

УДК 582.546.11: 631.56

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.20>**Паламарчук В. Д.***доктор сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва та садівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна***E-mail:** vd-palamarchuk@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-4906-3761**Азуркін В. О.***кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
старший науковий співробітник,
Інститут кормів та сільського господарства Поділля
Національної академії аграрних наук України
Вінниця, Україна***E-mail:** v.a.imexagroua@gmail.com**ORCID:** 0009-0001-5390-747X**Кричковський В. Ю.***доктор філософії з агрономії,
старший викладач кафедри рослинництва та садівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна***E-mail:** 2112kv@gmail.com**ORCID:** 0000-0003-4415-0708;

ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВАРІАНТІВ УДОБРЕННЯ

Анотація

У статті приведено результати вивчення впливу системи удобрення та обробки біологічними препаратами насіння пшениці озимої на формування елементів структури врожаю та врожайності. Метою дослідження було визначення впливу мінеральних добрив та обробки насіння біологічними препаратами на формування продуктивності й урожайності пшениці озимої сорту РЖТ Реформ у Лісостеповій зоні України. Польові дослідження проводили у 2023–2024 рр. на дослідному полі ТОВ «Органік-Д» (с. Сутиски, Вінницька область) на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах у триразовій повторності. У досліді вивчали два фактори: систему удобрення (без добрив та $N_{90}P_{60}K_{60}$) і обробку насіння біопрепаратами (контроль, Biostim – 1,0 л/т, Polimix – 1,0 л/т, Microstim Гумат калію – 1,0 л/т).

Результати досліджень свідчать, що висота рослин варіювала від 97,0 до 103,0 см залежно від варіанту досліді. Внесення добрив забезпечувало приріст висоти на 3,5 см, тоді як обробка насіння біопрепаратами сприяла збільшенню цього показника на 3,5–6,0 см порівняно з контролем. Довжина колоса під впливом добрив зросла з 8,0 до 8,5 см, а біопрепаратів – у середньому на 0,5 см. Кількість зерен у колосі становила 26,0–27,5 шт., при цьому Biostim та Polimix забезпечували приріст на 0,3–0,4 шт. Маса зерна з колоса коливалася у межах 1,1–1,2 г, що на 0,04–0,09 г вище контролю. Маса 1000 зерен залежала від агрозаходів у межах 41,9–44,3 г, зокрема біопрепарати підвищували її на 0,3–0,9 г.

Уміст білка в зерні на контролі без добрив становив 11,8–11,9%, тоді як на варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 12,7%, а обробка насіння біопрепаратами сприяла підвищенню цього показника на 0,2–0,8%. Урожайність зерна сорту РЖТ Реформ коливалася від 4,88 до 7,76 т/га залежно від системи удобрення та обробки насіння. Внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ забезпечило приріст урожайності на 1,53 т/га (28,0%), а застосування біопрепаратів – на 0,39–1,34 т/га (6,3–21,5%) порівняно з контролем. Найвищі показники врожайності одержано на варіантах Biostim (6,90 т/га) та внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ (7,00 т/га).

Ключові слова: пшениця, зерно, елементи продуктивності, урожайність, бактеріальні препарати, обробка насіння, сорт, маса 1 000 зерен.

Вступ. Забезпечення високих обсягів виробництва якісного зерна в Україні залишається ключовим пріоритетом аграрної політики. У структурі зернових культур домінує пшениця озима, яка займає близько 45% посівних площ і формує більше ніж половину загального валового збору зерна країни [14; 35]. Вагомий внесок у зростання виробництва зерна належить пшениці озимій. Вона вважається однією з найцінніших зернових культур і за рівнем урожайності та обсягами отриманого продовольчого зерна стабільно займає провідне місце серед інших культур [6].

Одним із ключових чинників підвищення врожайності та покращення якісних показників насіння та зерна є ретельно побудована технологія вирощування, що передбачає біологізацію, зокрема застосування бактеріальних препаратів. Рациональне управління агротехнічними прийомами забезпечує формування оптимальної структури посівів пшениці озимої з достатнім рівнем продуктивного стеблостою, що в підсумку дає змогу отримати максимальну врожайність та високу якість продукції [17; 40].

Озима пшениця належить до найцінніших зернових культур і в Україні займає провідну позицію серед інших завдяки найвищим показникам урожайності та валового збору продовольчого зерна [8]. Попри те, що сучасні сорти озимої пшениці мають значний потенціал формувати врожайність на рівні 10–15 т/га, в Україні реальні показники залишаються значно нижчими – у межах 3,5–4,5 т/га. До того ж отримане зерно нерідко не відповідає стандартам продовольчої промисловості через недостатні якісні характеристики [35].

Забезпечення внутрішнього ринку зерном та розвиток експортного потенціалу України є актуальними завданнями, що вирішуються через виробництво високоякісного зерна пшениці озимої [25]. Підвищення ефективності виробництва зерна досягається завдяки вдосконаленню технологічних прийомів та впровадженню нових адаптивних сортів, що забезпечують високі врожаї якісної продукції [15].

Із метою підвищення продуктивності озимої пшениці, зниження негативного впливу агровиробництва на довкілля, економії енергетичних ресурсів і пристосування до кліматичних змін необхідним є постійне вдосконалення технологічних прийомів її вирощування [11]. Підвищення продуктивності пшениці озимої дуже важко здійснювати без аналізу елементів структури врожаю. Структура врожайності озимих зернових культур визначається низкою показників, серед яких ключовими є кількість продуктивних стебел на одиницю площі, довжина та озерненість колоса, а також число колосків у ньому. Збільшення кількості продуктивних стебел, як правило, сприяє підвищенню врожайності. Водночас на біологічний урожай озимої пшениці впливають не лише показники густоти стеблостою, а й рівень продуктивності колоса, що формується за рахунок кількості зерен у ньому та маси 1 000 зерен. Науково доведено, що оптимальне формування структурних елементів продуктивності колосових культур, зокрема пшениці озимої, тісно пов'язане з певними фазами її органогенезу [21; 36].

Досягнення високої продуктивності посівів пшениці озимої можливе лише за умови оптимального балансу між компонентами врожайності, які визначаються на ранніх стадіях розвитку рослин та формуються протягом усього періоду вегетації [34; 38].

Ключовими чинниками, що визначають підвищення врожайності, є інтенсивне кущення, число зерен у колосі та маса зерна з одного колоса [24]. Елементи структури врожайності значною мірою визначаються сортовими особливостями та умовами вегетації. Кількість продуктивних стебел коливалася від 463 до 487 шт./м² залежно від сорту, число зерен у колосі – від 33 до 41, а маса зерен у колосі – від 1,4 до 2,1 г. Найвищі значення продуктивних стебел, числа зерен у колосі, маси зерна з колоса та маси 1 000 зерен спостерігалися за умов посухи [10].

Формування елементів урожайності насіння пшениці озимої визначається низкою чинників, насамперед ґрунто-кліматичними умовами, сортовими особливостями та складниками технології вирощування культури [26; 33].

Біологічна врожайність насіння пшениці озимої залежала як від коефіцієнта продуктивного кущення, кількості продуктивних стебел та маси зерен з одного колоса, так і від сортових особливостей. Було встановлено, що сорти по-різному реагували на застосовану технологію вирощування. Сорти середньо-ранньостиглі за базової технології реалізували 77,1% свого фактичного потенціалу врожайності, за енергонасиченої – 76,0%, а за енергонасиченої технології з елементами біологізації – 76,8%. Для середньостиглих сортів ці показники становили відповідно 77,5%; 76,7% та 79,0% [25].

Формування розмірів колоса розпочинається вже на третьому етапі органогенезу. Його довжина є одним із ключових елементів продуктивності, оскільки перебуває у тісній залежності від погодних умов та істотно варіює залежно від біологічних особливостей сорту [28], але за даними інших науковців не спостерігається чіткої залежності врожайності зернових від довжини колоса [32].

Період початку виходу в трубку вважається надзвичайно важливим для озимих культур, адже рівень забезпеченості вологою й поживними речовинами безпосередньо впливає на формування кількості зернин у колосі [16]. Кількість колосків є вирішальним показником озерненості колоса. Збільшення цього параметра забезпечує більшу кількість зерен і масу зерна з одного колоса, що, своєю чергою, зумовлює підвищення врожайності [20]. Разом із тим, аналізуючи структурні елементи колоса, виникає низка важливих аспектів. Наприклад, якщо колоски розташовані рідко, навіть значна довжина колоса не гарантує високої озерненості. Окрім того, на продуктивність колоса суттєво впливає ступінь ураження рослин шкідниками [4].

Важливим компонентом структури врожаю є маса 1 000 зерен, яка належить до сортових ознак і водночас чутлива до впливу погодних умов та застосованих агротехнічних прийомів. Формування маси зернівки відбувається у короткі терміни, і зменшення цього показника не може бути компенсоване іншими елементами врожаю [9].

На формування врожайності значний вплив чинять різноманітні чинники, серед яких вирішальне значення мають режим живлення, сортові особливості та погодні умови. Використання мінеральних добрив сприяє збільшенню як загальної кількості стебел, так і числа продуктивних. При цьому ефективність внесення добрив багато в чому визначається вибраним сортом культури [29]. Внесення добрив сприяє збільшенню числа колосків у колосі та кількості зерен у ньому. Водночас озерненість колоса та загальна кустистість рослин перебувають у зворотній залежності: велика

вегетативна маса потребує значних обсягів поживних речовин, і до моменту формування колоса в найбільш розкущених рослин їх запас може виявитися недостатнім для повноцінного розвитку врожаю [23].

Кількість зерен у колосі пшениці озимої збільшується за використання якісних попередників, дотримання оптимальних строків сівби та зниження норми висіву насіння до 3,0–4,0 млн шт./га. Строки сівби істотно впливають на формування структури врожаю: пізніший посів призводить до зменшення числа зерен у колосі, тоді як маса 1 000 зерен може, навпаки, зростати [5; 31]. Найвищі показники довжини колоса, числа зерен у колосі та маси зерен у колосі спостерігалися за сівби пшениці озимої після ріпаку озимого [26].

Динаміка росту та формування вегетативної маси визначаються комплексною взаємодією агротехнічних заходів, кліматичних умов і біологічних чинників. При цьому важливу роль відіграють сортові особливості, ступінь кущення, висота рослин та морфологія листя [1; 39]. Підвищення продуктивності сортів можливо лише за умови оптимального формування їхньої структури, що значною мірою визначається особливостями використаних технологічних прийомів [18; 19]. Урожайність і якість зерна пшениці озимої визначаються генетичним потенціалом сорту та його взаємодією з ґрунтово-кліматичними умовами вирощування [13].

Комплексна оцінка насіння, що відображає його генетичні властивості та різноякісність, сформовану під впливом вирощування, збирання, зберігання та підготовки до сівби, є ключовим критерієм ефективності технологічних рішень у насінницькій практиці [3]. Отже, головним завданням агротехнологічних заходів є забезпечення максимально сприятливих умов для росту та розвитку рослин. Використання інтенсивних систем у виробництві зерна дає змогу суттєво підвищити врожайність, проте супроводжується великими енерговитратами та посиленням негативного впливу на довкілля [12; 23].

У зв'язку із цим вивчення даної проблематики має широкі межі та є дуже актуальним завданням сучасної аграрної науки.

Мета роботи – вивчити вплив різних систем удобрення та застосування сучасних бактеріальних препаратів на формування елементів структури врожаю пшениці озимої.

Виклад основного матеріалу досліджень. Польові дослідження виконувалися протягом 2023–2024 рр. на дослідному полі ТОВ «Органік-Д», розташованому в центральній частині Вінницької області, у селі Сутиски. Ґрунти дослідної ділянки представлено сірими лісовими середньосуглинковими на лесовидних суглинках.

Дослід проводився у триразовій повторності з рандомізованим розташуванням ділянок. Площа посівної ділянки становила 5 га, а облікової – 26 м².

У досліді вивчалися два чинника: перший, система удобрення, передбачав варіанти без внесення добрив та з нормою N₉₀P₆₀K₆₀; другий – застосування біопрепаратів, що включало контроль без обробки, обробку насіння Biostim у дозі 1,0 л/т, Polimix – 1,0 л/т та Microstim Гумат калію – 1,0 л/т.

Для дослідження було вибрано середньостиглий сорт пшениці озимої РЖТ Реформ, який із 2017 р. включено до Державного реєстру сортів України. Цей сорт належить до французької лінійки компанії RAGT, підходить як для інтенсивних, так і для традиційних технологій вирощування з потенційною врожайністю понад 10 т/га. Він відзначається стабільно високою якістю зерна, доброю зимостійкістю, міцним стеблом із високим рівнем стійкості до вилягання (9 балів) та широкою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов. Висока стійкість до вилягання сприяє зменшенню втрат врожаю під час збирання. Сорт рекомендовано для вирощування в Лісостеповій, Поліській та Степовій зонах України. Маса 1 000 зернин варіювала в межах 45–49 г, уміст білка у зерні становив 13,5–14,2%, клейковини – 28–31%, а сила борошна (W) – 320–350 од.

Сорт пшениці озимої РЖТ Реформ висівали нормою 5,0 млн схожих насінин на гектар у рекомендовані строки сівби для цього сорту – із 20 вересня до 5 жовтня. Попередником у досліді виступав ріпак озимий.

Biostim насіння – це комплексний препарат для передпосівної обробки насіння озимих і ярих зернових злакових, бобових культур та гречки, який активізує їхню біологічну життєздатність. До складу препарату входять спори бактерій *Bacillus spp.* та продукти їхнього метаболізму, серед яких – фітогормони (ауксини, гібереліни, цитокініни), амінокислоти, вітаміни, мікроелементи та поверхнево-активні речовини. Титр бактерій становить щонайменше 1×10⁷ КУО/мл.

Polymix містить спори бактерій *Bacillus polymyxa*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis* та *Azotobacter chroococcum*, а також продукти їхнього метаболізму, серед яких – фітогормони ауксинового, гіберелінового та цитокінінового типів, амінокислоти та вітаміни. Загальний титр бактерій становить щонайменше 1,0×10⁸ КУО/г (мл).

Microstim Гумат калію є стимулятором росту рослин, отриманим із леонардиту. Препарат містить гумінові кислоти – 100 г/л, фульвокислоти – 60 г/л, P₂O₅ – 30 г/л, K₂O – 40 г/л, а також фітогормони та мікроелементи.

Внесення мінеральних добрив у нормі N₉₀P₆₀K₆₀ передбачало під час сівби внесення тукоsumіші в рядки з розрахунку 20 кг/га діючої речовини, а також основне удобрення нітроамофоскою та аміачною селітрою.

Насіння пшениці озимої сорту РЖТ Реформ обробляли за 15–20 днів до посіву інсектицидно-фунгіцидним протруйником Тібарі (діючі речовини: дифеноконазол – 25 г/л, флудіоксаніл – 25 г/л, імідаклопрід – 350 г/л) у нормі 1,5 л/т. Бактеріальні препарати додавали у бакові суміші та застосовували одночасно з протруєнням насіння цим засобом, що забезпечувало комплексну захисно-стимулюючу дію.

Збирання врожаю пшениці озимої здійснювали мінікомбайном Samro окремо для кожного повторення досліді. Після завершення обмолоту роботу молотильного апарата припиняли, а зібране зерно зважували та перераховували з урахуванням стандартної вологості (14%) і чистоти (100%) [27].

Оцінку елементів структури врожаю проводили відповідно до Методики сортовипробування сільськогосподарських культур [2]. Масу 1 000 насінин визначали відповідно до чинного національного стандарту ДСТУ 4138-2002 [22].

Отримані в ході досліджень цифрові дані піддавалися статистично-математичній обробці, для цього використовували методи дисперсійного, кореляційного та варіаційного аналізу із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Excel та Agrostat [30; 37] з використанням методичних рекомендацій [7].

Ріст і розвиток пшениці озимої, як і інших сільськогосподарських культур, є ключовими чинниками формування надземної біомаси та досягнення високого рівня продуктивності. Фактори, що обмежують ефективність вирощування, значною мірою залежать від генетичних характеристик сорту, а також від застосованих агротехнічних заходів і погодних умов.

Елементи продуктивності є полігенними ознаками зі складною структурою та часто супроводжуються небажаними кореляційними взаємозв'язками, ігнорування яких може зменшити ефективність селекційної роботи. Вплив варіанту удобрення та обробки насіння бактеріальними препаратами на формування основних елементів технології приведено в табл. 1.

Таблиця 1. Елементи продуктивності пшениці озимої сорту РЖТ Реформ залежно від варіанту удобрення та внесення біопрепаратів (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіант удобрення	Обробка насіння	Висота рослин, см	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з одного колоса, г	Маса 1000 зерен, г	Уміст білка в зерні, %
Без удобрення	Контроль – без обробки	96	7,6	25,6	1,06	41,4	11,5
	Biostim насіння – 1,0 л/т	101	8,4	26,4	1,12	42,4	12,1
	Polimix – 1,0 л/т	100	8,2	26,2	1,10	42,0	11,9
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	99	7,7	25,8	1,08	41,8	11,7
$N_{90}P_{60}K_{60}$	Контроль – без обробки	98	8,1	26,9	1,17	44,0	12,2
	Biostim насіння – 1,0 л/т	105	8,9	28,1	1,25	44,9	13,2
	Polimix – 1,0 л/т	105	8,8	27,8	1,23	44,2	12,9
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	102	8,2	27,2	1,20	44,1	12,4
HP_{05}		4,03	0,23	1,07	0,05	1,92	0,49
Фактор А		4,58	0,45	0,95	0,03	2,05	0,52
Фактор В		4,71	0,58	1,21	0,07	2,24	0,61
Взаємодія АВ							

Висота рослин у досліджуваного сорту пшениці озимої РЖТ Реформ залежала від варіанту удобрення та обробки насіння біологічними препаратами. Зокрема, у середньому по досліді висота рослин на варіанті без удобрення становила 99,0 см, а на варіанті із внесенням добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$) вона збільшилася на 3,5 см та становила 102,5 см. Проведення обробки насіння бактеріальними препаратами забезпечило зростання висоти рослин на 3,5–6,0 см порівняно з контрольним варіантом. Висота рослин у середньому по досліді на варіанті з обробкою насіння пшениці озимої біологічним препаратом Biostim насіння (1,0 л/т) – 103,0 см, Polimix (1,0 л/т) – 102,5 см та Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 100,5 см. Тоді як на контрольному варіанті без обробки насіння бактеріальними препаратами висота рослин у середньому становила 97,0 см.

Довжина колоса на варіанті без удобрення у середньому становила 8,0 см, а на варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 8,5 см. Довжина колоса на контрольному варіанті без обробки насіння біологічними препаратами у середньому становила 7,9 см, а на варіанті з обробкою насіння вона збільшилася і становила 8,4 см. Окрім того, довжина колоса на варіанті з обробкою насіння пшениці озимої біологічним препаратом Biostim насіння (1,0 л/т) – 8,7 см, Polimix (1,0 л/т) – 8,5 см та Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 8,0 см.

Кількість зерен у колосі на варіанті без удобрення у середньому становила 26,0 шт., а на варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 27,5 шт. Кількість зерен к колосі на контрольному варіанті без обробки насіння біологічними препаратами у середньому становила 26,3 шт., а на варіанті з обробкою насіння вона збільшилася і становила 26,9 шт. На варіанті з обробкою насіння пшениці озимої біологічним препаратом Biostim насіння (1,0 л/т) кількість зерен у колосі становила 27,3 шт., Polimix (1,0 л/т) – 27,2 шт. та Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 26,5 шт. Отже, обробка насіння

бактеріальними препаратами сприяла зростанню кількості зерен у колосі у середньому на 0,3–0,4 шт. порівняно з контрольним варіантом (без обробки), де кількість зерен у колосі становила 26,9 шт.

Маса зерна з одного колоса на варіанті без удобрення у середньому по досліді становила 1,1 г, а на варіанті із внесенням мінеральних добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$) – 1,2 г. Маса зерна з одного колоса на контрольному варіанті без обробки насіння біологічними препаратами у середньому становила 1,1 г, а на варіанті з обробкою насіння вона збільшилася і становила 1,15 г. На варіанті з обробкою насіння пшениці озимої біологічним препаратом Biostim насіння (1,0 л/т) маса зерна з одного колоса становила 1,2 г, Polimix (1,0 л/т) – 1,2 г та Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 1,14 г. Отже, обробка насіння бактеріальними препаратами сприяла зростанню маси зерна з одного колоса у середньому на 0,04–0,09 г порівняно з контрольним варіантом (без обробки), де маса зерна з одного колоса становила 1,1 г.

Маса 1 000 зерен також істотно змінювалася залежно від системи удобрення та обробки насіння бактеріальними препаратами. Так, на варіанті без удобрення маса 1 000 зерен у середньому по досліді становила 41,9 г, а на варіанті із внесенням добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$) вона зросла на 2,4 г і становила 44,3 г. Маса 1 000 зерен на контрольному варіанті без обробки насіння біологічними препаратами у середньому становила 42,7 г, а варіанті з обробкою насіння вона збільшилася і становила 43,4 г. На варіанті з обробкою насіння пшениці озимої біологічним препаратом Biostim насіння (1,0 л/т) маса 1 000 зерен становила 43,7 г, Polimix (1,0 л/т) – 43,5 г та Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 43,0 г. Отже, обробка насіння бактеріальними препаратами сприяла зростанню маси 1 000 зерен у середньому на 0,3–0,9 г порівняно з контрольним варіантом (без обробки), де маса 1 000 зерен становила 42,7 г.

Уміст білка в зерні на варіанті без удобрення у середньому по досліді становив 11,8%, а на варіанті із внесенням добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$) він збільшився на 0,9% і становив 12,7%. Уміст білка на контрольному варіанті без обробки насіння біологічними препаратами у середньому становив 11,9%, а на варіанті з обробкою насіння він збільшився і становив 12,4%. На варіанті з обробкою насіння пшениці озимої біологічним препаратом Biostim насіння (1,0 л/т) уміст білка становив 12,7%, Polimix (1,0 л/т) – 12,6% та Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 12,1%.

Отже, внесення мінеральних добрив та обробка насіння бактеріальними препаратами сприяють покращенню формування елементів структури врожаю та збільшенню вмісту білка у зерні пшениці озимої сорту РЖТ Реформ.

Урожайність зерна пшениці озимої сорту РЖТ Реформ істотно змінювалася залежно від внесення добрив та застосування обробки насіння бактеріальними препаратами (табл. 2).

Таблиця 2. Вплив системи удобрення та обробки насіння бактеріальними препаратами на врожайність пшениці озимої сорту РЖТ Реформ, т/га (середнє за 2023–2024 рр.).

Варіант удобрення (А)	Обробка насіння (В)	Урожайність зерна, т/га	Приріст урожайності, +/-					
			до контролю		до фону		взаємодії факторів	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%
Без удобрення	Контроль – без обробки	4,88	-	-	-	-	-	-
	Biostim насіння – 1,0 л/т	6,04	1,16	23,7	1,16	23,7	-	-
	Polimix – 1,0 л/т	5,72	0,84	17,2	0,84	17,2	-	-
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	5,23	0,35	7,17	0,35	7,17	-	-
$N_{90}P_{60}K_{60}$	Контроль – без обробки	6,24	1,36	27,9	-	-	1,36	27,9
	Biostim насіння – 1,0 л/т	7,76	2,88	59,0	1,52	24,4	1,72	28,5
	Polimix – 1,0 л/т	7,31	2,43	49,8	1,07	17,1	1,59	27,8
	Microstim Гумат калію – 1,0 л/т	6,67	1,79	36,7	0,43	6,9	1,44	27,5
НІР ₀₅ , т/га		0,249						
Фактор А		0,372	–	–	–	–	–	–
Фактор В		0,415						
Взаємодія АВ								

Із даних табл. 2 видно, що врожайність зерна пшениці озимої сорту РЖТ Реформ у середньому по досліді коливалася в межах 4,88–7,76 т/га. При цьому на варіанті без удобрення у середньому вона становила 5,47 т/га, а на варіанті із внесенням добрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$) вона збільшилася на 1,53 т/га і становила 7,00 т/га. Обробка насіння біологічними препаратами сприяла зростанню урожайності на 0,78–1,01 т/га, до 5,66–7,25 т/га, тоді як на контролі вона знаходилася у межах 4,88–6,24 т/га. На варіанті з обробкою насіння пшениці озимої біологічним препаратом Biostim насіння (1,0 л/т) урожайність зерна у середньому становила 6,90 т/га, Polimix (1,0 л/т) – 6,52 т/га та Microstim Гумат калію (1,0 л/т) – 5,95 т/га, тоді як на контролі вона становила 5,56 т/га.

Отже, проведення обробки насіння біологічними препаратами та внесення добрив позитивно впливають на врожайність пшениці озимої, збільшуючи її на варіанті із внесенням добрив на 0,36–1,72 т/га, або на 27,5–28,5%

та на варіанті з обробкою насіння біологічними препаратами – на 0,39–1,34 т/га, або на 6,3–21,5% порівняно з контрольним варіантом.

Висновки. Проведені дослідження дають можливість сформулювати такі висновки. Система удобрення та передпосівна обробка насіння біологічними препаратами мають істотний вплив на ростові процеси, формування елементів структури врожайності та якості зерна пшениці озимої сорту РЖТ Реформ.

Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ забезпечило збільшення висоти рослин на 3,5 см, довжини колоса – на 0,5 см, маси 1 000 зерен – на 2,4 г та підвищення вмісту білка в зерні – на 0,9%, що в результаті сприяло зростанню урожайності на 1,53 т/га порівняно з неудобреним варіантом.

Обробка насіння біологічними препаратами (Biostim насіння, Polimix, Microstim Гумат калію) позитивно впливала на морфометричні показники рослин, збільшуючи висоту на 3,5–6,0 см, довжину колоса – на 0,5 см, кількість зерен у колосі – на 0,3–0,4 шт., масу зерна з колоса – на 0,04–0,09 г та масу 1 000 зерен – на 0,3–0,9 г. Найбільш ефективним серед біопрепаратів виявився Biostim насіння (1,0 л/т), що забезпечив найвищі показники якості та врожайності зерна (6,90 т/га), перевищивши контроль на 1,34 т/га.

Поєднання мінерального удобрення та передпосівної обробки насіння біопрепаратами сприяло підвищенню урожайності пшениці озимої на 0,39–1,72 т/га, або на 6,3–28,5% порівняно з контролем.

Отримані результати свідчать про доцільність інтегрованого використання мінеральних добрив та біологічних препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна пшениці озимої сорту РЖТ Реформ у зоні проведення досліджень.

У подальшому планується провести вивчення хімічного складу зерна пшениці озимої залежно від системи удобрення та застосування біологічних препаратів.

Список використаних джерел

1. Вожегова Р.А., Белов Я.В. Динаміка накопичення надземної біомаси гібридами кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за вирощування в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109(1). С. 3–9. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.1.
2. Волкодав В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.
3. Волощук І.С. Вплив зміни клімату на вирощування насіння пшениці озимої в зоні Західного Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 3–17.
4. Годаницький В., Годаницька О. Формування продуктивності колоса в зернових. *Пропозиція*. 2017. № 4. С. 78–80.
5. Гусенкова О.В., Тищенко В.М. Формування і мінливість структурних елементів урожайності пшениці озимої в умовах контрольованого середовища. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 100–103. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.14>.
6. Дорофєєв О.В. Напрями нарощення експортного потенціалу підприємств зернової галузі України. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. № 2. Т. 5. С. 197–205. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-2-24>.
7. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6. Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
8. Єрашова М.В. Формування елементів структури врожайності різних сортів пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 86–92. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.11.
9. Жемела Г.П., Бараболя О.В., Татарко Ю.В., Антоновський О.В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 32–39. DOI: 10.31210/visnyk2020.03.03.
10. Жемела Г.П., Кузнецова О.А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.
11. Зубець М.В. Роль сільськогосподарської науки в розвитку агропромислового комплексу України. *Економіка АПК*. 2006. № 12. С. 18–29.
12. Камінський В.Ф. Наукові засади біологічного землеробства в умовах зміни клімату. *Вісник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства»*. 2016. Вип. 1. С. 3–15.
13. Карашук Г.В., Федоненко Г.Ю. Урожайність сортів пшениці озимої твердої залежно від технологічних прийомів вирощування на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 35–38. DOI: 10.32848/0135-2369.2020.73.6.
14. Коломієць Л.А. Формування адаптивних ознак між сортовими гібридами озимої пшениці. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 6. С. 26–34.
15. Лисікова В.Н., Лисікова В.Н., Шовгун О.П. Нові сорти озимої пшениці – нові можливості. *Пропозиція*. 2013. № 8. С. 62–65.
16. Лихочвор В.В. Оптимальні параметри структури врожаю озимої пшениці. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 14. С. 213.
17. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Івашук П.В. Зерновиробництво. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
18. Марковська О.Є., Гречишкіна Т.А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 96–103. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103.
19. Сучасні сорти та системи живлення і захисту пшениці озимої / В.В. Моргун та ін. Київ : Вістка, 2022. Вид. XI. 105 с.
20. Моторний В.А. Формування елементів структури врожаю пшениці озимої залежно від строків сівби. *Збірник наукових праць Національного наукового центру*. 2013. № 3–4. С. 46–52.
21. Назаренко М.М., Горшар В.І. Мінливість за врожайністю та якістю зерна колекції сортів пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 108–115. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.12>
22. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 173 с.
23. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю., Паламарчук О.Д., Шуберанський В.Е. Інноваційні технології в рослинництві : підручник. Вінниця : Друк, 2024. 582 с.

24. Поліщук В.В., Коновалов Д.В. Елементи структури врожаю та біологічна врожайність залежно від технології вирощування насіння пшениці озимої. *Агробіологія*. 2022. № 2. С. 193–199. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-174-2-193-199>.
25. Поліщук В.В., Коновалов Д.В. Елементи структури врожаю пшениці озимої залежно від технології вирощування насіння. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 18–24. DOI: [10.33245/2310-9270-2024-187-1-18-24](https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-187-1-18-24).
26. Поліщук В.В., Притула Ю.М. Формування елементів структури врожаю пшениці озимої залежно від сортових особливостей та попередників. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 139. Ч. 2. С. 17–22. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.3>.
27. Дослідна справа в агрономії / А.О. Рожков та ін. *Статистична обробка результатів агрономічних досліджень : навчальний посібник* / за ред. А.О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 342 с.
28. Скронний С., Антомонова Л. Мікроелементи рятують урожай, або Як упоратися з наслідками спекотної весни. *Зерно*. 2018. № 5(146). С. 72–88.
29. Смірнова І.В. Урожайність та якість сортів пшениці озимої залежно від умов мінерального живлення. Наукові праці. Екологія. 2015. Т. 244. Вип. 256. С. 81–84.
30. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
31. Чутрій Г.А. Формування продуктивності сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в умовах Донецької області. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 178–185. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.24>.
32. Шакалій С.М., Ласло О.О. Управління формуванням продуктивності пшениці озимої за оптимізації системи удобрення. *Наукові основи сучасних агротехнологій* : матеріали VI науково-практичної Інтернет-конференції, м. Полтава, 25–26 квітня 2018 р. Полтава, 2018. С. 89–92. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/5793>
33. Шувар А.М., Беген Л.Л., Тимкув М.Ю., Войтович Р.М. Формування врожаю й якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та рівня живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 161–173.
34. Юла В.М., Олійник К.М. Управління продукційними процесами пшениці за агробіологічним контролем розвитку елементів продуктивності. Збірник наукових праць Національного наукового центру. 2013. № 3–4. С. 36–45.
35. Ямковий В.Ю., Буняк О.І., Ящук Н.О. Продуктивність та якість зерна пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення в Лівобережному Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 101–107. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2021.5.16>.
36. Harasim E., Wesolowski M., Kwiatkowski C., Harasim P., Staniak M., & Feledyn-Szewczyk B. The contribution of yield components in determining the productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agrobotanica*. 2016. № 69(3). P. 1–10. doi: 10.5586/aa.1675
37. Fisher R.A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
38. Macholdt J., Honermeier B. Yield stability in winter wheat production: a survey on German farmers and advisors views. *Agronomy*. 2017. № 7(3(45)). P. 1–18. DOI: [10.3390/agronomy7030045](https://doi.org/10.3390/agronomy7030045).
39. Miroshnychenko M.M., Zvonar A.M., Panasenko E.V. Assimilation of nutritive elements by winter wheat plants of Ukrainian and European selection after the resumption of spring vegetation. *Agrology*. 2021. № 4(1). P. 3–9. DOI: [10.32819/021001](https://doi.org/10.32819/021001).
40. Tsyliuryk A.I., Tkalič Yu.I., Masliov S.V., Kozachko V.I. Impact of mulch tillage and fertilization on growth and development of winter wheat plants in clean fallow in Northern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7(4). P. 511–516. DOI: [10.15421/2017_153](https://doi.org/10.15421/2017_153).

Palamarchuk V. D.

*Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Crop Production and Horticulture,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine*

E-mail: vd-palamarchuk@ukr.net

ORCID: 0000-0002-4906-3761

Azurkin V. O.

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher,
Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of National Academy of Agrarian Sciences of The Ukraine
Vinnytsia, Ukraine*

E-mail: v.a.imexagroua@gmail.com

ORCID: 0009-0001-5390-747X

Krychkovskiy V. Yu.

*Doctor of Philosophy in Agronomy, Senior Lecturer at the Department of Crop Production and Horticulture,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine*

E-mail: 2112kv@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4415-0708;

FORMATION OF YIELD STRUCTURE ELEMENTS OF WINTER WHEAT DEPENDING ON FERTILIZATION OPTIONS

Abstract

The article presents the results of studying the effect of fertilization systems and seed treatment with biological preparations on the formation of yield structure elements and productivity of winter wheat. The aim of the research was to determine the effectiveness of mineral fertilizers and biological seed treatments in enhancing the productivity and grain yield of the winter wheat variety RGT Reform in the Forest-Steppe zone of Ukraine. Field experiments were carried out in 2023–2024 at the experimental field of LLC «Organik-D» (Sutysky village, Vinnytsia region) on grey forest medium loamy soils with three replications. The experiment included two factors: fertilization system (without fertilizers and N90P60K60) and seed treatment with biological preparations (control, Biostim – 1.0 L/t, Polimix – 1.0 L/t, Microstim Potassium Humate – 1.0 L/t).

The results showed that plant height ranged from 97.0 to 103.0 cm depending on the treatment. Fertilizer application increased plant height by 3.5 cm, while biological seed treatments enhanced it by 3.5–6.0 cm compared to the control. Spike length increased from 8.0 to 8.5 cm with fertilizer application, while biological treatments raised it by an average of 0.5 cm. The number of grains per spike ranged from 26.0 to 27.5, with Biostim and Polimix increasing this indicator by 0.3–0.4 grains. Grain weight per spike varied within 1.1–1.2 g, which was 0.04–0.09 g higher than the control. The thousand-kernel weight ranged from 41.9 to 44.3 g, with biological treatments improving it by 0.3–0.9 g.

The protein content in grain under the control without fertilizers was 11.8–11.9%, while the application of $N_{90}P_{60}K_{60}$ increased it to 12.7%. Biological seed treatments raised protein content by 0.2–0.8%. Grain yield of the variety RGT Reform ranged from 4.88 to 7.76 t/ha depending on fertilization system and seed treatment. The application of $N_{90}P_{60}K_{60}$ provided a yield increase of 1.53 t/ha (28.0%), while biological preparations raised yield by 0.39–1.34 t/ha (6.3–21.5%) compared to the control. The highest yield levels were obtained with Biostim (6.90 t/ha) and $N_{90}P_{60}K_{60}$ fertilization (7.00 t/ha).

Key words: wheat, grain, yield components, productivity, bacterial preparations, seed treatment, variety, thousand-kernel weight.

References

1. Vozhehova, R.A., & Bielov, Ya.V. (2019). Dynamika nakopychennia nadzemnoi biomasy hibrydamy kukurudzy zalezno vid hustoty stoiannia roslin ta udobrennia za vyroshchuvannya v umovakh zroshennia [Dynamics of aboveground biomass accumulation by maize hybrids depending on plant density and fertilization under irrigation conditions]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk [Tavriyskyi scientific bulletin]*, 109(1), pp. 3–9. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.1 [in Ukrainian]
2. Volkodav, V. (2000). Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv, V. 1. 100 p. [in Ukrainian]
3. Voloshchuk, I.S. (2017). Vplyv zminy klimatu na vyroshchuvannya nasinnia pshenytsi ozymoi v zoni Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Impact of climate change on winter wheat seed production in the western Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]*, V. 62, pp. 3–17. [in Ukrainian]
4. Hodanytskyi, V., & Hodanytska, O. (2017). Formuvannya produktyvnosti kolosa v zernovykh [Formation of spike productivity in cereals]. *Propozytsiya [Propozytsiya]*, 4, pp. 78–80. [in Ukrainian]
5. Husenkova, O.V., & Tyshchenko, V.M. (2018). Formuvannya i minlyvist strukturnykh elementiv urozhainosti pshenytsi ozymoi v umovakh kontrolovanoho seredovyshcha [Formation and variability of structural elements of winter wheat yield under controlled conditions]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Visnyk of Poltava state agrarian academy]*, 4, pp. 100–103. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.14> [in Ukrainian]

6. Dorofiev, O.V. (2020). Napriamy naroshchennia eksportnoho potentsialu pidpriemstv zernovoi haluzi Ukrainy [Directions for increasing the export potential of grain industry enterprises in Ukraine]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky [Ukrainian journal of applied economics]*, 2, 5, pp. 197–205. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-2-24>. [in Ukrainian]
7. Ermantraut, E.R., Prisyazhniuk, O.I., & Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6. Metodychni vkazivky [Statistical analysis of agronomic Research data using STATISTICA 6. Methodological guidelines]. K., 55 p. [in Ukrainian]
8. Yerashova, M.V. (2021). Formuvannia elementiv struktury vrozhaivosti riznykh sortiv psenytsi ozymoi zalezno vid umov vyroshchuvannia [Formation of yield structure elements of different winter wheat varieties depending on growing conditions]. *Visnyk PDAA [Visnyk of PDAA]*, 2, pp. 86–92. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.11 [in Ukrainian]
9. Zhemela, H.P., Barabolia, O.V., Tatarko, Yu.V., & Antonovskiy, O.V. (2020). Vplyv sortovykh osoblyvosti na yakist zerna psenytsi ozymoi [Influence of variety traits on grain quality of winter wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Visnyk of Poltava state agrarian academy]*, 3, pp. 32–39. DOI: 10.31210/visnyk2020.03.03 [in Ukrainian]
10. Zhemela, H.P., & Kuznetsova, O.A. (2012). Vplyv sortovykh vlastyvosti na produktyvnist ta yakist psenytsi miakoi ozymoi [Influence of variety traits on productivity and quality of soft winter wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Visnyk of Poltava state agrarian academy]*, 3, pp. 23–25. [in Ukrainian]
11. Zubets, M.V. (2006). Rol silskohospodarskoi nauky v rozvytku ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy [The role of agricultural science in the development of ukraine's agro-industrial complex]. *Ekonomika APK [Ekonomika APK]*, 12, pp. 18–29. [in Ukrainian]
12. Kaminskyi, V.F. (2016). Naukovi zasady biolohichnoho zemlerobstva v umovakh zminy klimatu [Scientific principles of biological farming under climate change Conditions]. *Visnyk nauk. prats NNTs Instytut zemlerobstva [Bulletin of scientific works of the NSC Institute of agriculture]*, V. 1, pp. 3–15. [in Ukrainian]
13. Karashchuk, H.V., & Fedonenko, H.Yu. (2020). Urozhainist sortiv psenytsi ozymoi tverdoi zalezno vid tekhnolohichnykh pryomiv vyroshchuvannia na pivdni Ukrainy [Yield of hard winter wheat varieties depending on cultivation techniques in southern Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo [Irrigated agriculture]*, V. 73, pp. 35–38. DOI: 10.32848/0135-2369.2020.73.6 [in Ukrainian]
14. Kolomiets, L.A. (2007). Formuvannia adaptivnykh oznak mizh sortovymy hibrydamy ozymoi psenytsi [Formation of adaptive traits in interspecific hybrids of winter wheat]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roshlyn [Variety study and plant variety rights protection]*, 6, pp. 26–34. [in Ukrainian]
15. Lysikova, V.N., Lysikova, V.N., & Shovhun, O.P. (2013). Novi sorty ozymoi psenytsi – novi mozhlyvosti [New winter wheat varieties – new opportunities]. *Propozytsiia [Propozytsiya]*, 8, pp. 62–65. [in Ukrainian]
16. Lykhochvor, V.V. (2011). Optymalni parametry struktury vrozhaivu ozymoi psenytsi [Optimal parameters of winter wheat yield structure]. *Informatsiino-analitychna hazeta «Ahrobiznes Sohodni» [Information-analytical newspaper «Agrobusiness today»]*, 14, pp. 213. [in Ukrainian]
17. Lykhochvor, V.V., Petrychenko, V.F., & Ivashchuk, P.V. (2008). Zernovyrobnytstvo [Grain production]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii», 624 p. [in Ukrainian]
18. Markovska O.Ye., Hrechyskyna T.A. (2020). Produktyvnist sortiv psenytsi ozymoi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Productivity of winter Wheat varieties depending on cultivation technology elements under southern steppe conditions of Ukraine]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, 1, pp. 96–103. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103. [in Ukrainian]
19. Morhun, V.V. ta in. (2022). Suchasni sorty ta systemy zhyvlennia i zakhystu psenytsi ozymoi [Modern varieties and systems of nutrition and protection of winter wheat]. Kyiv: Vistka, Vyd. Khl. 105 p. [in Ukrainian]
20. Motornyi, V.A. (2013). Formuvannia elementiv struktury vrozhaivu psenytsi ozymoi zalezno vid strokiv sivby [Formation of winter wheat yield structure elements depending on sowing dates]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru [Collection of scientific works of the national scientific center]*, 3–4, 46–52. [in Ukrainian]
21. Nazarenko, M.M., & Horshchar, V.I. (2019). Minlyvist za vrozhaivnistiu ta yakistiu zerna kolektsii sortiv psenytsi ozymoi [Variability in grain yield and quality of the winter wheat variety collection]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Visnyk of Poltava state agrarian academy]*, 1, pp. 108–115. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.12> [in Ukrainian]
22. Natsionalnyi standart Ukrainy (2002). Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti: DSTU 4138-2002 [National standard of Ukraine. Seeds of agricultural crops. Methods for quality determination: DSTU 4138-2002]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2002. 173 p. [in Ukrainian]
23. Palamarchuk, V.D., Krychkovskiy, V.Yu., Palamarchuk, O.D., & Shuberanskyi, V.E. (2024). Innovatsiini tekhnolohii v roslynnytstvi: pidruchnyk [Innovative technologies in crop production: Textbook]. Vinnytsia: TOV «Druk», 582 p. [in Ukrainian]
24. Polishchuk, V.V., & Kononov, D.V. (2022). Elementy struktury urozhaivu ta biolohichna urozhainist zalezno vid tekhnolohii vyroshchuvannia nasinnia psenytsi ozymoi [Yield structure elements and biological yield depending on winter wheat seed production technology]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, 2, pp. 193–199. [in Ukrainian]
25. Polishchuk, V.V., & Kononov, D.V. (2024). Elementy struktury urozhaivu psenytsi ozymoi zalezno vid tekhnolohii vyroshchuvannia nasinnia [Yield structure elements of winter wheat depending on seed production technology]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, 1, pp. 18–24. doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-18-24 [in Ukrainian]
26. Polishchuk, V.V., & Prytula, Yu.M. (2024). Formuvannia elementiv struktury urozhaivu psenytsi ozymoi zalezno vid sortovykh osoblyvosti ta poperednykhiv [Formation of yield structure elements of winter wheat depending on variety traits and predecessors]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk [Tavriyskyi scientific bulletin]*, 139, 2, pp. 17–22. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.2.3> [in Ukrainian]
27. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., & Kalenska, S.M. ta in. (2016). Doslidna sprava v ahronomii: navchalnyi posibnyk: Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzen [Experimental work in agronomy: textbook. Statistical processing of agronomic research results] / Za red. A.O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan, 342 p. [in Ukrainian]
28. Skromnyi, S., & Antomonova, L. (2018). Mikroelementy riatiut urozhai abo yak vporatysia z naslidkami spekotnoi vesny [Microelements save the crop: how to cope with the consequences of a hot spring]. *Zerno [Zerno]*, 5(146), pp. 72–88. [in Ukrainian]
29. Smirnova, I.V. (2015). Urozhainist ta yakist sortiv psenytsi ozymoi zalezno vid umov mineralnoho zhyvlennia [Yield and quality of winter wheat varieties depending on mineral nutrition conditions]. *Naukovi pratsi. Ekolohiia [Scientific works. Ecology]*, T. 244, Vyp. 256, pp. 81–84. [in Ukrainian]

30. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). Dyspersiyni i koreliatsiyni analiz u zemlerobstvi ta roslynnystvi: navchalnyi posibnyk [*Variance and correlation analysis in agriculture and crop production: textbook*]. Kherson: Ailant, 272 p. [in Ukrainian]
31. Chuhrii, H.A. (2019). Formuvannia produktyvnosti sortiv pshehytsi ozymoi zalezno vid strokiv sivy v umovakh Donetskoi oblasti [*Formation of winter wheat variety productivity depending on sowing dates in the Donetsk region*]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk [Tavriyskyi scientific bulletin]*, 107, pp. 178–185. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.24> [in Ukrainian]
32. Shakalii, S.M., & Laslo, O.O. (2018). Upravlinnia formuvanniam produktyvnosti pshehytsi ozymoi za optymizatsii systemy udobrennia [*Management of winter wheat productivity formation through optimization of fertilization systems*]. *Naukovi osnovy suchasnykh ahrotekhnolohii: materialy VI naukovo-praktychna internet-konferentsiia [Scientific foundations of modern agrotechnologies: proceedings of the vi scientific-practical online conference]*. PDAA, Poltava 25–26 kvitnia 2018. Poltava, 2018. pp. 89–92. URL: <http://dSPACE.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/5793> [in Ukrainian]
33. Shuvar, A.M., Behen, L.L., Tymkuv, M.Yu., & Voitovych, R.M. (2018). Formuvannia urozhaiu i yakosti zerna pshehytsi ozymoi zalezno vid strokiv sivy ta rivnia zhyvlennia [*Formation of winter wheat yield and grain quality depending on sowing dates and nutrient levels*]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]*, V. 63, pp. 161–173. [in Ukrainian]
34. Yula, V.M., & Oliinyk, K.M. (2013). Upravlinnia produktsiynymy protsesamy pshehytsi za ahrobiolohichnym kontrolem rozvytku elementiv produktyvnosti [*Management of wheat productivity processes based on agrobiological control of yield component development*]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru [Collection of scientific works of the national scientific center]*, 3–4, pp. 36–45. [in Ukrainian]
35. Yamkovyi, V.Yu., Buniak, O.I., & Yashchuk, N.O. (2021). Produktyvnist ta yakist zerna pshehytsi ozymoi zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [*Productivity and grain quality of winter wheat depending on foliar fertilization in the left-bank Forest-steppe of Ukraine*]. *Ahrarni innovatsii [Agrarian innovations]*, 5, pp. 101–107. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.16> [in Ukrainian]
36. Harasim, E., Wesołowski, M., Kwiatkowski, C., Harasim, P., Staniak, M., & Feledyn-Szewczyk, B. (2016). The contribution of yield components in determining the productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agrobotanica*, 69 (3), pp. 1–10. doi: 10.5586/aa.1675 [in English]
37. Fisher, R.A. (2006). Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 354 p. [in English]
38. Macholdt, J., & Honermeier, B. (2017). Yield stability in winter wheat production: a survey on German farmers and advisors views. *Agronomy*, 7 (3 (45)), pp. 1–18. doi: 10.3390/agronomy7030045 [in English]
39. Miroshnychenko, M.M., Zvonar, A.M., & Panasenko, E.V. (2021). Assimilation of nutritive elements by winter wheat plants of Ukrainian and European selection after the resumption of spring vegetation. *Agrology*, 4(1), pp. 3–9. DOI: 10.32819/021001. [in English]
40. Tsyliryuk, A.I., Tkaliich, Yu.I., Masliiov, S.V., & Kozechko, V.I. (2017). Impact of mulch tillage and fertilization on growth and development of winter wheat plants in clean fallow in Northern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), pp. 511–516. DOI: 10.15421/2017_153 [in English]

Отримано: 01.09.2025

Рекомендовано: 07.10.2025

Опубліковано: 16.12.2025