

УДК 633.11:631.5:633.854.78

Ю.В. Попов*, С.В. Авраменко

Вплив осіннього внесення різних доз та видів азотних добрив на урожайність пшениці озимої після попередника соняшник

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, Україна

*E-mail: yurii.ppp8@gmail.com

UDC 633.11:631.5:633.854.78

Yu.V. Popov*, S.V. Avramenko

Effect of Autumn Application of Different Doses and Types of Nitrogen Fertilizers on Post-Sunflower-Sown Winter Wheat Yield

Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

*E-mail: yurii.ppp8@gmail.com

Реферат: Нині попит на зернову продукцію стрімко зростає. Проте через різні обставини зменшуються площі оптимальних попередників озимих зернових культур, натомість зростають площі після таких попередників як соняшник. Через це не вдається підтримувати стабільну врожайність зерна. Одним з найбільш ефективних прийомів управління ростом і розвитком рослин та підвищення врожаю пшениці озимої є використання азотних добрив. Ряд досліджень свідчать про рівноцінність осіннього і весняного внесення азотних добрив на посівах пшениці. Проте питання внесення азотних добрив в осінній період вивчене не достатньо, особливо для східної частини Лісостепу України. Метою дослідження було визначення урожайності пшениці м'якої озимої після соняшника залежно від різних доз та видів азотних добрив при їх осінньому внесенні. Дизайн польового дослідження передбачав 13 варіантів з використанням трьох видів добрив (аміачна селітра, карбамід, сульфат амонію) в перерахунку на діючу речовину у дозах N_{30} , N_{60} , N_{90} , N_{120} після попередника соняшник. Осіннє внесення добрив на посівах пшениці забезпечувало істотні приростки врожайності. Найбільш ефективним було осіннє підживлення пшениці озимої аміачною селітрою та карбамідом у дозі N_{60} , а сульфатом амонію – у дозі N_{90} , де врожайність приростки до контролю становили відповідно 49, 46 та 46 %. За малої дози азоту (N_{30}) найбільші надбавки врожайності (31–34 %) одержано від внесення аміачної селітри та сульфату амонію, тоді як внесення карбаміду за цієї дози було менш ефективним. Застосування дози N_{120} не мало переваг порівняно з меншими дозами осіннього азотного підживлення незалежно від виду добрив.

Ключові слова: пшениця озима, азотні добрива, аміачна селітра, карбамід, сульфат амонію, осіннє внесення, урожайність, попередник соняшник.

Abstract: Currently, the demand for grain products is growing rapidly. However, due to different circumstances, the areas of optimal predecessors of winter cereals are decreasing, instead, the areas after such predecessors as sunflower grow. Because of this, farmers fail to harvest stable grain yields. Nitrogen fertilization is one of the most effective methods of managing the growth and development of winter wheat plants and increasing the crop yield. Several studies demonstrated the equivalence of autumn and spring application of nitrogen fertilizers on wheat. However, the issue of autumn nitrogen fertilization has not been sufficiently studied, especially for the eastern forest-steppe of Ukraine. Our purpose was to determine the yield of post-sunflower-sown winter bread wheat depending on different doses and types of nitrogen fertilizers applied in autumn. The design of the field experiments included 13 variants with three fertilizers (ammonium nitrate, urea, ammonium sulfate) applied at N_{30} , N_{60} , N_{90} , and N_{120} on primary nutrient basis after sunflower as a forecrop. Autumn fertilization of wheat crops significantly increased the yield. The application of ammonium nitrate and urea at N_{60} and ammonium sulfate at N_{90} was the most effective variant of autumn fertilization of winter wheat, as it yielded 49, 46, and 46% more, respectively, compared to the control. At a low dose of nitrogen (N_{30}), the largest gain in the yield (31–34%) was achieved with ammonium nitrate and ammonium sulfate, while urea at this dose was less effective. The application of N_{120} had no advantages compared to lower doses of autumn-applied nitrogen fertilizers, regardless of the fertilizer type.

Key words: winter wheat, nitrogen fertilizers, ammonium nitrate, urea, ammonium sulfate, autumn application, yield, sunflower forecrop.

Вступ

В умовах сучасної ринкової економіки попит на зернову продукцію стрімко зростає. Однак через різні обставини (економічні, соціальні та ін.) зменшуються площі оптимальних попередників озимих зернових культур. Водночас зростають площі після таких попередників як соняшник, в результаті чого не вдається одержувати стабільну врожайність зерна за роками вирощування.

Без добрив одержати достатньо великий врожай зерна високої якості неможливо. Застосування системи удобрення, яку розробили і рекомендували виробництву 15 – 20 років тому, нині не ефективне. Як правило, існуючі рекомендації із застосування добрив під пшеницю озиму спрямовані на отримання максимально високого урожаю без достатнього економічного обґрунтування. В умовах ринкової економіки параметри дози та виду добрив повинні визначатися необхідністю отримання від них найбільшого економічного ефекту [1–5].

Урожайність пшениці озимої значною мірою залежить від забезпечення рослин елементами мінерального живлення впродовж усього періоду вегетації [6–9]. На 1 т урожаю озима пшениця використовує 24–35 кг азоту, 10–15 кг фосфору, 20–26 кг калію, 5 кг кальцію, до 5 кг магнію, 4 кг сірки, 250 г заліза, 80 г марганцю, 55 г цинку, до 8 г міді та бору [7].

Найголовнішим елементом, який до певної міри визначає найбільші прирости урожайності і покращує біохімічні показники якості зерна, є азот, який в агрономічній практиці називають елементом росту [10]. Згідно з дослідженнями, сучасні сорти пшениці можуть давати високу врожайність зерна доброї якості лише на родючих ґрунтах і за внесення достатньої кількості добрив. Основною причиною низької якості зерна є дефіцит азоту в агроценозах пшениці, тому без достатнього його внесення одержати урожай високоякісного зерна здебільшого неможливо [8, 9].

Одним з найбільш ефективних прийомів управління ростом і розвитком рослин та підвищення врожаю пшениці озимої є весняне підживлення її посівів азотними добривами. Підживлення створює сприятливі умови для росту рослин, формування добре розвиненої надземної маси та забезпечує надбавку

Introduction

In the current market economy, the demand for grain products is growing rapidly. However, due to different circumstances (economic, social, etc.), the areas of optimal predecessors of winter cereals are decreasing. At the same time, the acreage after such predecessors as sunflower grows, as a result of which farmers cannot harvest stable yields of grain every year.

Without fertilizers, it is impossible to achieve sufficiently large yield of top-quality grain. Fertilization regimens, which were developed and recommended 15-20 years ago, are not effective today. Quite often, existing recommendations for fertilization of winter wheat are aimed at harvesting maximally possible yields without sufficient economic justification. In the market economy settings, doses and types of fertilizers should be grounded on the need to obtain the greatest economic effect from them [1–5].

Winter wheat yield largely depends on providing plants with mineral nutrients during the entire growing period [6–9]. For 1 ton of yield, winter wheat consumes 24–35 kg of nitrogen, 10–15 kg of phosphorus, 20–26 kg of potassium, 5 kg of calcium, up to 5 kg of magnesium, 4 kg of sulfur, 250 g of iron, 80 g of manganese, 55 g of zinc, and up to 8 g of copper and boron [7].

Nitrogen, which is called the growth element in agronomy, is the most important macronutrient, as it (to a certain extent) ensured the greatest gains in the yields and improves biochemical indicators of grain quality [10]. Researches reported that modern wheat cultivars could produce great yields of good-quality grain only on fertile soils, provided sufficient amounts of fertilizers. Nitrogen deficit in wheat agrocenoses is the main cause of low-quality of grain; therefore, without application of nitrogen at sufficient doses, it is hardly possible to harvest top-quality grain [8, 9].

Spring nitrogen fertilization is one of the most effective ways to manage the growth and development of winter wheat plants and to boost the crop yield. Fertilization creates favorable conditions for plant growth, good development of above-ground parts and ensures a gain in the grain yield of 0.3–0.9 t/ha and even more [8, 9].

врожайності зерна 0,3–0,9 т/га і більше [8, 9].

Збільшення вмісту азоту в рослинах підсилює інтенсивність фотосинтезу, уповільнює природне старіння листків, особливо верхніх, у тому числі і прапорцевого листка. На початку вегетації азотні добрива підвищують інтенсивність росту рослин, сприяють накопиченню азотних сполук у вегетативних органах [8,9].

Ряд дослідів свідчать про рівноцінність осіннього і весняного внесення азотних добрив на посівах пшениці [11]. За даними, отриманими на Ізмаїльській дослідній станції [11], підживлення пшениці краще проводити восени на початку кушіння, а не весною. Проте інші дані [12] свідчать, що внесення азотних добрив весною дає більш суттєвий ефект, ніж восени або при внесенні частини добрив восени, а решти весною. За даними Д. Харапяка [11] у вологих районах осіннє внесення азоту забезпечує врожайність на 15% меншу, ніж весняне, а в умовах сухої весни, навпаки, осіннє внесення азоту ефективніше, ніж весняне.

Ефективність удобрення озимих залежить також від типу ґрунту. На легких ґрунтах внесений пізно восени азот вимивається в зимовий період, тому проводити підживлення озимих культур осінню не рекомендується [13]. На важких ґрунтах в районах з обмеженою кількістю опадів в осінньо-зимовий період амонійні тверді, рідкі аміачні добрива і сечовину можна вносити восени [14].

Отже, питання внесення азотних добрив в осінній період вивчене не достатньо, особливо для східної частини Лісостепу України. Зокрема, відсутні дані про ефективність осіннього внесення азотних добрив на посівах озимої пшениці після соняшнику як попередника. Зважаючи на це, метою дослідження було визначення ефективності дії осіннього внесення різних доз та видів азотних добрив на посівах пшениці м'якої озимої після соняшнику.

Матеріали і методи

Роботу проводили в польовій зерно-паро-просапній сівозміні Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва у 2020–2022 рр. Об'єктом дослідження був сорт пшениці озимої Здобна. Сівбу проводили у II декаді жовтня. Досліди передбачали 13 варіантів осіннього підживлення трьома видами добрив після попередника соняшник: 1 – контроль (без добрив); 2 – аміачна селітра N₃₀; 3 – аміачна

An increase in the nitrogen content in plants intensifies photosynthesis and slows down the natural aging of leaves, especially the upper ones, including the flag leaf. At the beginning of the growing period, nitrogen fertilizers intensify plant growth, contributing to the accumulation of nitrogenous compounds in vegetative organs [8,9].

Several experiments demonstrated the equivalence of autumn and spring applications of nitrogen fertilizers on wheat [11]. According to the data obtained at Izmail Experimental Station [11], it is better to fertilize wheat in autumn at the tillering onset, but not in spring. However, other data [12] showed that spring application of nitrogen fertilizers was more efficient than autumn fertilization or when part of the fertilizers was applied in autumn and the rest - in spring. D. Kharapyak [11] reported that, in wet areas, autumn application of nitrogen resulted in a 15% reduction in the yield compared to spring fertilization, while under dry spring conditions, on the contrary, autumn application of nitrogen was more effective than spring fertilization.

The effectiveness of fertilization of winter crops also depends on the soil type. On light soils, nitrogen applied in late autumn is washed out during winter; therefore, it is not recommended to fertilize winter crops in autumn [13]. On heavy soils in areas with limited amounts of precipitation in autumn-winter, solid ammonium and liquid ammonia fertilizers as well as urea can be applied in autumn [14].

Hence, the issue of autumn nitrogen fertilization has not been sufficiently studied, especially for the eastern forest-steppe of Ukraine. In particular, there are no data on the effectiveness of autumn application of nitrogen fertilizers on winter wheat sown after sunflower as a forecrop. Considering this, we have set the purpose to determine the effectiveness of autumn application of different doses and types of nitrogen fertilizers on post-sunflower-sown winter bread wheat.

Materials and Methods

The study was carried out in the field cereal-fallow-intertilled crop rotation at the Yuriev Plant Production Institute in 2020–2022. Winter wheat cultivar 'Zdobna' was investigated. It was sown within the second 10 days of October. The experiments included 13 variants of autumn fertilization with three fertilizers after sunflower as a forecrop: 1 – control (no

селітра N₆₀; 4 – аміачна селітра N₉₀; 5 – аміачна селітра N₁₂₀; 6 – карбамід N₃₀; 7 – карбамід N₆₀; 8 – карбамід N₉₀; 9 – карбамід N₁₂₀; 10 – сульфат амонію N₃₀; 11 – сульфат амонію N₆₀; 12 – сульфат амонію N₉₀; 13 – сульфат амонію N₁₂₀.

Варіанти розміщували за багатофакторною схемою методом розщеплених ділянок. Площа облікової ділянки становила 25 м², повторність – 4-разова. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий потужний середньогумусний, в якому вміст гумусу (за Тюріним) становив близько 6%, ґрунтовий розчин мав слаболужну або нейтральну реакцію (рН – 5,8-7,0). Ґрунт добре насичений магнієм, кальцієм та іншими необхідними для рослин елементами живлення, валовий вміст азоту в межах 0,2-0,5 %, фосфору – 0,15-0,30 % та калію 2,0-2,5 %.

Після збирання соняшнику, згідно зі схемою дослідження, проводили дискування у два сліди БДТ-7. Передпосівний обробіток передбачав культивування КПС-4 на глибину 5–6 см. Оброблене комплексним протруйником Паскаль (Тіаметоксам, 250 г/л + тебуконазол, 30 г/л + азоксистробін, 20 г/л + флудиоксоніл, 50 г/л) – 1 л/т, насіння висівали сівалкою СН-16М за норми 4,5 млн схожих насінин на 1 га. Після сівби поле прикочували кільчасто-шпоровими котками. Навесні 2021 р. у фазі кушіння проти бур'янів посіви обприскували гербіцидом Агент (2,4-Д 2-етилгексилловий ефір, 452 г/л + флорасулам, 6,25 г/л) – 0,5 л/га + Мастак (клопіралід, 300 г/л) – 0,3 л/га. Для захисту посівів від хвороб і шкідників застосовували відповідно фунгіцид Дезарал Екстра (карбендазім, 250 г/л + флутриафол, 125 г/л) та інсектицид Антикolorад Макс (імідаклопрід, 300 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л). Через інтенсивні бойові дії на території проведення досліджень навесні 2022 р. засоби захисту рослин не застосовували, що призвело до суттєвого зниження врожайності пшениці озимої порівняно з 2021 р. Зниження врожайності у 2022 р. зумовлювалося насамперед наявністю піренофорозу у пізній фазі росту й розвитку рослин.

Урожай збирали прямим способом комбайном «Сампо-130». Під час проведення досліджень облік врожаю здійснювали шляхом обмолоту рослин у повній стиглості зерна. Урожайність з ділянки приводили до стандартної вологості, 100 % чистоти та розраховували у тонах на гектар [15, 16]. Статистичну обробку експериментальних даних досліджень проводили дисперсійним методом за

fertilizers); 2 – ammonium nitrate N₃₀; 3 – ammonium nitrate N₆₀; 4 – ammonium nitrate N₉₀; 5 – ammonium nitrate N₁₂₀; 6 – urea N₃₀; 7 – urea N₆₀; 8 – urea N₉₀; 9 – urea N₁₂₀; 10 – ammonium sulfate N₃₀; 11 – ammonium sulfate N₆₀; 12 – ammonium sulfate N₉₀; and 13 – ammonium sulfate N₁₂₀.

The variants were arranged by split-plot method according to a multiple-factor scheme. The record plot area was 25 m², in 4 replications. The soil of the experimental site is a typical heavy medium-humus chernozem, in which the humus content (determined by Tyurin's method) was about 6%. The soil solution had a slightly alkaline or neutral reaction (pH - 5.8-7.0). The soil is well saturated with magnesium, calcium and other nutrients necessary for plants. The gross content of nitrogen was 0.2-0.5%; the gross content of phosphorus was 0.15-0.30%; and gross content of potassium was 2.0-2.5%.

After harvesting the sunflower, according to the experiment design, two-track disking was carried out with a BDT-7 disk harrow. Pre-sowing treatment involved tilling to a depth of 5–6 cm with a KPS-4 cultivator.

The seeds treated with Pascal fungicide (1 L/t) were sown with a SN-16M planter at a seeding rate of 4.5 million germinable seeds per 1 ha. After sowing, the field was rolled with crosskill rollers. In the spring of 2021, the field was sprayed with Agent herbicide 0.5 L/ha (2,4-D 2-ethylhexyl ether, 452 g/L + florasulam, 6.25 g/L) + Mastak 0.3 L/ha (clopyralid, 300 g/L) against weeds in the tillering phase. To protect the field against diseases and pests, Desaral Extra fungicide (carbendazim, 250 g/L + flutriafol, 125 g/L) and Anticolorad Max insecticide (imidacloprid, 300 g/L + lambda-cyhalothrin, 100 g/L) were used, respectively. Due to intense hostilities in the research location in the spring of 2022, plant protection was impossible, leading to a significant decline in the winter wheat yield compared to 2021. The decline in the 2022 yield was caused primarily by tan spot in the late phases of plant growth and development.

The grain was harvested by straight-cutting with a Sampo-130 combine harvester. The yield was measured by threshing plants when caryopses were completely ripe. The yield per plot was adjusted to standard moisture, 100% purity and was calculated in tons per hectare [15, 16]. The experimental data were statistically processed by ANOVA in Microsoft Office Excel 2007 and Statistica-6 [15, 17, 18].

The agrometeorological conditions varied

допомогою пакету комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2007, «Statistica-6» [15, 17, 18].

Агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень різнилися. Осінь 2020 р. видалася теплою і посушливою. Так, у серпні опадів випало на 40 мм менше від норми, а дощі пройшли лише в II декаді жовтня (30,4 мм). Температура повітря у вересні (+4,3 °C) і жовтні (+5,2 °C) була вищою за багаторічні показники. Осіння вегетація рослин озимих припинилася у I декаді листопада. У 2021 р. її відновлення відбулося у I декаді квітня. Весна і літо були помірно теплими, на рівні багаторічних показників. Травень та червень були вологими, а липень та серпень аномально посушливими. Осінній період 2021 р. загалом був менш вологим порівняно з багаторічними даними, а температурний режим – на рівні багаторічних показників. Припинилася осіння вегетація рослин у I декаді листопада. Перезимівля посівів відбувалася за сприятливих гідротермічних умов.

in the study years. The autumn of 2020 turned out to be warm and dry. In August, there was 40 mm less of precipitation than the long-term average and it rained only during the second 10 days of October (30.4 mm). The air temperature in September (+4.3°C) and October (+5.2°C) was higher than the long-term average values. The autumn vegetation of winter crops stopped within the first 10 days of November. In 2021, the plant vegetation restored within the first 10 days of April. The spring and summer were moderately warm, at the level of the long-term average values. May and June were wet; July and August were abnormally dry. The autumn of 2021 was generally less wet compared to the long-term average and the temperature profile was similar to long-term average data. The autumn vegetation of plants stopped within the first 10 days of November. The plants overwintered under favorable hydrothermal conditions.

Урожайність пшениці озимої після соняшника залежно від виду і дози добрив та року вирощування, т/га, 2021–2022 рр.

Post-sunflower sown winter wheat yield, depending on the type and dose of fertilizers and cultivation year, t/ha, 2021–2022

Добриво (A) [Fertilizer (A)]	Доза (B) [Dose (B)]	Урожайність (C) [Yield (C)]		
		2021	2022	Середня [Mean]
без добрив [No fertilizers]	Контроль [Control]	4,97	1,92	3,45
Аміачна селітра [Ammonium nitrate]	N ₃₀	6,50	2,73	4,62
	N ₆₀	6,71	3,58	5,14
	N ₉₀	6,56	3,23	4,89
	N ₁₂₀	6,91	3,05	4,98
	Середня [Mean]	6,67	3,15	4,91
Карбамід [Urea]	N ₃₀	4,97	2,93	3,95
	N ₆₀	6,67	3,40	5,03
	N ₉₀	6,60	3,12	4,86
	N ₁₂₀	6,78	3,33	5,06
	Середня [Mean]	6,26	3,20	4,73
Сульфат амонію [Ammonium sulfate]	N ₃₀	5,82	3,18	4,50
	N ₆₀	6,70	2,72	4,71
	N ₉₀	6,50	3,56	5,03
	N ₁₂₀	6,48	3,44	4,96
	Середня [Mean]	6,37	3,23	4,80
Середня [Mean]	N ₃₀	5,76	2,95	4,36
	N ₆₀	6,69	3,23	4,96
	N ₉₀	6,55	3,30	4,93
	N ₁₂₀	6,72	3,27	5,00
	Середня [Mean]	6,43	3,19	4,81
HP _{0,05} [LSD _{0,05}]	A – 0,11; B – 0,11; C – 0,13; AB – 0,23; AC – 0,23; BC – 0,26; ABC – 0,48			

Відновлення вегетації рослин почалося у I декаді квітня. Весна і літо були теплі, на рівні багаторічних показників та дуже вологі. У середньому за 2 роки сходи з'явилися на 8–9-й день. Оскільки гідротермічні умови протягом вегетаційного періоду пшениці озимої за роками були різними, це дало змогу всебічно оцінити досліджувані варіанти технології вирощування досліджуваної культури.

Результати та обговорення

Прикореневе внесення азоту у фазі 3 листків – початку кушіння забезпечило істотне підвищення урожайності (таблиця).

Як свідчать отримані дані, збільшення дози азоту не завжди призводило до підвищення врожайності порівняно із меншими дозами. Так, в середньому за роки досліджень, за осіннього внесення аміачної селітри найбільшу врожайність пшениці озимої було одержано за використання дози N_{60} – 5,14 т/га, при цьому прибавка врожайності порівняно з контролем (без добрив) становила 49 %. Ефективним також було внесення аміачної селітри в дозі N_{30} , за якої врожайність пшениці становила в середньому 4,62 т/га, що відповідно на 34% більше порівняно з контролем. Натомість збільшення дози удобрення до N_{90} та N_{120} було неефективним, оскільки прибавки врожайності за цих варіантів були на 4–7 % меншими порівняно з дозою N_{60} (таблиця).

За осіннього внесення карбаміду найбільшу врожайність пшениці озимої було одержано за дози N_{60} – 5,03 т/га, при цьому прибавка врожайності порівняно з контролем (без добрив) становила 46 %. Майже таку ж врожайність було одержано і за максимальної дози карбаміду – N_{120} , але внесення такої дози було економічно недоцільним. Внесення карбаміду у дозі N_{30} також було ефективним, хоча прибавка врожайності у цьому варіанті була найменшою у досліді: за середньої врожайності 3,95 т/га вона становила 15 % до контролю (таблиця).

На відміну від аміачної селітри та карбаміду, за осіннього внесення на посіви пшениці озимої сульфату амонію найбільшу врожайність одержано за дози N_{90} – у середньому 4,93 т/га, при цьому прибавка врожайності порівняно з контролем (без

The plant vegetation restored within the first 10 days of April. The spring and summer were warm, with temperatures similar to the long-term average values, and very humid. On average in the 2 years, seedlings emerged on day 8-9 after sowing. Since the hydrothermal conditions during the of winter wheat growing period differed from year to year, we were able to comprehensively evaluate the tested variants of the crop technology cultivation.

Results and Discussion

Root application of nitrogen during the "phase of 3 leaves - tillering onset" period significantly increased the yield (Table).

As evidenced by the obtained data, an increase in the nitrogen dose was not always associated with an increase in the yield compared to lower doses. Thus, on average across the study years in the ammonium nitrate experiments, the highest yield of winter wheat grain was harvested after the autumn application of ammonium nitrate at N_{60} : 5.14 t/ha or 49% more compared to the control (without fertilizers). The application of ammonium nitrate at N_{30} was also effective: the mean yield of wheat was 4.62 t/ha or 34% more compared to the control. On the other hand, increasing the fertilizer dose to N_{90} and N_{120} was ineffective, as the yield was increased, but not so greatly (4–7% less) as with N_{60} (Table).

In the urea experiments, the highest yield of winter wheat grain was harvested after the autumn application of urea at N_{60} : 5.03 t/ha or 46% more compared to the control (without fertilizers). Almost the same yield was harvested with the maximum dose of urea (N_{120}), but this dose was economically impractical. The application of urea at N_{30} was also effective, although the gain in the yield in this variant was the smallest one: with the mean yield of 3.95 t/ha, wheat yielded 15% more in this experiment compared to the control (Table).

In contrast to ammonium nitrate and urea, the highest yield of winter wheat grain was harvested after the autumn application of ammonium sulfate at N_{90} : the mean yield was

добрив) становила 46 %. Збільшення дози удобрення до N_{120} не призводило до подальшого зростання урожайності. Ефективним було внесення сульфату амонію в дозах N_{30} та N_{60} , де прибавки врожайності пшениці становили відповідно 31 % та 37 % порівняно з контролем (таблиця).

Отже, осіннє удобрення пшениці озимої після попередника соняшник в роки проведення досліджень забезпечувало істотні прибавки врожайності, величини яких слабо залежали від виду добрив та дози їх внесення. Найбільші прибавки врожайності було одержано від застосування аміачної селітри – у середньому 43 %, а найменші – за внесення карбаміду – відповідно 37 % порівняно з контролем (таблиця).

Висновки

Результатами проведених у 2020–2022 рр. досліджень встановлено, що найбільш ефективним було осіннє удобрення пшениці озимої аміачною селітрою та карбамідом у дозі N_{60} , а сульфатом амонію – у дозі N_{90} . При цьому врожайність становила у середньому відповідно 5,14, 5,03 та 5,03 т/га, а прибавки до контролю – відповідно 1,70, 1,59 та 1,59 т/га. За малої дози азоту (N_{30}) найбільші надбавки врожайності (1,06–1,17 т/га, або 31–34 %) одержано від внесення аміачної селітри та сульфату амонію, тоді як внесення карбаміду за цієї дози було менш ефективним. Застосування дози N_{120} не мало переваг порівняно з меншими дозами осіннього азотного підживлення незалежно від виду добрив.

4.93 t/ha or 46% more compared to the control (without fertilizers). Increasing the dose of this fertilizer to N_{120} did not lead to a significant increase in the yield. The application of ammonium sulfate at N_{30} and N_{60} was effective, as wheat in these experiments yielded 31% and 37% more, respectively, compared to the control (Table).

Therefore, autumn fertilization of winter wheat sown after sunflower as a forecrop in the study years significantly increased the yield. The gain in the yield slightly depended on the types and doses of fertilizers. The greatest gain in the yield was achieved with ammonium nitrate (on average plus 43% to the control), while the smallest gain was recorded for urea (plus 37%) (Table).

Conclusions

The results of the study conducted in 2020–2022 demonstrated that the autumn fertilization of winter wheat with ammonium nitrate and urea at N_{60} and ammonium sulfate at N_{90} was the most effective application of these fertilizers on winter wheat. The mean yield was 5.14, 5.03, and 5.03 t/ha, respectively, and the increase to the control amounted to 1.70, 1.59, and 1.59 t/ha, respectively. At the low dose of nitrogen (N_{30}), the largest gain in the yield (1.06–1.17 t/ha, or 31–34%) was recorded in the ammonium nitrate and ammonium sulfate experiments, while the application of urea at this dose was less effective. The application of N_{120} had no advantages compared to lower doses of autumn-applied nitrogen fertilizers, regardless of the fertilizer types.

References

1. Cherenkov A. V., Zheliazkov O. I., Kostyria I. V. Peculiarities of growth and development of winter wheat plants depending on predecessors, sowing time and seeding rates in the Prysyvashshia. *Biul. In-tu Zern. Hospodarstva*. 2008; 33/34: 11–14. [in Ukrainian]
2. Popov S. I., Avramenko S. V. Winter wheat grain yield and quality depending on the technology of growing after silage corn. *Biul. In-tu Zern. Hospodarstva*. 2008; 35: 39–44. [in Ukrainian]
3. Nesterets V. H., Kuleshov O. O., Hasanova I. I. Effects of weather conditions, predecessors and mineral fertilizers on the grain yield and quality of different winter wheat cultivars. *Khraneniye i Pererabotka Zerna*. 2007; 8 (98): 24–28. [in Ukrainian]

4. Kuleshov O. O. Grain yield and quality of winter wheat cultivars depending on predecessors and sowing time in the southeastern steppe. *Biul. In-tu Zern. Hospodarstva*. 2008; 33/34: 92–95. [in Ukrainian]
5. Chumak V.S., Yevtushenko V.V., Tsiliuryk O.I. Effects of weather conditions, predecessors and fertilizers on the productivity of winter wheat. *Biul. In-tu Zern. Hospodarstva*. 2002; 18/19: 78–81. [in Ukrainian]
6. Masclaux-Daubresse G., Daniel-Vedele F., Dechorgnat J. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of Botany*. 2010; 105: 1141–1157.
7. Ovcharuk O.V., Ovcharuk V.I., Ovcharuk O.V., Khomina V.Ya., Mostipan M.I., Kulyk H.A. *Methods of analysis in agronomy and agroecology: study guide*. Kamianets-Podilskyi; 2019. 361 p. [in Ukrainian]
8. Barabolia O.V., Barat Yu.M., Kulyk M.I., Onopriienko O.V. Winter wheat yield depending on fertilization regimens and weather conditions during the growing period. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*. 2018; 2: 3–9. [in Ukrainian]
9. Popov S.I., Avramenko S.V., Shevchenko T.V. Effectiveness of root nitrogen fertilization of winter wheat under dry autumn conditions in the eastern forest-steppe of Ukraine. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*. 2019; 5(794): 22–30. [in Ukrainian]
10. Ovcharuk O.V., Ovcharuk O.V., Fedoruk I.V. Peculiarities of nitrogen fertilization of winter wheat. *The current state of science in agriculture and nature management: theory and practice*. 2019: 163–165. [in Ukrainian]
11. Netis I.T. Effects of periods and doses of fertilization of winter wheat on grain yield and quality. *Zroshuvalne Zemlerobstvo*. 2010; 53: 63–67. [in Ukrainian]
12. Vaughan B., Westfall D., Barbarick K. Nitrogen rate and timing effects on winter wheat grain yield, grain protein, and economics. *J. Product. Agr.* 1990; 3: 324–328.
13. Muler S., Moritz D. Einflub einer Stickstoffdungung im Spatherst auf die Dynamik des anorganischen Stickstoffs im Winter sowie die Kornertrage von Wintergetreide. *Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenk.* 1983; 11: 707–714. [in German]
14. Vard R. Major methods of fertilization. *Zerno*. 2009; 8: 80–84. [in Russian]
15. Dospikhov B.A. *Methods of field experimentation*. Moscow: Kolos; 1979. 376 p. [in Russian]
16. Yeshchenko V. O., Kopytko P. H., Opryshko V. P., Kostohryz P. V. *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Kyiv; 2005. 288 p. [in Ukrainian]

Received 23.05.2024