

Influence of precedents and fertilization level on winter wheat grain yield in the Left-Bank Forest-Step conditions

V. Hanhur[✉] | A. Marenych | D. Sokyрко

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangur@gmail.com

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

Citation: Hanhur, V., Marenych, A., & Sokyрко, D. (2025). Influence of precedents and fertilization level on winter wheat grain yield in the Left-Bank Forest-Step conditions. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (1), 63–67. doi: 10.31210/spi2025.28.01.11

The grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is a major agricultural raw material for the production of major foodstuffs. The world's constantly growing population and rising global wheat prices highlight the importance of fully ensuring this strategic resource. At the same time, it is impossible to increase grain harvest and improve grain quality without optimizing certain elements of technology, including fertilizer systems and finding the best position for the crops in the crop rotation. The study was conducted at the Poltava State Agricultural Research Station named after M. I. Vavilov during 2022–2024. The aim of the field experiment was to determine the effect of predecessors and fertilizer system on the formation of winter wheat productivity in short crop rotations. According to the results of the field experiment, was found that when growing winter wheat under conditions of unstable moisture in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the best steam crop predecessors in crop rotations with a short rotation are black steam and sainfoin on one cutting. When the winter wheat was grown on these predecessors and mineral fertilizers were applied at the rate of N₅₀P₃₀K₅₀, the yield of Niva Odessanska was 5.16 and 5.09 t/ha, respectively. According to the results of the research, it was noted that black steam as a predecessor of winter wheat in crop rotation was the most effective in terms of its effect on the biometric parameters of plants, the level of grain yield, in years with a deficit of available moisture in the soil both at the time of optimal sowing and during the growing season. In years with a moderate temperature regime and sufficient supply of moisture to plants, the effectiveness of black steam decreased and in terms of its impact on the conditions of winter wheat yield formation was comparable to non-steam predecessors. Among the non-fallow predecessors, it is advisable to locate winter wheat after cereals and soybeans. In crop rotations where winter wheat was sown after cereals and soybean, the yield of the crop was 4.77 and 4.65 t/ha, respectively, which is 7.6 and 9.9 % less than in the control (black fallow). It is undesirable to re-sow winter wheat in a crop rotation, where the negative impact of the predecessor is manifested even with the application of organic and increased doses of mineral fertilizers. As a result of this is a decrease in grain yield by 1.66 t/ha or 32.2 % compared to the placement of the crop on black fallow. The research showed that the sowing qualities of winter wheat seeds, in particular the weight of 1000 seeds and laboratory germination, remained almost unchanged depending on the predecessors in the crop rotation, except for the variant with re-sowing of wheat.

Keywords: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), crop rotation, predecessor, fertilizer, yield.

Вплив попередників та рівня удобрення на урожайність зерна пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу

В. В. Гангур | А. М. Маренич | Д. Д. Сокирко

Полтавський державний
аграрний університет,
Полтава, Україна

Зерно пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) є ключовою сільськогосподарською сировиною для виробництва основних продуктів харчування. Однак підвищення урожайності, збільшення валових зборів зерна та поліпшення його якості неможливе без оптимізації окремих елементів технології, зокрема системи удобрення та виявлення кращого місця культури у сівозміні. Дослідження проведено в умовах Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова впродовж 2022–2024 рр. Метою польового експерименту було з'ясувати вплив попередників та системи удобрення на формування продуктивності пшениці озимої у сівозмінах із короткою ротацією. За результатами польового експерименту встановлено, що за вирощування пшениці озимої в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України кращими паровими попередниками культури у сівозмінах з короткою ротацією є чорний пар та еспарцет на один укіс. У разі розміщення пшениці озимої по цих попередниках та внесення мінеральних добрив у нормі N₅₀P₅₀K₅₀, урожайність сорту Нива одеська становила, відповідно 5,16 та 5,09 т/га. Серед парових попередників, доцільним є розміщення пшениці озимої після чини на зерно та сої. У сівозмінах, де пшеницю озиму висівали після чини на зерно та сої урожайність культури становила, відповідно 4,77 та 4,65 т/га, що на 7,6 і 9,9 % менше порівняно з контролем (пар чорний). Небажаним є повторна сівба пшениці озимої у сівозміні, за якої негативний вплив попередника проявляється навіть за внесення органічних та підвищених доз мінеральних добрив. Наслідком цього є зниження урожайності зерна на 1,66 т/га або 32,2 %, порівняно із розміщенням культури по чорному пару. Дослідження показали, що посівні якості насіння пшениці озимої залишалися майже незмінними залежно від попередників у сівозмінах з короткою ротацією, за винятком варіанту з повторною сівбою пшениці.

Ключові слова: пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), сівозміна, попередник, удобрення, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Маренич А. М., Сокирко Д. Д. Вплив попередників та рівня удобрення на урожайність зерна пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (1). С. 63–67.

Вступ

Зерно пшениці (*Triticum aestivum* L.) є важливою сільськогосподарською сировиною для виробництва основних продуктів харчування людини. Постійне зростання чисельності населення планети та підвищення світових цін на зерно пшениці підкреслює необхідність самозабезпечення цим стратегічним ресурсом. Вибір відповідних попередників, способів обробітку ґрунту та внесення потрібної кількості елементів мінерального живлення мають вирішальне значення для досягнення оптимальної ефективності в управлінні посівами та покращення якості врожаю [21]. Складний взаємозв'язок між агротехнічними прийомами технології вирощування та неконтрольованими чинниками навколишнього середовища значною мірою визначає рівень фактичної продуктивності та якості зерна пшениці [23, 24]. Щорічне одержання високої врожайності зерна пшениці озимої зіштовхується з цілою низкою обмежуючих чинників, зокрема несприятливі характеристики ґрунту, низька їх родючість та підвищена кислотність ґрунтового розчину, а також недостатня кількість опадів на час проходження ключових фаз росту, що призводить до зниження продуктивності культури [22, 26]. Не менш важливим чинником, що впливає на реалізацію продуктивного потенціалу та якість врожаю, є місце культури у сівозміні, причому найвища врожайність часто спостерігається, коли пшениця висівається після зернобобових культур [17].

У світі посилюються тенденції до біологізації землеробства, починаючи із удосконалення сівозмін, до яких включаються трави багаторічні, зернобобові та інші культури, які покращують агрохімічні, агрофізичні властивості ґрунту та фітосанарний стан посівів. Саме вони визначають одне із основних завдань руху сучасного землеробства – екологізацію виробництва продуктів харчування, охорони ґрунтів та навколишнього середовища [11, 15].

Під час розроблення сівозмін ключовим аспектом є розміщення провідних культур після кращих попередників. Ґрунтові і кліматичні умови України мають значні відмінності за придатністю і сприятливістю для вирощування тієї чи іншої культури. Тому набір і якість передуючих культур, зокрема і для пшениці озимої, буде різнитися в окремих зонах. Залежно від умов зволоженості регіону, попередники мають неоднаковий вплив на урожайність наступних культур сівозміни. Тривалими дослідженнями в умовах недостатнього зволоження встановлено, що кращим місцем пшениці озимої в сівозміні є сівба по чорному і зайнятому парах, а також після багаторічних трав, зернобобових [3–5]. Вирощування зернобобових культур у сівозміні було і є ключем до вирішення питання азотного живлення і накопичення атмосферного азоту в ґрунті, який практично є невичерпним.

Результати, які одержано в тривалому стаціонарному досліді Харківського НАУ

імені В. В. Докучаєва, також підкреслюють позитивну роль бобових культур у якості попередників для розміщення пшениці озимої. Експериментально встановлено, що у сівозмінах із короткою ротацією сівба пшениці озимої після гороху, сочевиці чи викув'ясної сумішки сприяє підвищенню її зернової продуктивності та врожайності коренеплодів наступної культури у сівозміні – буряків цукрових [12].

Результати наукових досліджень свідчать, що вищі рівні внесення NPK, особливо в сівозмінах, де частка кукурудзи чи пшениці становить 50 % або навіть і більше, сприяють одержанню значно вищої врожайності та кращої продовольчої цінності зерна пшениці [18]. В інших дослідженнях пшенично-кукурудзяна сівозміна покращувала такі компоненти продуктивності, як висота рослин, врожайність зерна та вміст білку [25].

Впродовж останнього десятиріччя часто практикується висівання пшениці після інших зернових, що сприяє поширенню спеціалізованих видів бур'янів [27, 19] та накопичення збудників різних хвороб [20].

Дослідження свідчать, що дієвим чинником збільшення врожайності польових культур є добрива. Їх позитивна дія полягає не лише у підвищенні врожайності, але й стабілізації її за роками. Результати досліджень Л. А. Барштейна із співавторами [7] свідчать, що у разі вирощування пшениці озимої у плодосмінній сівозміні після конюшини на фоні без внесення добрив, коефіцієнт варіації врожайності становив 23 %, а за їх внесення знизився до 18 %.

Дослідження вітчизняних науковців свідчать, що застосування добрив сприяло підвищенню урожайності зерна пшениці: на 14 % за сівби по чорному пару, на 7 % – після конюшини, на 28 % – після кукурудзи на силос і на 41 % – у варіанті із розміщенням пшениці озимої після пшениці озимої. Водночас, навіть на удобрених ділянках зберігалася істотна різниця у врожайності залежно від попередника: найбільшою вона була у варіанті, де пшеницю вирощували по чорному пару, а найнижча – за повторного висіву пшениці озимої [1, 6].

У дослідях проведених науковцями Інституту цукрових буряків спостерігали підвищення врожайності пшениці після всіх попередників, за вирощування її на фоні внесення добрив. Слід відзначити, що найбільший приріст урожайності зерна відзначався саме там, де на неудобреному фоні продуктивність культури була найнижчою. Зокрема, застосування добрив забезпечило збільшення врожайності пшениці озимої у разі розміщення її після конюшини на 0,87 т/га, після гороху – на 0,96 т/га, а після кукурудзи на силос і повторної сівби пшениці – на 1,68 та 2,0 т/га відповідно. У результаті цієї тенденції різниця у врожайності між попередниками зменшилася порівняно з неудобреним фоном. За результатами досліджень відзначено, що на варіанті без внесення добрив урожайність після гороху та конюшини перевищувала показники

після кукурудзи на силос на 0,77–0,84 т/га, тоді як із добривами ця різниця скоротилася до 0,12 т/га [2].

На думку вітчизняних дослідників, внесення добрив під озиму пшеницю є найбільш доцільним у разі її розміщення після менш сприятливих попередників. Так, середні багаторічні дані свідчать, що за сівби культури по чорному пару приріст урожайності від добрив становив лише 0,59 т/га, тоді як після кукурудзи на силос – 0,91 т/га, а після повторної сівби пшениці – 0,86 т/га. За вирощування пшениці озимої на фоні без застосування добрив урожайність культури за сівби по чорному пару у четвертій ротації сівозміни залишалася майже на рівні першої ротації (3,79 та 3,60 т/га відповідно), тоді як із внесенням добрив вона збільшилася на 1,15 т/га. Варто відзначити, що за розміщення пшениці у сівозміні після трав та фоні без добрив урожайність культури знизилася на 0,30 т/га, після кукурудзи зібраної у фазі молочно-воскової стиглості – на 0,49 т/га, а після повторної сівби пшениці – на 0,51 т/га. Водночас на удобреному фоні врожайність, навпаки, збільшилася: після трав на 0,46 т/га, після кукурудзи – на 0,66 т/га, а після пшениці – на 0,76 т/га [7].

У дослідях проведених на Веселоподільській дослідно-селекційній станції виявлено, що у середньому за чотири роки найбільшу середню врожайність пшениці озимої – 4,61 т/га – одержано в агротехнічній схемі, яка передбачала полицевий обробіток ґрунту на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос, 30–32 см під буряк цукровий та поверхневе розпушування ґрунту на 10–12 см під пшеницю озиму і ячмінь ярий, а також застосування добрив із розрахунку 6,25 т ґною та по 33,8 кг/га д.р. NPK на 1 га ріллі [16].

Таким чином вивчення різноманітних попередників та рівнів удобрення у контексті вирощування пшениці має вирішальне значення для оптимізації використання ресурсів, покращення якості зерна та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Мета дослідження

Метою досліджень було з'ясувати вплив попередників та системи удобрення на формування продуктивності пшениці озимої у сівозмінах із короткою ротацією.

Завдання дослідження: вивчити місця культури у сівозміні та системи удобрення на урожайність зерна пшениці озимої; визначити посівні якості насіння пшениці озимої залежно від попередника та рівнів удобрення.

Матеріали і методи

Дослідження проведено в умовах Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова. Ґрунт дослідної ділянки характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0–20 см 4,9–5,2 %.

За даними аналізів, ґрунти дослідного поля добре забезпечені елементами живлення рослин. В орному шарі міститься 5,44–8,10 мг азоту, що гідролізується (за Тюріним і Коновою), 10–15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16–20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою). Реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової витяжки 6,3.

Дослідження з визначення особливостей формування врожаю пшениці озимої залежно від попередників та удобрення проводили в стаціонарному довготерміновому польовому досліді за такою схемою: фактор А – попередники: чорний пар, чина на зерно, соя, еспарцет на зелений корм, пшениця озима; фактор В – дози добрив: $N_{50}P_{50}K_{50}$ (у разі розміщення пшениці озимої по чорному пару та після чини на зерно, сої, еспарцету на зелений корм) та гній 30 т/га + $N_{90}P_{110}K_{110}$ (у разі розміщення пшениці озимої після пшениці озимої).

Повторність дослідів чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. Посівна площа ділянки становить 172,8 м², а облікова – 96 м². В досліді висівали сорт пшениці озимої – Нива одеська. Набір технологічних прийомів з вирощування культури аналогічний із загальноприйнятими для умов зони Лівобережного Лісостепу, за виключенням елементів, які вивчали в досліді.

Відповідно до програми досліджень було проведено наступні обліки та спостереження. Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин пшениці озимої проводили за основними фазами росту і розвитку культури згідно з «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [14]. Облік урожайності проводиться з кожної ділянки, методом суцільного обмолоту комбайном SAMPO-500. Масу 1000 насінин визначали за ДСТУ 4138-2002 [8]. Математичну обробку результатів польових та лабораторних дослідів виконували за допомогою методу дисперсійного аналізу [9].

Результати та їх обговорення

Попередники пшениці озимої та інших польових культур в значній мірі впливають рівень їх урожайності, і в підсумку на продуктивність сівозмін вцілому. За результатами проведених досліджень виявлено, що кращими попередниками пшениці озимої є чорний пар та еспарцет на один укіс. В середньому за три роки (2022–2024 рр.), зернова продуктивність сорту пшениці озимої Нива одеська за сівби по цих попередниках та внесення під культуру мінеральних добрив в нормі $N_{50}P_{50}K_{50}$, становила, відповідно 5,16 та 5,09 т/га (*табл. 1*). За результатами досліджень відзначено, що чорний пар як попередник пшениці озимої у сівозміні найбільш ефективним за впливом на біометричні параметри рослин, рівень урожайності зерна, був у роки з дефіцитом доступної вологи в ґрунті як на час настання оптимальних строків сівби, так і впродовж періоду вегетації культури. У роки з помірним температурним

режимом та достатнім забезпеченням рослин вологою ефективність чорного пару знижувалася і за впливом

на умови формування врожаю пшениці озимої наближався до непарових попередників.

Таблиця 1

Вплив попередників та удобрення на урожайність пшениці озимої, середнє за 2022–2024 рр.

№ варіанту	Попередники	Частка культури у сівозміні, %	Удобрєння	Урожайність, т/га
1.	чорний пар	33,3	N50P50K50	5,16
2.	чина на зерно	33,3	N50P50K50	4,77
3.	соєа	33,3	N50P50K50	4,65
4.	єспарцет на зелений корм	33,3	N50P50K50	5,09
5.	пшениця озима	66,6	гній 30 т/га + N90P110K110	3,50
НІР 0,95				0,32

У сівозмінах, де попередником пшениці озимої була чина на зерно та соєа урожайність культури становила, відповідно 4,77 та 4,65 т/га, що на 7,6 і 9,9 % менше порівняно з контролем. Це може бути наслідком того, що обидві культури залишають після себе у ґрунті менше вологи та поживних речовин для наступної у сівозміні культури – пшениці озимої. Пшениця озима як попередник самої пшениці озимої виявився найгіршим. Урожайність зерна при цьому становила 3,50 т/га, або була нижчою порівняно із сівбою культури по чорному пару на 32,2 %. Негативний вплив попередника та високого ступеня насичення сівозміни пшеницею озимою не нівелювало навіть інтенсивне удобрення, зокрема внесення під повторний посів 30 т/га гною та збільшення дози мінеральних добрив, порівняно із внесенням після інших попередників, азоту у 1,8 разу, фосфору і калію – в 2,2 разу.

Визначення посівних якостей насіння пшениці озимої, зокрема маси 1000 насінин та лабораторної схожості свідчить про практично рівноцінний вплив попередників на рівень значень цих показників (табл. 2).

Таблиця 2

Посівні якості насіння пшениці озимої одержаного на фоні різних попередників, середнє за 2022–2024 рр.

Попередники	Маса 1000 насінин, г	Лабораторна схожість, %
чорний пар	38,4	93,9
чина на зерно	39,2	93,7
соєа	38,7	93,2
єспарцет на зелений корм	38,6	94,0
пшениця озима	38,2	92,5

Виключення може становити лише насіння яке вирощено у повторному посіві пшениці, де спостерігається тенденція до деякого зниження показників посівних якостей насіння.

Вибір кращих попередників та внесення відповідної кількості мінеральних добрив є важливими для оптимізації умов вирощування пшениці озимої та підвищення врожайності і поліпшення якості зерна культури. Проведеними дослідженнями виявлено істотний вплив місця культури у сівозмінах з короткою ротацією на рівень її зернової продуктивності. Слід зазначити, що кращі умови для формування врожайності пшениці озимої створюються у сівозмінах, де її попередником були

чорний пар та єспарцет на зелений корм. Це сприяло одержанню максимального врожаю культури, а саме 5,09–5,16 т/га. Дослідження Л. А. Барштейна із співавторами також вказують на перевагу чорного пару як попередника пшениці озимої навіть за вирощування культури на фоні добрив [1]. Польові дослідження проведені впродовж 2018–2022 рр. на базі Інституту сільського господарства Степу НААН свідчать, що за вирощування пшениці озимої по пару у зернопаропросапній сівозміні спостерігали зростання урожайності на 0,62 т/га або 11,9 % порівняно із варіантом, де попередником культури була соєа [13].

О. І. Желязков [10] узагальнивши результати досліджень наукових установ України дійшов до висновку, що найкращими попередниками для пшениці озимої є чорний та зайнятий пари. Серед непарових попередників найбільш сприятливими вважаються багаторічні трави на один укіс і горох на зерно, тоді як кукурудза та стерньові культури належать до менш придатних попередників для розміщення пшениці озимої.

Висновки

Експериментальним шляхом встановлено, що в умовах нестійкого зволоження Лівобережної частини Лісостепу України кращими паровими попередниками пшениці озимої у сівозмінах з короткою ротацією є чорний пар та єспарцет на один укіс. Зернова продуктивність сорту пшениці озимої Нива одеська за сівби по цих попередниках та внесення під культуру мінеральних добрив в нормі N₅₀P₅₀K₅₀, становила, відповідно 5,16 та 5,09 т/га. Серед непарових попередників, доцільним є розміщення пшениці озимої після чини на зерно та сої. Небажаним попередником пшениці озимої є сама пшениця озима, негативний вплив якої проявляється навіть за внесення органічних та підвищених доз мінеральних добрив.

Виявлено, що посівні якості насіння пшениці озимої, зокрема маса 1000 насінин та лабораторна схожість не зазнавали помітних змін залежно від попередників культури у сівозміні, за виключенням варіанту із повторною сівбою пшениці.

Перспективи подальших досліджень в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу попередників на агрофізичні властивості ґрунту та фітосанітарний стан посівів пшениці озимої.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Barshteyn, L. A., Shkarednyy, I. S., & Yakymenko, V. M. (2002). *Sivozminy, obrobitok gruntu ta udobrennya v zonakh buryakosiyannya*. Kyiv: Tenar [in Ukrainian]
2. Barshteyn, L. A., Shkarednyy, I. S., & Odrekivskyy, A. F. (1997). Rezultaty vyvchennya sivozmin na Bilotserkivskiy doslidno-selektivnyi stantsiyi. In: *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian]
3. Hanhur, V. V., & Kotliar, Y. O. (2022). The influence of predecessors on the removal and balance of nutrients under winter wheat in crop rotations with a short rotation. *Taurian Scientific Herald*, 127, 20–26. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.2>
4. Hanhur, V. V., & Kotliar, Y. O. (2021). Influence of predecessors on water consumption and productivity of winter wheat in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 122–127. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.14>
5. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2022). Impact of different tillage systems on soil nutrient regime in the field of winter wheat and spring barley in the Left-Bank Forest-Steppe Zone of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 38–44. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.04>
6. Hanhur, V., & Kotliar, Y. (2023). Influence of predecessors on soil nutrient regime and yield of winter wheat in the Left Bank Forest Steppe zone of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 11–16. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.02>
7. Barshtein, A. A., Shkarednyy, I. S., Yakymenko, V. M., Zoria, S. Yu., & Horobets, A. M. (1998). Dobryyam – maksymalnu viddachu. *Tsukrovi Buriaky*, 5, 10–11. [in Ukrainian]
8. DSTU 4138-2002 Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Chynnyi vid 2004-01-01. (2002). Kyiv. Retrieved from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91465 [in Ukrainian]
9. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzen v ahrononii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelweis i K»» [in Ukrainian]
10. Zheliazkov, O. I. (2016). Formuvannya pokaznykiv yakosti zerna pshenytsi ozymoi zalezno vid poperednykiv, strokiv sivy ta norm vysivu nasinnia v Prysyvashshi. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoї Zony NAAN Ukrainy*, 4, 8–11. [in Ukrainian]
11. Kaminskyi, V. F., & Boiko, P. I. (2013). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 5–9. [in Ukrainian]
12. Kudria, S. (2020). Productivity of short crop rotation with different legumes on typical chernozem. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 98 (1), 13–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-02>
13. Mashchenko, Yu. V., Kulyk, H. A., Trykina, N. M., & Malakhovska, V. O. (2023). Urozhainist pshenytsi ozymoi u sivozminakh Stepu zalezno vid system udobrennia ta biopreparatu. *Ahrarni Innovatsii*, 18, 77–83. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.11> [in Ukrainian]
14. Volkodav, V. V. (red.). (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Vypysk 1. Zahalna chastyna*. Kyiv [in Ukrainian]
15. Tanchyk, S. P., & Manko, Yu. P. (2017). Efektyvnist system ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy. *Ahrobiolohiia*, 2, 30–38. [in Ukrainian]
16. Filonenko, S. V., & Tyshchenko, M. V. (2020). Winter wheat yield capacity in short-rotation row crop succession depending on fertilization and basic soil tillage. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 61–69. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.07>
17. Ali, S. A., Tedone, L., Verdini, L., Cazzato, E., & De Mastro, G. (2019). Wheat response to no-tillage and nitrogen fertilization in a long-term faba bean-based rotation. *Agronomy*, 9, 50. <https://doi.org/10.3390/agronomy9020050>
18. Berzsenyi, Z., Györfy, B., & Lap, D. (2000). Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment. *European Journal of Agronomy*, 13, 225–244. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00076-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00076-9)
19. Feledyn-Szewczyk, B., Smagacz, J., Kwiatkowski, C. A., Harasim, E., & Woźniak, A. (2020). Weed flora and soil seed bank composition as affected by tillage system in three-year crop rotation. *Agriculture*, 10 (5), 186. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050186>
20. Hernandez-Restrepo, M., Groenewald, J. Z., Elliott, M. L., Canning, G., McMillan, V. E., & Crous, P. W. (2016). Take-all or nothing. *Studies in Mycology*, 83, 19–48. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2016.06.002>
21. Imani, R., Samdeliri, M., & Mirkalaei, A. M. (2022). The effect of different tillage methods and nitrogen chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of corn. *International Journal of Analytical Chemistry*, 53, 123–139. <https://doi.org/10.1155/2022/7550079>
22. Rachon, L., & Woźniak, A. (2020). Variability of spring durum and common wheat yields in the decade 2009–2018 in the Lublin region. *Agronomy Science*, 75, 67–74. <https://doi.org/10.24326/as.2020.1.5>
23. Rachon, L., Szumilo, G., Brodowska, M., & Woźniak, A. (2015). Nutritional value and mineral composition of grain of selected wheat species depending on the intensity of a production technology. *Journal of Elementology*, 20, 52. <https://doi.org/10.5601/jelem.2014.19.4.640>
24. Rial-Lovera, K., Davies, W. P., Cannon, N. D., & Conway, J. S. (2016). Influence of tillage systems and nitrogen management on grain yield, grain protein and nitrogen-use efficiency in UK spring wheat. *The Journal of Agricultural Science*, 154, 1437–1452. <https://doi.org/10.1017/S0021859616000058>
25. Salifu, M. (2018). The impact of crop rotation and nutrient levels on nutrition quality, yield and yield components of Maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3, 239095. <https://doi.org/10.22161/ijeab/3.2.27>
26. Skudra, I., & Ruza, A. (2016). Winter wheat grain baking quality depending on environmental conditions and fertilizer. *Agronomy Research*, 14, 1460–1466.
27. Woźniak, A., & Soroka, M. (2018). Effect of crop rotation and tillage system on the weed infestation and yield of spring wheat and on soil properties. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16 (3), 3087–3096. https://doi.org/10.15666/aer/1603_30873096

ORCID

V. Hanhur 

<https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



2025 Hanhur V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.