

## УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ ТА ДОЗ ОСІНЬОГО ТА РАНЬОВЕСНЯНОГО АЗОТНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ПІСЛЯ ПОПЕРЕДНИКА СОНЯШНИК

Ю. В. Попов, С. В. Авраменко

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, пр. Героїв Харкова, 142, м. Харків, 61060, Україна

**Актуальність.** В умовах стрімких кліматичних та економічних змін традиційна технологія вирощування м'якої пшениці потребує оптимізації, саме тому терміни та дози азотних добрив при підживленні мають першочергове та ключове значення. **Мета досліджень.** Визначити урожайність та показники якості зерна пшениці м'якої озимої залежно від строку та доз довесняного підживлення після попередника соняшник. **Матеріали та методи.** Дослідження проводили в польовій зерно-паро-просапній сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН у 2020–2022 рр. та у 2023/2024 рр. Досліди передбачали п'ять варіантів осіннього та ранньовесняного підживлення пшениці м'якої озимої сорту Здобна аміачною селітрою у дозах  $N_{30}$ ;  $N_{60}$ ;  $N_{90}$ ;  $N_{120}$  після попередника соняшник: 1 – контроль (без добрив); 2 – при посіві; 3 – фаза проростків; 4 – фаза 2–3 листків; 5 – по мерзлоталому ґрунту. **Результати.** В середньому за три роки максимальна урожайність отримана при дозі  $N_{120}$  – 4,56 т/га за підживлення по мерзлоталому ґрунту. Вміст білка, клейковини та скловидність зростали зі збільшенням дози азоту при підживленні набуваючи свого максимуму при  $N_{120}$  у строк 2–3 листків пшениці і становили 12,7%; 22% та 69% відповідно. Індекс деформації клейковини навпаки – зменшувався при збільшенні дози азоту при підживленні, найбільше значення ІДК становило 48 од. пр. за дози азоту  $N_{30}$  у фазі 2–3 листків пшениці. На натуру зерна строк і доза азоту при підживленні не мали істотного впливу, – її показник коливався в межах 808–822 г/л. **Висновки.** Встановлено, що на урожайність пшениці м'якої озимої найбільший вплив має доза підживлення, а не строк внесення азотних добрив. Щодо показників якості зерна, то їх чіткої залежності від дози та строку азотного підживлення не спостерігали. Строк та доза внесення азоту мали різний вплив на показники якості зерна пшениці: зі збільшенням дози азоту вміст білка, скловидність та вміст клейковини зростали, а ІДК зменшувався. Натура зерна не залежала від строку та дози при підживленні.

**Ключові слова:** азотні добрива, осіннє підживлення, пшениця озима, урожайність, попередник соняшник, аміачна селітра, фенологічна фаза, вміст білку, вміст клейковини, ІДК, натура зерна, скловидність

**Вступ.** Пшениця (*Triticum aestivum* L.) належить до найдавніших культур, яка у світовому масштабі має найбільше продовольче значення і за посівними площами займає перше місце серед сільськогосподарських культур.

Основне призначення пшениці – забезпечення населення хлібом. Сприятливий хімічний склад зерна підвищує цінність пшеничного хліба. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні пшениці м'якої, залежно від сорту та умов вирощування, становить від 9 % до 24 %. У зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі від 62 до 74 % крохмалю, вітаміни В1, В2, РР, Е та провітаміни А, D, до 2 % зольних мінеральних речовин [1]. Білки пшениці є повноцінними за аміно-

кислотним складом, містять усі незамінні амінокислоти. Відтак, вирощування високобілкової пшениці є важливим завданням.

Без добрив одержати достатньо великий врожай зерна високої якості неможливо. Застосування системи добрив, яку розробляли і рекомендували виробництву 15–20 років тому на сьогодні вже не відповідає сучасним вимогам. Як правило, існуючі рекомендації по застосуванню добрив під пшеницю озиму спрямовані на отримання максимально високого урожаю без достатнього економічного обґрунтування. В умовах ринкової економіки параметри дози та види добрив повинні визначатися необхідністю отримання від них найбільшого економічного ефекту [2–6].

### Інформація про авторів:

Попов Юрій Володимирович, аспірант, e-mail: yurii.ppp8@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-1460-269X>

Авраменко Сергій Володимирович, доктор с/г наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник, e-mail: avsergiy1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4737-8441>

Урожайність пшениці озимої та її якість значною мірою залежать від дотримання певних правил в технології вирощування культури. Оскільки вегетаційний період в озимих значно довший, ніж у ярих культур, виникає необхідність приділяти значно більше уваги виконанню належних технологічних операцій у різні періоди росту й розвитку рослин. Найбільш тривалою (за часом) фенологічною фазою у пшениці озимої є фаза кушіння. У цій фазі рослини входять в зиму й виходять з неї, перебуваючи в стані кушіння в середньому від трьох до шести місяців залежно від багатьох факторів вирощування [7–9].

Найголовнішим елементом, який до певної міри визначає найбільші прибавки 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 [11, 12].

Сучасні стратегії управління азотом для озимої пшениці в посушливих районах засновані на дослідженнях, які показують, що всі добрива можна вносити під озиму пшеницю восени, коли річна кількість опадів не перевищує 480 мм. І навпаки, рекомендується ділити норму азоту на осіннє та весняне підживлення в районах, де випадає більше 650 мм опадів [13].

За багатьма дослідженнями, пшениця значно краще реагувала на осіннє підживлення азотними добривами. Найбільшої урожайності вдалося досягти при  $N_{120}$ , а при підвищенні дози азоту при осінньому підживленні до  $N_{180}$  не тільки не спостерігалось збільшення врожайності, а навпаки – врожайність значно знизилася. Це означає, що при збільшенні кількості азоту вище за оптимальний рівень, ефективність використання цього елемента живлення знижується, що призводить до збільшення його втрат у довіллі. Це типова реакція, підтверджена у дослідженнях з пшеницею [14].

Багаторічними дослідженнями різних установ доведено, що якість зерна польових культур залежить насамперед від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей сорту та технології вирощування. Для пшениці м'якої найважливішими показниками якості є вміст білка, а також вміст та якість клейковини у зерні [15].

На якість зерна пшениці впливають генетичні, екологічні чинники та взаємодія між ними [16–18]. Азотні добрива, що застосовуються при вирощуванні, також впливають на якість отриманого зерна, що насамперед стосується вмісту та складу білкових речовин. З підвищенням дози азоту вміст білка, у тому числі його глютенної фракції, збільшується [19].

Встановлено, що збільшення азоту при підживленні не завжди впливає на підвищення рівня клейковинних білків, де генетичний фактор має вирішальне значення [20].

Важливим показником якості зерна пшениці озимої є натура. Вона залежить від багатьох факторів: сорту, кліматичних умов, родючості ґрунту. За даними В.П. Муригіна, показник натури зерна зростає: на 5 г/л при застосуванні дози азоту 30 кг/га д.р. та на 8 г/л – при дозі 60 кг/га д.р. порівняно із контрольним варіантом [21].

На даному етапі досліджень інформації про взаємозв'язок урожайності та показників якості пшениці озимої залежно від фази та дози осіннього азотного підживлення недостатньо, тому це питання потребує подальшого вивчення.

**Метою дослідження** було визначення урожайності та показників якості зерна пшениці м'якої озимої залежно від фази та доз осіннього та ранньовесняного підживлення після попередника соняшник.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили в польовій зерно-паро-просапній сівозміні Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН у 2020–2022 рр. та у 2023/2024 в. р. Об'єкт дослідження – сорт пшениці озимої Здобна. Сіяли пшеницю після попередника соняшник у другій–третьій декадах жовтня. Досліди передбачали п'ять варіантів доведення підживлення аміачною селітрою у дозах  $N_{30}$ ;  $N_{60}$ ;  $N_{90}$ ;  $N_{120}$  після попередника соняшник: 1 – контроль (без добрив); 2 – при посіві; 3 – фаза проростків; 4 – фаза 2–3 лист-

ків; 5 – по мерзлоталому ґрунту. Загальна кількість варіантів – 17.

Варіанти розміщували методом розщеплених ділянок за багатofакторною схемою. Площа облікової ділянки 25 м<sup>2</sup>, 4-разова повторність. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий потужний середньогумусний. Після збирання попередників проводили дискування агрегатом БДТ-7 у два сліди. Перед сівбою проводили культивуацію за допомогою КПС-4 на глибину 5–6 см. Насіння протруювали препаратом Паскаль (1 л/т), висівали сівалкою СН-16М з нормою 4,5 млн схожих насінин на 1 гектар. Після сівби поле прикочували кільчасто-шпоровими котками. Схема захисту у 2021 та 2024 рр. передбачала обприскування посівів пшениці озимої у фазу кушіння 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 застосовували фунгіцид Дезарал Екстра (карбендазим, 250 г/л + флутриафол, 125 г/л), від шкідників – інсектицид Антиколорад Макс (імідаклоп-рид, 300 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л). Внаслідок інтенсивних бойових дій у зоні 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. обумовлювалося насамперед наявністю піренофорозу у пізній фазі росту й розвитку рослин [22]. Урожай збирали прямим способом комбайном «Сампо-130». Під час проведення досліджень використовували загальноприйняті методики і рекомендації [23].

Погодні умови у роки проведення досліджень різнилися. Осінь 2020 р. була теплою і посушливою. Так, у серпні опадів випало на 40 мм менше норми, а дощі пройшли лише в II-й декаді жовтня (30,4 мм). Середньодобова температура повітря у вересні і жовтні була вищою за багаторічні показники відповідно на 4,3 °С та 5,2 °С. Осіння вегетація рослин озимих припинилася у першій декаді листопада. У 2021 р. її відновлення відбулося у першій 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. був

менш вологим у порівнянні з багаторічними даними, температурний режим – на рівні багаторічних показників. Припинилася осіння вегетація рослин у першій декаді листопада. Перезимівля посівів відбувалася за сприятливих гідротермічних умов. Відновлення їхньої вегетації розпочалося у першій декаді квітня. Весна і літо були теплі, на рівні багаторічних показників та дуже вологі [22]. Осінь 2023 р. загалом була тепла та волога, недостатня кількість опадів у вересні (66 % від норми) компенсувалася вологими жовтнем та листопадом (289 % та 141 % відповідно). Осіння вегетація припинилася у другій декаді листопада. Відновлення вегетації навесні 2024 р. було аномально раннім, у другій декаді березня. Березень та квітень були посушливими та теплими, а у травні стався приморозок до -5 °С на поверхні ґрунту, це спричинило значні пошкодження рослин пшениці озимої у фазі виходу в трубку. Літо було сухим та спекотним, що також негативно вплинуло на формування врожайності. У середньому за 3 роки сходи з'являлися на 8–9-й день [24]. Отже, умови при вирощуванні пшениці озимої за роки досліджень дуже відрізнялися, що дозволило отримати об'єктивні результати та оцінити їх.

**Результати та обговорення.** Дослідами було встановлено, що пшениця озима по різному реагувала на азотне підживлення аміачною селітрою у різні фенологічні фази після попередника соняшник. Так, із збільшенням дози азоту спостерігалася підвищення врожайності, незалежно від фенологічної фази на час підживлення. Протягом років дослідження у 2021, 2022 та 2024 рр. найбільшу врожайність отримали при підживленні у дозі N<sub>120</sub> – в середньому 6,98 т/га (по мерзлоталому ґрунту), 3,17 т/га (фаза проростків), 3,79 т/га (під час сівби) відповідно до років. В середньому за три роки максимальна врожайність була отримана при підживленні по мерзлоталому ґрунту – 4,56 т/га з прибавкою до контролю 61%.

Встановлено, що при вирощуванні пшениці озимої після соняшника врожайність залежала більше від дози азотного підживлення, ніж від строку внесення. Так, на фоні підживлень незалежно від дози аміачної селітри істотної різниці між різними строками внесення азоту в середньому по роках не

було, лише при підживленні дозами N<sub>30</sub> і N<sub>60</sub> найбільшу урожайність у порівнянні з іншими строками, одержано за внесення азоту у фазу 2–3 листків – відповідно 3,63 т/га і 4,12 т/га з надбавкою до контролю 28 та 46 %

відповідно. В середньому по всіх дозах підживлення, різниця між строками внесення була не істотною, прибавки до контролю становили 43–47 % (табл. 1).

Встановлено вплив підживлення аміач-

**Таблиця 1. Урожайність пшениці озимої залежно від строків та доз довесняного азотного підживлення після попередника соняшник, т/га; 2021, 2022 та 2024 рр.**

Доза (А)	Строк внесення/ фенологічна фаза (В)	Рік (С)				Прибавка до контролю	
		2021	2022	2024	середня	т/га	%
Контроль	без добрив	4,16	1,92	2,42	2,83	–	–
N <sub>30</sub>	під час сівби	5,16	2,11	3,11	3,46	0,63	22
	проростки	5,14	2,40	3,06	3,53	0,70	25
	2-3 листки	5,07	2,72	3,09	3,63	0,80	28
	по мерзлоталому грунту	5,15	2,47	2,91	3,51	0,68	24
	середнє	5,13	2,43	3,04	3,53	0,70	25
N <sub>60</sub>	під час сівби	5,76	2,59	3,44	3,93	1,10	39
	проростки	5,99	2,61	3,33	3,98	1,15	41
	2-3 листки	5,78	3,16	3,41	4,12	1,29	46
	по мерзлоталому грунту	5,92	2,82	3,24	3,99	1,16	41
	середнє	5,86	2,80	3,36	4,01	1,18	42
N <sub>90</sub>	під час сівби	6,13	3,04	3,64	4,27	1,44	51
	проростки	6,48	3,01	3,68	4,39	1,56	55
	2-3 листки	6,58	3,12	3,55	4,42	1,59	56
	по мерзлоталому грунту	6,50	3,06	3,36	4,31	1,48	52
	середнє	6,42	3,06	3,56	4,35	1,52	54
N <sub>120</sub>	під час сівби	6,76	3,05	3,79	4,53	1,70	60
	проростки	6,67	3,17	3,65	4,50	1,67	59
	2-3 листка	6,89	3,12	3,57	4,52	1,69	60
	2-3 листки	6,98	3,13	3,57	4,56	1,73	61
	по мерзлоталому грунту	6,82	3,12	3,65	4,53	1,70	60
Середнє	під час сівби	5,95	2,70	3,49	4,05	1,22	43
	проростки	6,07	2,80	3,43	4,10	1,27	45
	2-3 листка	6,08	3,03	3,40	4,17	1,34	47
	по мерзлоталому грунту	6,14	2,87	3,27	4,09	1,26	45
	середнє	6,06	2,85	3,40	4,10	1,27	45
HP <sub>0,5</sub>	А – 0,21; В – 0,12; С – 0,24; АВ – 0,36; ВС – 0,39; АС – 0,44; АВС – 0,75						

ною селітрою у фенологічні фази з різними дозами азоту на показники якості зерна. Так, вміст білка істотно підвищувався за підживлення посівів азотним добривом дозами N<sub>90</sub> та N<sub>120</sub> і становив у середньому 11,4 % та 12,2 % відповідно. Істотної різниці по дозах між осінніми варіантами підживлення у фа-

зи: під час сівби, фаза проростків та у 2–3 листки пшениці встановлено не було, вміст білка становив 11,2 %; 11,6 % і 11,5 % відповідно, за підживлення по мерзлоталому ґрунту вміст білка був менший, ніж при підживленні у інші фенологічні фази розвитку пшениці озимої – 11,0 %. Скловидність істотноз-

ростала зі збільшенням дози азоту, починаючи з N<sub>30</sub> та набула свого максимуму при підживленні дозою N<sub>120</sub> у фазі проростків та у 2–3 листки – 69 %. В середньому по дозах найбільші значення скловидності були отримані при підживленні у фазі проростків та 2–3 листків культури – 55 % і 54 % відповідно. На показники натури зерна фактори дози та строку внесення взагалі не мали істотного впливу. Вміст клейковини збільшувався у порівнянні до контролю з підвищенням дози азоту. Максимальний вміст клейковини отримано за підживлення N<sub>120</sub> у фазу проростків та 2–3 листків – 22 %, але в середньому істотної різниці між різними фазами дозвезняного підживлення не було, вміст клейковини знаходився в межах 18,5 – 19,2 %. Показник індекс деформації клейковини зменшувався при підвищенні дози азоту, максимум було отримано при підживленні у фазу 2–3 листки з дозою N<sub>30</sub> – 48 од. пр., в середньому по дозі виділявся строк підживлення у фазу 2–3 листків, де показник ІДК становив 44 од. пр. (табл. 2).

мано за підживлення N<sub>120</sub> у фазу проростків та 2–3 листків – 22 %, але в середньому істотної різниці між різними фазами дозвезняного підживлення не було, вміст клейковини знаходився в межах 18,5 – 19,2 %. Показник індекс деформації клейковини зменшувався при підвищенні дози азоту, максимум було отримано при підживленні у фазу 2–3 листки з дозою N<sub>30</sub> – 48 од. пр., в середньому по дозі виділявся строк підживлення у фазу 2–3 листків, де показник ІДК становив 44 од. пр. (табл. 2).

**Таблиця 2. Показники якості зерна пшениці озимої залежно від строків та доз дозвезняного азотного підживлення після попередника соняшник, середнє за 2021, 2022 та 2024 рр.**

Доза азоту (А)	Строк внесення/ фенологічна фаза (В)	Вміст білка %	Скловидність, %	Натура, г/л	Вміст клейковини, %	ІДК, од. пр.
контроль		10,5	46	814	15,8	40
N <sub>30</sub>	під час сівби	10,9	44	816	17,6	40
	проростки	10,7	35	808	16,6	45
	2-3 листки	10,8	43	826	17,2	48
	по мерзлоталому ґрунту	10,8	52	814	19,0	45
	середнє	10,8	43	816	17,6	44
N <sub>60</sub>	під час сівби	10,8	43	814	17,8	40
	проростки	11,4	60	820	19,2	38
	2-3 листки	11,0	44	818	17,8	40
	по мерзлоталому ґрунту	10,4	41	820	16,8	43
	середнє	10,9	47	818	17,9	40
N <sub>90</sub>	під час сівби	11,6	61	810	19,2	35
	проростки	11,8	57	822	19,1	40
	2-3 листки	11,6	62	816	19,6	43
	по мерзлоталому ґрунту	10,8	52	816	18,2	33
	середнє	11,4	58	816	19,0	38
N <sub>120</sub>	під час сівби	11,5	56	806	19,2	38
	проростки	12,5	69	808	22,0	43
	2-3 листки	12,7	69	816	22,0	45
	по мерзлоталому ґрунту	12,0	65	815	21,8	40
	середнє	12,2	65	811	21,3	41
Середня	під час сівби	11,2	51	812	18,5	38
	проростки	11,6	55	815	19,2	41
	2-3 листки	11,5	54	819	19,1	44
	по мерзлоталому ґрунту	11,0	52	816	19,0	40
	середнє	11,2	53	815	18,9	41
НІР <sub>0,5</sub>		А – 0,10; В – 0,07; АВ – 0,22	А – 1,9; В – 0,8; АВ – 0,25	А – 32; В – 26; АВ – 68	А – 0,16; В – 0,11; АВ – 0,30	А – 1,6; В – 0,7; АВ – 0,21

**Висновки.** Отримані результати трирічних досліджень свідчать, що за підживлення пшениці м'якої озимої аміачною селітрою після попередника соняшник у різні строки та з

різними дозами азоту, строк внесення не мав істотного впливу на урожайність, вона підвищувалася за збільшення дози азоту при підживленні. В середньому за три роки досліджень надбавка до контролю коливалася в межах 22–61 %. Щодо показників якості зерна, то їх чіткої залежності від дози та строку азотного підживлення не спостерігали. Так, вміст білка та скловидність істотно збільшувалися при дозах  $N_{90}$  та  $N_{120}$ , а найбільші значення цих показників в середньому по

дозах були отримані при підживленні у фазі проростків та 2–3 листків. Вміст клейковини зростав із збільшенням дози азоту, набуваючи максимуму при підживленні у фазах проростків та 2–3 листків. Індекс деформації клейковини зменшувався із збільшенням дози азоту, в середньому по строках внесення азоту істотне підвищення ІДК було отримано лише при підживленні у фазу 2–3 листків. Натура зерна істотно не змінювалася під впливом різних доз азоту та різних строків підживлення.

### Використана література

1. Фурсова Г. П. Рослинництво: лаб. практи. заняття: навчальний посібник. Ч. I. Зернові культури. Г. П. Фурсова, Д. І. Фурсов, В. В. Сергєєв ; за ред. Г. П. Фурсової. Харків: ТО Ексклюзив, 2004. 380 с.
2. Черенков А. В. Особливості росту та розвитку рослин озимої пшениці залежно від попередників, строків сівби та норм висіву насіння в умовах Присивашшя / А. В. Черенков, О. І. Желязков, І. В. Костириця. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2008. № 33/34. С. 11–14.
3. Попов С. І., Авраменко С. В. Урожайність і якість зерна озимої пшениці залежно від технології вирощування по кукурудзі на силос. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2008. № 35. С. 39–44.
4. Нестерець В. Г. Вплив погодних умов, попередників і мінеральних добрив на формування врожайності та якості зерна різних сортів озимої пшениці. В. Г. Нестерець, О. О. Кулешов, І. І. Гасанова. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 8 (98). С. 24–28.
5. Кулешов О. О. Урожайність і якість зерна сортів озимої пшениці залежно від попередників і строків сівби у південно-східній частині степової зони. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2008. № 33/34. С. 92–95.
6. Чумак В.С., Євтушенко В.В., Циліорик О.І. Вплив погодних умов, попередників та добрив на продуктивність озимої пшениці. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2002. № 18/19. С. 78–81.
7. Лихочвор В.В. Роль кушення пшениці озимої у підвищенні продуктивності рослин. *Вісник аграрної науки*. 2001. №7. С. 20–22.
8. Шелепов В. В., Чебаков Н. Н., Вергунов В. А., Кочмарский В. С. Пшеница: история, морфология, биология, селекция. Мироновка: ЗАТ «Мироновская типография», 2009. С. 8–25.
9. Попов С., Авраменко С., Цехмейструк М., Циганко В. Висота рослин озимої пшениці та її вплив на врожайність. *Agroexpert* 2012. № 12 (53). С. 38–41.
10. Овчарук О. В. та ін. Методи аналізу в агрономії та агро-екології: навчальний посібник (за ред. проф. В. І. Овчарука). Кам'янець-Подільський, Харків: Мацулін, 2019. 364 с.
11. Бараболя О.В., Барат Ю.М., Кулик М.І., Онопрієнко О.В. Урожайність пшениці озимої залежно від систем удобрення та погодних умов вегетаційного періоду. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018, № 2. С. 3–9.
12. Попов С.І., Авраменко С.В., Шевченко Т.В. Ефективність прикореневого азотного підживлення пшениці озимої в умовах посушливої осені східного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 5 (794). С. 22–30.
13. Mahler, R. L., Koehler, F. E. & Lutchter, L. K. Nitrogen Source, Timing of Application, and Placement: Effects on Winter Wheat Production. *Agronomy Journal*. 1994. No 86. 637–642.
14. Kostić M.M.; Tagarakis, A.C.; Ljubičić, N.; Blagojević, D.; Radulović, M.; Ivošević, B.; Rakić, D. The Effect of N Fertilizer Application timing on Wheat Yield on Chernozem Soil. *Agronomy*. 2021. № 11. 1413.
15. Желязков О. І. Формування показників якості зерна пшениці озимої залежно від попередників, строків сівби та норм висіву насіння в Присивашші. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2011. No 40. С. 175–179.
16. L. Hlisnikovský, E. Kunzová, M. Hejzman, V. Dvoraček. Effect of fertilizer application, soil type and year on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum*) in the Czech Republic. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2015. No 61. P. 33–53.
17. J. Rozbicki, A. Ceglińska, D. Gozdowski, M. Jakubczak, G. Cacak-Pietrzak, W. Mądry, J. Golba, M. Piechociński, G. Sobczyński, M. Studnicki, and T. Drzazga, “Influence of the cultivar, environment and management on the grain yield and bread-making quality in winter wheat”. *J. Cer. Sci.* 2015. No 61. P. 126–132.
18. Golba J., M. Studnicki, Gozdowski D., W. Mądry, and J. Rozbicki. “Influence of genotype, crop management, and environment of winter wheat grain yield determination based on components of yield”. *Crop Sci.* 2018. Vol. 58. P. 660–669.
19. B. L. Duggan, R. A. Richards, A. F. van Herwaarden, and N. A. Fettel, “Agronomic evaluation of triller inhibition gene (tin) in wheat. I Effect on yield, yield components, and grain protein”. *Aust. J. Agric. Res.* 2005. No 56. P. 169–178.
20. Alicja Sulek, Grażyna Cacak-Pietrzak, Marta Wyzńska, Anna Nieróbca Influence of Nitrogen Fertilization on the Yields and Grain Quality of Winter Wheat under Different Environmental Conditions. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*. 2019. Vol. 13. No 5.

21. Сандухадзе Б.И., Беркутова Н.С., Давыдова Е.И. Качество зерна у сортов озимой пшеницы, созданных в НИИСХ ЦРНЗ. *Селекция и семеноводство*. 2005. № 4. С. 19–22.
22. Попов Ю. В., Авраменко С.В. Вплив різних доз та видів добрив осіннього підживлення на урожайність пшениці озимої після попередника соняшник. *Селекція і насінництво*. 2024. 125. С. 94 – 101.
23. Доспехов Б.А. Методика опытного дела Б.А. Доспехов. М.: Колос, 1979. 376 с.
24. Попов Ю. В., Авраменко С.В. Вплив різних доз та видів добрив осіннього підживлення на урожайність пшениці озимої після попередника соняшник. *Селекція і насінництво*. 2024; 126: 87–95.

## References

1. Fursova, H. K., Fursov, D. I., & Serheiev, V. V. (2004). *Roslynnystvo: laboratorno-praktychni zaniattia: navchalnyi posibnyk* [Crop production: laboratory and practical classes: textbook]. Kharkiv: TO Ekskluzyv. [in Ukrainian]
2. Cherenkov, A. V., Zheliazkov, O. I., & Kostyria, I. V. (2008). Peculiarities of growth and development of winter wheat plants depending on predecessors, sowing dates and seed sowing rates in the conditions of the Prisivashshia region. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of Grain Farming of the UAAS], 33–34, 11–14. [in Ukrainian]
3. Popov, S. I., & Avramenko, S. V. (2008). Yield and quality of winter wheat grain depending on the technology of growing corn for silage. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Farming], 35, 39–44. [in Ukrainian]
4. Nesterets, V. H., Kuleshov, O. O., & Hasanova, I. I. (2007). The influence of weather conditions, precursors and mineral fertilizers on the formation of yield and grain quality of different varieties of winter wheat. *Khranenie i pererabotka zerna* [Grain Storage and Processing], 8 (98), 24–28 [in Ukrainian]
5. Kuleshov, O. O. (2008). Yield and grain quality of winter wheat varieties depending on predecessors and sowing dates in the southeastern part of the steppe zone. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Farming], 33/34, 92–95. [in Ukrainian]
6. Chumak, V. S., Yevtushenko, V. V., & Tsyliuryk, O. I. (2002). The influence of weather conditions, precursors and fertilizers on the productivity of winter wheat. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Farming], 18/19, 78–81. [in Ukrainian]
7. Lykhochvor, V. V. (2001). Роль кушення пшениці озимої у підвищенні продуктивності рослин. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 7, 20–22. [in Ukrainian]
8. Shelepov, V. V., Chebakov, N. N., Verhunov, V. A., & Kochmarskyi, V. S. (2009). *Pshenytsia: istoriia, morfolohiia, biolohiia, selektsiia* [Wheat: history, morphology, biology, breeding.]. Myronivka: ZAT «Myronivska typohrafiia». [in Russian]
9. Popov, S., Avramenko, S., & Tsekhmeistruk, M. (2012). Winter wheat plant height and its impact on yield. *Ahroekspert* [Agricultural Expert], 12 (53), 38–41. [in Ukrainian]
10. Ovcharuk, O. V., Ovcharuk, V. I., Ovcharuk, O. V., Khomina, V. Ya., Mostipan, M. I., & Kulyk, H. A. (2019). *Metody analizu v ahronomii ta ahroekolohii: navchalnyi posibnyk* [Methods of analysis in agronomy and agroecology: a textbook]. Kamianets-Podilskyi, Kharkiv: Machulyn, 364 p. [in Ukrainian]
11. Barabolia, O. V., Barat, Yu. M., Kulyk, M. I., & Onopriienko, O. V. (2018). Winter wheat yield depending on fertilization systems and weather conditions during the growing season. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva* [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], 2, 3–9. [in Ukrainian]
12. Popov, S. I., Avramenko, S. V., Shevchenko, T. V. (2019). Efektyvnist prykorenevoho azotnoho pidzhyvlennya pshenytsi ozymoyi v umovakh posushlyvoyi oseni skhidnoho Lisostepu Ukrayiny. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 5 (794), 22–30. [in Ukrainian]
13. Mahler, R. L., Koehler, F. E., & Lutcher, L. K. (1994). Nitrogen source, timing of application, and placement: Effects on winter wheat production. *Agronomy Journal*, 86, 637–642.
14. Kostić, M. M.; Tagarakis, A. C.; Ljubičić, N.; Blagojević, D.; Radulović, M.; Ivošević, B.; Rakić, D. (2021). The effect of N fertilizer application timing on wheat yield on chernozem soil. *Agronomy*, 11 (11), 1413.
15. Zheliazkov, O. I. (2011). Formation of winter wheat grain quality indicators depending on predecessors, sowing dates and seed sowing rates in Prisivashsha. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of Grain Farming of the UAAS], 40, 175–179. [in Ukrainian]
16. Hlisnikovský, E. Kunzová, M. Hejzman, V. Dvoraček. (2015). Effect of fertilizer application, soil type and year on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum*) in the Czech Republic. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61 (1), 33–53. [in Ukrainian]
17. Rozbicki, J., Ceglińska, A., Gozdowski, D., Jakubczak, M., Cacak-Pietrzak, G., Mądry, W., Golba, J., Piechociński, M., Sobczyński, G., Studnicki, M., & Drzazga, T. (2015). Influence of cultivar, environment and management on grain yield and bread-making quality in winter wheat. *Journal of Cereal Science*, 61, 126–132.
18. Golba, J., Studnicki, M., Gozdowski, D., Mądry, W., & Rozbicki, J. (2018). Influence of genotype, crop management, and environment on winter wheat grain yield based on yield components. *Crop Science*, 58 (2), 660–669.
19. Duggan, B. L., Richards, R. A., van Herwaarden, A. F., & Fettel, N. A. (2005). Agronomic evaluation of triller inhibition gene (tin) in wheat. I. Effect on yield, yield components, and grain protein. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56 (2), 169–178.
20. Sułek, A., Cacak-Pietrzak, G., Wyzńska, M., &

- Nieróbca, A. (2019). Influence of nitrogen fertilization on the yields and grain quality of winter wheat under different environmental conditions. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 13 (5).
21. Sandukhadze, B. I., Berkutova, N. S., & Davidova, E. I. (2005). Kachestvo zerna u sortov ozymoi pshenytsi, sozdannykh v NYYSKh NIISH TsRNZ. *Seleksiia i semenovodstvo* [Selection and Seed Production], 4, 19–22. [in Russian]
  22. Popov, Yu. V., & Avramenko, S. V. (2024). Effect of autumn application of different doses and types of nitrogen fertilizer on post-sunflower-sown winter wheat yield. *Seleksiia i nasinnytstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 125, 94–101. doi: 10.30835/2413-7510.2024.306975 [in Ukrainian]
  23. Dospekhov, B. A. (1979). *Metodyka opytneho dela* [Experimental Methodology]. Moskva: Kolos. 376 p. [in Russian]
  24. Popov, Yu. V., & Avramenko, S. V. (2024). Effect of autumn nitrogen fertilization on the yield of winter wheat sown after different predecessors. *Seleksiia i nasinnytstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 126, 87–95. doi: 10.30835/2413-7510.2024.318891 [in Ukrainian]

UDC 633.11:631.5:633.854.78

**Popov, Yu. V., Avramenko, S. V. Yield and grain quality of winter wheat sown after sunflower depending on the dates and rates of autumn and early spring nitrogen feedings.**

*Grain Crops*. 2025. 9 (1). 144–151.

*Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine, 142 Heroiv Kharkova Ave., Kharkiv, 61060, Ukraine*

**Topicality.** In the context of rapid climatic and economic changes, conventional soft wheat cultivation technology requires optimisation; therefore the dates and rates of nitrogen fertiliser application are of paramount importance. **Purpose.** To determine indicators of the grain yield and quality for soft winter wheat depending on the dates and rates of early spring feedings after sunflower as a predecessor. **Materials and Methods.** The research was conducted in the field grain-fallow-row crop rotation system at the Yuriev Institute of Plant Production of NAAS in 2020–2022 and in 2023–2024. The experiment included five variants of autumn and early spring feedings of soft winter wheat (Zdobna variety) with ammonium nitrate at rates of N<sub>30</sub>, N<sub>60</sub>, N<sub>90</sub>, and N<sub>120</sub> after sunflower as a predecessor by dates: 1) control (no fertilisers), 2) at sowing, 3) sprouting stage, 4) 1–2 leaf stage, 5) on thawed frozen soil. **Results.** On average over three years, the maximum yield of 4.56 t/ha was obtained with a rate of N<sub>120</sub> applied to frozen-thawed soil. The content of protein, gluten and grain hardness increased due to the increase in nitrogen rate during feeding in the 2–3 leaf stage of winter wheat, reaching its maximum at N<sub>120</sub> and amounted to 12.7 %, 22 % and 69 %, respectively. The gluten deformation index (GDI), on the contrary, decreased with increasing nitrogen rate for feeding, with the highest GDI value being 48 units at a nitrogen rate of N<sub>30</sub> in the 2–3 leaf stage of winter wheat. The dates and rates of nitrogen feeding had no significant effect on the grain test weight, which ranged from 808 to 822 g/l. **Conclusions.** The study found that the yield of soft winter wheat is primarily dependent on the fertiliser rate rather than the date of nitrogen fertiliser application. No clear correlation between grain quality indicators and the rate and date of nitrogen feeding was observed. The date and rate of nitrogen application had various effects on wheat grain quality indicators: increasing the nitrogen rate resulted in higher protein and gluten content, grain hardness, while GDI decreased. Grain test weight did not depend on the date and rate of feeding.

**Key words:** nitrogen fertilisers, autumn feeding, winter wheat, yield, sunflower as a predecessor, ammonium nitrate, phenological stage, protein content, gluten content, GDI, test weight, grain hardness