні параметри формування якості зерна різних сортів пшениці м'якої озимої. Збірник наукових праць Уманського національного університету. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 162–178.
148. Любич В., Новіков В. Порівняльна характеристика технологічних властивостей зерна тритикале озимого та пшениці озимої. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. Vol. 60. (4). С. 14–18.
149. Любич В., Остапчук В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць уманського національного університету садівництва*. 2025. Vol. 106. (1). С. 10–18.
150. Любич В.В., Остапчук В.В. Вміст білка тритикале озимого залежно від азотних добрив. *Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти та агротехнології»*, (21 лютого 2025 р.,

- Умань). С. 115–116.
151. Любич В.В., Остапчук В.В. Ефективність застосування добрив під тритикале озиме. *Всеукраїнська наукова конференція молодих учених і науково педагогічних працівників*. (23 травня 2024 р., Умань). С.
 152. Любич В.В., Остапчук В.В. Технологічні властивості зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив. *XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (19 квітня 2024 р., с. Центральне). С. 105–106.
 153. Любич В.В., Остапчук В.В. Урожайність тритикале озимого залежно від азотного живлення. *VI Міжнародна науково-практична конференція* (27 березня 2025 р., Біла Церква). С. 171–172.
 154. Любич В.В., Остапчук В.В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2025. Вип. 106. Ч. 1. С. 10–18.
 155. Любич В.В., Остапчук В.В. Формування продуктивності тритикале озимого залежно від удобрення. *V Міжнародна науково-практична конференція «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку»* (28 березня 2024 р., Біла Церква). С. 175–177.
 156. Любич В.В., Остапчук В.В., Формування індивідуальної продуктивності рослин тритикале озимого за різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення карбамідом і сеникацією. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 145. Ч. 1. С. 210–217.
 157. Любич В. В., Стратуца Я. С. Урожайність та якість зерна тритикале озимого за різних видів і доз добрив. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 554–553.
 158. Мазуренко Б., Новицька Н. Перспективи використання тритикале дворучок. Тритикале – культура XXI сторіччя. *Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Український інститу*

експертизи сортів рослин. 2017. 75.

159. Моргун В., Стасик О., Кірізій Д., Прядкіна Г. Функціональні осо бливості фотосинтетичного апарату нових високо інтенсивних сортів озимої пшениці. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 1 С. 79–87.*
160. Москалець В., Москалець Т. Деякі історичні аспекти виведення та етапи селекційної роботи з тритикале. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2012. С. 136–153.*
161. Остапчук В. В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць Уманського національного університету. 2025. Вип. 107. Ч. 1. С. 198–206.*
162. Остапчук В.В., Любич В.В. Winter triticale yields for the use of nitrogen fertilizers. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету. (24 квітня 2025 р., Умань). С. 87–88.*
163. Остапчук В.В., Любич В.В. Урожайність тритикале озимого залежно від умов азотного живлення в Правобережному Лісостепу. *Таврійський науковий вісник. 2025. № 143. Ч. 2. С. 21–25.*
164. Павленко В., Коваленко С. «Вплив норми $N_{80}P_{60}K_{60}$ на врожайність та масу 1000 зернин озимої пшениці в досліді». *Аграрні дослідження України. 2021. № 4. С. 58–65.*
165. Писаренко П. Москалець В. Агроекологічні особливості впливу мікробних препаратів на кількісні параметри якості зерна тритикале озимого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 1. С 7–11.*
166. Полупан М., Соловей В., Кисіль В., Величко В. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України. *Київ: Колообіг. 2005. С.304.*

167. Рожков А., Гутянський Р. Формування фотосинтетичного потенціалу тритикале ярого залежно від способів сівби та підживлення. Збірник наукових праць. *Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2015. № (1). С. 34–46.
168. Романюк П.В., Єгупова Т.В. Кормова цінність зерна тритикале залежно від удобрення та захисту посівів. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 25–32.
169. Романюк. П. Юла В. Єгупова Т. Шляхтурова С. Щербакова. Ю. Технологія вирощування тритикале озимого за органічного виробництва сільськогосподарської продукції. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2023. Vol. 2. (8). С. 89 – 98.
170. Савчук О. Мельничук А. Дребот О. Вплив системи удобрення на продуктивність тритикале озимого (*Triticosecale* Witt.) в умовах осушеного дерново-підзолистого ґрунту Полісся. *Зернові культури*. 2022. № 1. С. 116–123.
171. Сторожук Ю.В. Використання добрив нового покоління на посівах тритикале озимого. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. Vol. 31. Р. 220–229.
172. ФАОСТАТ: URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата звернення: 24. 06. 2025).
173. Хауторн Д. Тритикале – перша зернова культура, створена людиною. 1978. С. 16–18.
174. Швиденко М., Шувар А. Ефективність позакореневого підживлення тритикале озимого. Агротехнічні основи підвищення ефективності виробництва зерна тритикале в різних зонах України. *Матеріали науково-практичної конференції*. 2010. 16–17 червня. Р. 119–124.
175. Шевченко В. Н. Тритикале *Київ : ВГАУ*. 1997. С. 281.
176. Шулиндін А. Тритикале про селекцію зернових і кормових пшенично-житніх амфідиплоїдів «різної» геномної структури. *Вісник*

с-г. науки. 1971. № 11. С. 37–42

177. Юла В. Адаптивні технології вирощування зернових колосових культур і кукурудзи: рекомендації. Вінниця: ТОВ «Твори». 2020. С. 64.

ДОДАТКИ

Додаток А

«ПОГОДЖЕНО»

В. о. ректора Уманського національного
університету, доктор історичних наук,
професор

Владислава СОКИРСЬКА

« 22 » 07 2025



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ПП «Тернівське»

Микола КУЧЕР

« 22 » 07 2025



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи за темою «Оптимізація азотного живлення тритикале озимого в умовах Правобережного Лісостепу», виконаної в Уманському національному університеті, впроваджено в технологічному процесі підприємства.

1. **Вид запровадження** – застосування удосконаленої системи удобрення тритикале озимого.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – розроблену систему удобрення тритикале озимого впроваджено на площі 110 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено науково-обґрунтовану систему удобрення, яка включає внесення азотних добрив у дозі N_{60} за вирощування після гороху.
4. **Економічна ефективність** – 68,2 тис. грн/га у цінах 2025 р.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – запропонована система удобрення забезпечила стабільніший приріст урожаю зерна та ресурсоощадне застосування азотних добрив з високим економічним ефектом.

Аспірант кафедри
харчових технологій
Уманського національного
університету

Василь ОСТАПЧУК

Додаток Б

«ПОГОДЖЕНО»

В. о. ректора Уманського національного
університету, доктор історичних наук,
професор

Владлена СОКИРСЬКА

« 22 »



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ФГ «Віта+»

Микола КУЧЕР

« 22 »



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи за темою «Оптимізація азотного живлення тритикале озимого в умовах Правобережного Лісостепу», виконаної в Уманському національному університеті, впроваджено в технологічному процесі підприємства.

1. **Вид запровадження** – застосування удосконаленої системи удобрення тритикале озимого.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – розроблену систему удобрення тритикале озимого впроваджено на площі 100 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено науково-обґрунтовану систему удобрення, яка включає внесення азотних добрив у дозі №₉₀ за вирощування після сої.
4. **Економічна ефективність** – 60,2 тис. грн/га у цінах 2025 р.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – запропонована система удобрення забезпечила отримання більшої врожайності зерна тритикале озимого з високою економічною ефективністю.

Аспірант кафедри
харчових технологій
Уманського національного
університету

Василь ОСТАПЧУК

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях України

Остапчук В.В., Любич В.В. Урожайність тритикале озимого залежно від умов азотного живлення в Правобережному Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Ч. 2. С. 21–25.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2025. Вип. 106. Ч. 1. С. 10–18.

Любич В.В., **Остапчук В.В.**, Формування індивідуальної продуктивності рослин тритикале озимого за різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення карбамідом і сеникацією. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 145. Ч. 1. С. 210–217.

Остапчук В. В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Вип. 107. Ч. 1. С. 198–206.

Матеріали науково-практичних конференцій

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Технологічні властивості зерна тритикале озимого за різних доз азотних добрив. *XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (19 квітня 2024 р., с. Центральне). С. 105–106.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Формування продуктивності тритикале озимого залежно від удобрення. *V Міжнародна науково-практична конференція «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи*

розвитку» (28 березня 2024 р., Біла Церква). С. 175–177.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Ефективність застосування добрив під тритикале озиме. *Всеукраїнська наукова конференція молодих учених і науково педагогічних працівників*. (23 травня 2024 р., Умань). С.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Вміст білка тритикале озимого залежно від азотних добрив. *Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти та агротехнології»*, (21 лютого 2025 р., Умань). С. 115–116.

Любич В.В., **Остапчук В.В.** Урожайність тритикале озимого залежно від азотного живлення. *VI Міжнародна науково-практична конференція* (27 березня 2025 р., Біла Церква). С. 171–172.

Остапчук В.В., Любич В.В. Winter triticales yields for the use of nitrogen fertilizers. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету*. (24 квітня 2025 р., Умань). С. 87–88.