

Formation of sunflower yield depending on the preceding crop, fertilization background, and pre-sowing seed treatment

V. Hamaionova¹ | T. Baklanova² | L. Hyrlya¹

Article info

Correspondence Author

V. Hamaionova

E-mail:

gamajunova2301@gmail.com

¹ Mykolaiv National Agrarian University,
9, Georgiy Gongadze Str.,
Mykolaiv, 54008, Ukraine² State Institution "Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine",
17 Tsentralna Str., Polihon settlement, Mykolaiv Region, 57217, Ukraine**Citation:** Hamaionova, V., Baklanova, T., & Hyrlya, L. (2026). Formation of sunflower yield depending on the preceding crop, fertilization background, and pre-sowing seed treatment. *Scientific Progress & Innovations*, 29(2), 22–27. doi: 10.31210/spi2026.29.02.04

The study investigated the effects of crop rotation sequence, background mineral fertilization, and pre-sowing seed treatment with the biological preparation Mykofrend on the yield of sunflower (SY Chester hybrid) in the Southern Steppe of Ukraine. The research was conducted during 2023–2025 on southern chernozem at the Educational, Scientific and Practical Center of Mykolaiv National Agrarian University. The experiment followed a three-factorial design. Factor A was the crop rotation sequence: maize – winter wheat – sunflower; pea – winter wheat – sunflower; winter wheat – winter wheat – sunflower; or winter wheat – sunflower – sunflower. Factor B involved seed treatment with water or Mykofrend. Factor C included the fertilization background: control and N30P15K15. Yield accounting, phenological observations, and statistical data processing followed generally accepted methods. Weather conditions varied significantly: 2023 was the most favorable (257.4 mm of precipitation in spring and June), 2024 recorded 161.5 mm, and 2025 was the least favorable and arid (95.5 mm). The highest average sunflower seed yield was achieved in the pea – winter wheat – sunflower sequence. Under water seed treatment, it reached 2.31 t/ha without fertilizers and 2.57 t/ha with N30P15K15. Seed treatment with Mykofrend increased these values to 2.51 and 2.77 t/ha, respectively. In the maize – winter wheat – sunflower sequence, the yield ranged from 1.92 to 2.23 t/ha under water treatment and from 2.16 to 2.41 t/ha with Mykofrend. In the winter wheat – winter wheat – sunflower sequence, productivity levels also increased under optimized nutrition and biopreparation. The lowest seed productivity was recorded under repeated sunflower cultivation in the winter wheat – sunflower – sunflower sequence: 1.47–1.67 t/ha under water treatment and 1.60–1.82 t/ha with Mykofrend. The most favorable conditions for sunflower yield formation were provided by placing the crop after pea and winter wheat, combined with N30P15K15 application and Mykofrend seed treatment. Repeated cultivation of sunflower after sunflower reduced crop yield even with fertilizers and the biological preparation. The results confirm the feasibility of combining a rational choice of the preceding crop, mineral fertilization, and biological pre-sowing seed treatment to increase sunflower yield in the Southern Steppe of Ukraine.

Keywords: sunflower, crop rotation sequence, preceding crop, pre-sowing seed treatment, mineral fertilizers, weather conditions, yield.

Урожайність соняшнику залежно від попередника, удобрення та передпосівної обробки насіння

В. В. Гамаюнова¹ | Т. В. Бакланова² | Л. М. Гирля¹¹ Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв, Україна² Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України»,
с-ще Полігон, Миколаївська область, Україна

Вивчено вплив ланки сівозміни, фону мінерального удобрення та передпосівної обробки насіння біопрепаратом Мікофренд на формування врожайності соняшнику (гібрид СИ Честер) в умовах Південного Степу України. Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. на чорноземі південному в навчально-науково-практичному центрі Миколаївського національного аграрного університету. Дослід був трифакторним. Фактор А – ланка сівозміни: кукурудза – пшениця озима – соняшник; горох – пшениця озима – соняшник; пшениця озима – пшениця озима – соняшник; пшениця озима – соняшник – соняшник. Фактор В – обробка насіння водою або Мікофрендом. Фактор С – фон удобрення: контроль та N30P15K15. Облік урожайності, фенологічні спостереження та статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за загальноприйнятими методиками. Погодні умови у роки досліджень істотно різнилися: найсприятливішим за вологозабезпеченням був 2023 рік (257,4 мм опадів за весну та червень), у 2024 році випало 161,5 мм, а найменш сприятливим виявився посушливий 2025 рік (95,5 мм). За результатами досліджень найвищу середню врожайність насіння соняшнику забезпечила ланка сівозміни горох – пшениця озима – соняшник. За обробки насіння водою вона становила 2,31 т/га без добрив і 2,57 т/га за внесення N30P15K15. Обробка насіння Мікофрендом підвищувала ці показники до 2,51 та 2,77 т/га відповідно. У ланці кукурудза – пшениця озима – соняшник урожайність коливалася в межах 1,92–2,23 т/га за обробки водою та 2,16–2,41 т/га Мікофрендом. У ланці пшениця озима – пшениця озима – соняшник рівні врожайності також зростали з внесенням добрив і застосуванням біопрепарату. Найнижчу продуктивність насіння сформовано за повторного розміщення соняшнику після соняшнику в ланці пшениця озима – соняшник – соняшник: 1,47–1,67 т/га за обробки водою та 1,60–1,82 т/га – Мікофрендом. Найсприятливіші умови для формування врожайності соняшнику забезпечувало розміщення культури після гороху та пшениці озимої у поєднанні з внесенням N30P15K15 і обробкою насіння Мікофрендом. Повторне вирощування соняшнику після соняшнику призводило до зниження врожайності культури навіть за застосування добрив і біопрепарату. Результати підтверджують доцільність поєднання раціонального добору попередника, внесення мінерального добрива та передпосівної обробки насіння біопрепаратом для підвищення врожайності соняшнику в умовах Південного Степу України.

Ключові слова: соняшник, ланка сівозміни, попередник, передпосівна обробка насіння, мінеральні добрива, погодні умови, урожайність.**Бібліографічний опис для цитування:** Гамаюнова В. В., Бакланова Т. В., Гирля Л. М. Урожайність соняшнику залежно від попередника, удобрення та передпосівної обробки насіння. *Scientific Progress & Innovations*. 2026. № 29 (2). С. 22–27.

Вступ

Соняшник є однією з основних і найбільш поширених олійних культур в Україні, однак його продуктивність істотно залежить від погодних умов, попередника, рівня мінерального живлення, фітосанітарного стану посівів і здатності рослин ефективно використовувати вологу та поживні речовини. В умовах Південного Степу України ці питання набувають особливого значення, оскільки дефіцит опадів, високі температури та часті й тривалі посушливі періоди обмежують реалізацію потенціалу культури. У зв'язку з цим удосконалення технології вирощування соняшнику має ґрунтуватися на раціональному доборі попередника, помірному мінеральному удобренні, застосуванні біопрепаратів і збереженні родючості ґрунту.

Важливу роль у формуванні врожайності соняшнику відіграє розміщення культури в сівозміні. Дослідження, проведені в Україні, підтверджують, що тривале або надмірно часте повернення соняшнику на одне й те саме поле погіршує фітосанітарний стан посівів, знижує целюлозолітичну активність ґрунту, сприяє накопиченню інфекційного навантаження та зменшує його продуктивність. Зокрема, Dehtiarova et al. [1] вивчали короткоротаційні сівозміни з різним насиченням соняшником і встановили, що структура сівозміни впливає на біологічну активність орного шару ґрунту, зокрема на інтенсивність розкладання целюлози. Це підтверджує необхідність обмеження частки соняшнику в сівозміні та добору попередників, які не погіршують ґрунтове середовище і не сприяють накопиченню специфічних патогенів [2–4].

На рівні агроландшафтів негативний вплив повторного вирощування соняшнику також підтверджено й дистанційними дослідженнями. Так, Kussul et al. [5] дали оцінку впливу моновищування соняшнику в Україні за даними супутникового моніторингу та обґрунтували, що велика частка цієї культури в сівозміні пов'язана зі змінами вегетаційних індексів і зниженням біофізичних показників рослинного покриву. На необхідність дотримання науково обґрунтованого чергування культур, особливо в регіонах з високим рівнем насичення сівозмін соняшником, звертають увагу й ін. дослідники [6–8].

Особливо небажаним є повторне розміщення соняшнику після соняшнику. Таке вирощування посилює конкуренцію за вологу, сприяє однобічному використанню поживних речовин, зростанню ризику розвитку хвороб, шкідників і зниженню загальної продуктивності посівів. У цьому контексті наші результати, за яких найнижча врожайність формувалася в ланці сівозміни пшениця озима – соняшник – соняшник, логічно узгоджуються з даними багатьох науковців про негативний вплив повторного вирощування культури. Натомість розміщення соняшнику після гороху і пшениці озимої створює кращі умови для росту рослин, оскільки зернобобові культури сприяють поліпшенню азотного режиму ґрунту, а пшениця озима залишає після себе більш сприятливий фітосанітарний фон.

Не менш важливим чинником є система удобрення. Соняшник має високу потребу в елементах живлення, однак ефективність мінеральних добрив залежить від запасів продуктивної вологи та здатності кореневої системи засвоювати поживні речовини з ґрунту. Зокрема, Jarecki [9] встановив, що азотне та мікроелементне живлення впливають на врожайність, біометричні показники, якість сім'янок, індекс листової поверхні та показники SPAD у рослин соняшнику. Водночас встановлено, що ефективність удобрення змінювалася залежно від погодних умов року, які особливо часто проявляються в зонах нестійкого зволоження.

Soêlho et al. [10] зазначають, що ефективність використання азоту соняшником значною мірою залежить від генотипу та дози добрив. У їхньому дослідженні різні сорти і гібриди неоднаково реагували на азотне живлення, що свідчить про необхідність поєднання системи удобрення з біологічними особливостями конкретного гібриду. Це має практичне значення і для отриманих нами даних, оскільки навіть за однакового фону живлення реакція культури змінюється залежно від попередника, передпосівної обробки насіння та погодних умов року.

Позакореневе та мікроелементне живлення також розглядають як важливий захід для проходження продукційного процесу рослин соняшнику за несприятливих умов. Так, Crista et al. [11] дослідили вплив комплексного позакореневого удобрення на врожайність і якість насіння соняшнику та встановили, що такі підходи можуть істотно змінювати рівні врожайності та хімічний склад насіння. Особливо важливим у вирощуванні соняшнику є забезпечення рослин бором, цинком, марганцем, міддю та іншими мікроелементами у періоди інтенсивного росту, цвітіння й формування насіння, на що вказує низка дослідників [12–14].

В умовах Південного Степу України важливим доповненням до мінерального живлення є застосування біопрепаратів для підживлення та передпосівної обробки насіння. Біологічні препарати покращують початковий ріст рослин, активізують розвиток кореневої системи, сприяють кращому засвоєнню поживних речовин і посилюють стійкість рослин до стресових умов. У наших дослідженнях передпосівна обробка насіння Мікофрендом також забезпечувала підвищення врожайності в усіх ланках сівозміни, що свідчить про позитивну дію біопрепарату на формування продуктивності соняшнику.

Окремий важливий напрям сучасних досліджень доцільно пов'язувати з використанням рослинних решток попередників і біодеструкторів. В. Гамаюною та В. Павловим встановлено, що застосування біодеструкторів сприяє прискоренню розкладання рослинних решток, активізації мікробіологічних процесів і поліпшенню показників родючості ґрунту. Для соняшнику, який висівали після пшениці озимої, це має важливе значення, оскільки культуру часто вирощують за дефіциту вологи, що потребує підтримання сприятливого поживного та водного режимів ґрунту [15, 16]. Дослідженнями щодо ефективності біодеструкторів у технології вирощування соняшнику із заробком в ґрунт залишків попередника в умовах

Південного Степу України встановлено їхній позитивний вплив на ґрунтове середовище, зокрема на спроможність накопичувати й утримувати вологу. Застосування біологічних препаратів сприяє збільшенню вмісту мінеральних форм азоту, поліпшенню доступності поживних речовин і створенню кращих умов для росту рослин. Це дає підстави розглядати біодеструктори як складову технології, що доповнює мінеральне удобрення та передпосівну обробку насіння.

Значення біологічних і ресурсозберігаючих підходів у технології вирощування соняшнику посилюється в умовах кліматичних змін. Debaeke et al. [17] зазначають, що соняшник завдяки пластичності та порівняно помірній потребі у воді, азоті й засобах захисту рослин може бути важливою культурою для екологічно орієнтованих систем землеробства. Водночас автори вказують на потребу в добір нових типів рослин, здатних поєднувати продуктивність, стійкість до абіотичних стресів і ефективне використання ресурсів.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити вплив ланки сівозміни, фону мінерального удобрення та передпосівної обробки насіння біопрепаратом Мікофренд на формування врожайності соняшнику в роки вирощування.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження з вивчення впливу попередників, фону удобрення та передпосівної обробки насіння на врожайність соняшнику проводили в умовах ННПЦ МНАУ. Польовий дослід заклали на чорноземі південному, який є типовим для зони проведення досліджень. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту складає 2,9–3,1 %, забезпеченість його доступними формами азоту – середня, а рухомим фосфором і обмінним калієм – підвищена. У досліді вирощували ранньостиглий гібрид соняшнику СИ Честер, рекомендований для умов Степу України та придатний для вирощування за ресурсощадною технологією. Агротехніка вирощування соняшнику, за винятком факторів, поставлених на вивчення, була загальноприйнятою для степової зони.

Схемою досліді передбачалося вивчення трьох факторів.

Фактор А – ланка сівозміни:

1. кукурудза – пшениця озима – соняшник;
2. горох – пшениця озима – соняшник;
3. пшениця озима – пшениця озима – соняшник;
4. пшениця озима – соняшник – соняшник.

Фактор В – передпосівна обробка насіння:

1. обробка насіння водою;
2. обробка насіння біопрепаратом Мікофренд.

Фактор С – фон удобрення:

1. без добрив – контроль;
2. внесення мінерального добрива $N_{30}P_{15}K_{15}$.

Передпосівну обробку насіння проводили безпосередньо перед сівбою відповідно до схеми досліді. У контрольному варіанті насіння обробляли

водою, у дослідному – біопрепаратом Мікофренд (1 л/т насіння). Мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{15}K_{15}$ вносили згідно зі схемою досліді під передпосівний обробіток ґрунту.

Соняшник висівали у строки, рекомендовані для умов Південного Степу України, за настання оптимальної температури ґрунту для проростання насіння. Догляд за посівами включав заходи, спрямовані на збереження ґрунтової вологи, контроль бур'янів, підтримання належного фітосанітарного стану та створення сприятливих умов для росту й розвитку рослин.

Упродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин соняшнику, оцінювали стан посівів, вплив погодних умов у досліджуваних роках і реакцію культури на досліджувані фактори. Особливу увагу приділяли впливу попередників на умови формування врожаю, оскільки різні ланки сівозміни по-різному впливають на водний режим ґрунту, поживний фон, фітосанітарний стан поля та загальну продуктивність культури.

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості соняшнику з облікової площі кожної ділянки. Урожайність насіння визначали в перерахунку на стандартну вологість і виражали в т/га. Облік урожаю, спостереження, відбір зразків та статистичну обробку експериментальних даних здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик польового досліді [18–20].

Одержані результати аналізували за роками досліджень та, в середньому, за 2023–2025 рр. Дію кожного фактора оцінювали як окремо, так і в поєднанні з впливом на врожайність соняшнику. Для визначення достовірності різниць між варіантами використовували дисперсійний аналіз із розрахунком HP_{05} за факторами А, В, С та їх взаємодіями.

Такий підхід дав змогу встановити ефективність розміщення соняшнику після різних попередників, доцільність застосування помірного мінерального удобрення $N_{30}P_{15}K_{15}$ та передпосівної обробки насіння Мікофрендом для підвищення врожайності культури в умовах Південного Степу України.

Результати та їх обговорення

У роки проведення досліджень погодні умови істотно різнилися, насамперед за кількістю атмосферних опадів та їх розподілом упродовж вегетаційного періоду. Найбільш сприятливим за рівнем вологозабезпечення був 2023 рік. У березні випало 95,6 мм опадів, у квітні – 70,0 мм, у травні – 19,2 мм, у червні – 72,6 мм. Загальна сума опадів за весняний період і червень становила 257,4 мм, що забезпечило достатнє зволоження ґрунту як на період сівби, так і в основні фази росту та розвитку рослин соняшнику.

У 2024 році забезпеченість вологою також була відносно достатньою, хоча розподіл опадів був менш рівномірним. У березні випало 47,4 мм, у квітні – 26,9 мм, у травні – 82,8 мм, у червні – лише 4,4 мм. Сума атмосферних опадів за цей період склала 161,5 мм. Незважаючи на істотне зменшення кількості опадів у червні, їх надходження у попередні місяці сприяло формуванню певних запасів продуктивної вологи в ґрунті.

Найменш сприятливим для вирощування соняшнику виявився 2025 рік, який характеризувався вираженим дефіцитом вологи. У березні випало 22,1 мм опадів, у квітні – 50,6 мм, у травні – 18,4 мм, у червні – 4,4 мм. Загальна сума опадів за весняний період і червень становила лише 95,5 мм, що було у 2,6 раза менше порівняно з 2023 роком і в 1,7 раза менше ніж у 2024 році. Таке обмежене вологозабезпечення негативно позначилося на ростових процесах, формуванні генеративних органів, рівні врожайності насіння та його якості.

Узагальнення результатів досліджень і наукових джерел свідчить, що ефективність технології вирощування соняшнику визначається не одним окремим агрозаходом, а поєднанням взаємопов'язаних рішень: правильним добором попередника, підтриманням оптимального поживного режиму, застосуванням біопрепаратів для передпосівної обробки насіння,

використанням рослинних решток попередників і заходами збереження родючості ґрунту.

Отримані нами результати підтверджують цю закономірність. Найвищу врожайність соняшнику одержано за вирощування його в ланці сівоzmіни горох – пшениця озима – соняшник по фоні внесення $N_{30}P_{15}K_{15}$ та проведення передпосівної обробки насіння Мікофрендом. Це свідчить, що продуктивність соняшнику в умовах Південного Степу України формується під впливом сумісної дії попередника, фону живлення, біологічної підтримки рослин і погодних умов року вирощування.

Найвищу врожайність соняшнику отримано в ланці сівоzmіни горох – пшениця озима – соняшник. За обробки насіння водою врожайність становила 2,31 т/га без добрив і 2,57 т/га по фоні $N_{30}P_{15}K_{15}$ (рис. 1). Передпосівна обробка насіння Мікофрендом підвищувала ці показники до 2,51 та 2,77 т/га відповідно.

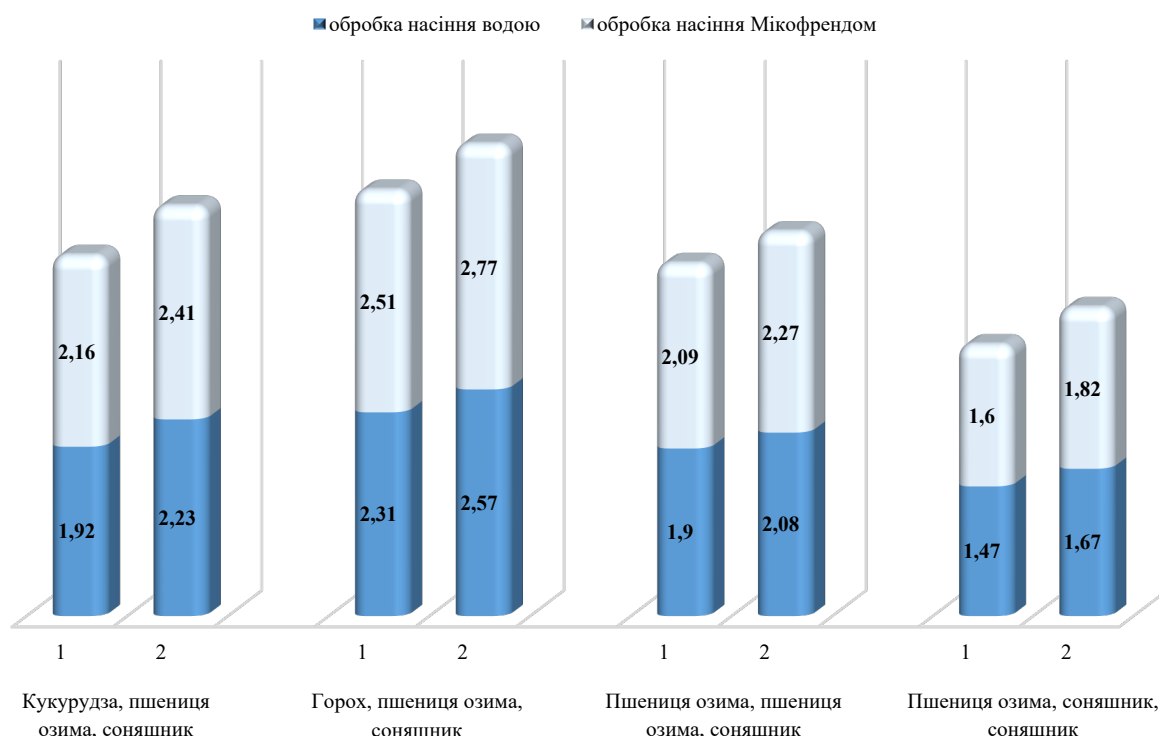


Рис. 1. Вплив попередника, оптимізації живлення і передпосівної обробки насіння на врожайність соняшнику (середнє за 2023–2025 рр.), т/га

Примітки: 1 – без добрив (контроль); 2 – $N_{30}P_{15}K_{15}$

У ланці кукурудза – пшениця озима – соняшник урожайність була нижчою: за обробки насіння водою вона становила 1,92–2,23 т/га, а за обробки Мікофрендом – 2,16–2,41 т/га залежно від фонів живлення. За вирощування у ланці сівоzmіни пшениця озима – пшениця озима – соняшник рівні врожайності склали відповідно 1,90–2,08 т/га за передпосівної обробки насіння водою та 2,09–2,27 т/га Мікофрендом.

Найнижчу врожайність насіння сформовано за повторного розміщення соняшнику після соняшнику в ланці сівоzmіни пшениця озима – соняшник – соняшник. У цьому варіанті за обробки насіння водою врожайність становила 1,47 т/га без добрив і 1,67 т/га по фоні внесення $N_{30}P_{15}K_{15}$. За передпосівної обробки

насіння Мікофрендом вона зросла до 1,60 і 1,82 т/га відповідно.

Отримані дані свідчать, що найбільш оптимальні умови для формування врожайності соняшнику забезпечувало розміщення культури після гороху та пшениці озимої у поєднанні з внесенням $N_{30}P_{15}K_{15}$ і передпосівною обробкою насіння Мікофрендом. Повторне вирощування соняшнику після соняшнику істотно знижувало продуктивність культури навіть за застосування добрив і біопрепарату.

Продуктивність культури істотно змінювалася під впливом попередників, мінерального живлення, обробки насіння Мікофрендом та кліматичних умов року (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність соняшнику залежно від ланки сівозміни, фону удобрення і передпосівної обробки насіння у роки вирощування, т/га

Ланка сівозміни (фактор А)	Фон удобрення (Фактор С)	Обробка насіння водою (фактор В)				Обробка насіння Мікофрендом (фактор В)			
		2023	2024	2025	2023–2025	2023	2024	2025	2023–2025
Кукурудза, пшениця озима, соняшник	без добрив (контроль)	2,43	2,05	1,29	1,92	2,74	2,30	1,44	2,16
	N ₃₀ P ₁₅ K ₁₅	2,86	2,40	1,43	2,23	3,09	2,59	1,54	2,41
Горох, пшениця озима, соняшник	без добрив (контроль)	2,91	2,44	1,57	2,31	3,17	2,66	1,71	2,51
	N ₃₀ P ₁₅ K ₁₅	3,11	2,87	1,72	2,57	3,35	3,10	1,86	2,77
Пшениця озима, пшениця озима, соняшник	без добрив (контроль)	2,30	1,90	1,51	1,90	2,53	2,08	1,66	2,09
	N ₃₀ P ₁₅ K ₁₅	2,48	2,10	1,66	2,08	2,70	2,29	1,83	2,27
Пшениця озима, соняшник, соняшник	без добрив (контроль)	1,84	1,65	0,91	1,47	1,99	1,80	1,01	1,60
	N ₃₀ P ₁₅ K ₁₅	2,07	1,92	1,02	1,67	2,24	2,09	1,12	1,82
НІР ₀₅	Фактор А	0,11	0,09	0,08					
	Фактор В	0,08	0,07	0,06					
	Фактор С	0,13	0,11	0,09					
	Фактор АВ	0,13	0,12	0,10					
	Фактор АС	0,15	0,13	0,11					
	Фактор ВС	0,12	0,10	0,08					
	Фактор АВС	0,14	0,11	0,11					

Найнижча врожайність насіння формувалася за повторного розміщення соняшнику після соняшнику в ланці сівозміни пшениця озима – соняшник – соняшник. За обробки насіння водою та без внесення добрив середня врожайність за 2023–2025 рр. склала лише 1,47 т/га, а за внесення N₃₀P₁₅K₁₅ зросла до 1,67 т/га. Передпосівна обробка насіння Мікофрендом підвищила її відповідно до 1,60 і 1,82 т/га, що свідчить про позитивний вплив біопрепарату навіть за розміщення культури в сівозміні по менш сприятливому попереднику.

Найвищу врожайність насіння соняшнику отримано в ланці горох – пшениця озима – соняшник. У цьому варіанті за обробки насіння водою та без добрив середня врожайність склала 2,31 т/га, а по фону внесення N₃₀P₁₅K₁₅ – 2,57 т/га. За передпосівної обробки насіння Мікофрендом урожайність зростала до 2,51 т/га на неудобреному фоні та до 2,77 т/га за внесення мінеральних добрив. Це свідчить про створення кращих умов для формування продуктивності соняшнику за включення гороху до складу ланки сівозміни.

Ланка сівозміни кукурудза – пшениця озима – соняшник забезпечила середню врожайність за обробки насіння водою, яка становила 1,92 т/га без добрив і 2,23 т/га за внесення N₃₀P₁₅K₁₅. За обробки насіння Мікофрендом її рівні зросли до 2,16 та 2,41 т/га відповідно. Подібну закономірність спостерігали і в ланці пшениця озима – пшениця озима – соняшник, де застосування добрив та Мікофренду також призводило до приросту врожайності.

У всі роки досліджень передпосівна обробка насіння Мікофрендом забезпечувала вищі показники врожайності порівняно з обробкою водою. Найбільші абсолютні значення врожайності насіння визначено у 2023 році, тоді як у 2025 році продуктивність культури була найнижчою в усіх варіантах дослідів, що зумовлено менш сприятливими погодними умовами.

Внесення мінерального добрива N₃₀P₁₅K₁₅ підвищувало врожайність насіння соняшнику в усіх ланках сівозміни. Максимальний результат забезпечило поєднання ланки горох – пшениця озима – соняшник,

внесення N₃₀P₁₅K₁₅ та проведення передпосівної обробки насіння Мікофрендом, де середня врожайність за 2023–2025 рр. склала 2,77 т/га.

Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено, що врожайність соняшнику в умовах Південного Степу України значною мірою залежала від ланки сівозміни, фону мінерального удобрення та передпосівної обробки насіння. Найсприятливіші умови для формування продуктивності культури забезпечувало розміщення соняшнику після гороху та пшениці озимої. У цій ланці сівозміни сформовано найвищу за роки досліджень середню врожайність насіння – 2,77 т/га за внесення N₃₀P₁₅K₁₅ та проведення передпосівної обробки насіння Мікофрендом. Застосування мінерального удобрення підвищувало врожайність соняшнику в усіх досліджуваних ланках сівозміни. Передпосівна обробка насіння Мікофрендом також сприяла зростанню насінневої продуктивності культури порівняно з обробкою водою. Мінімальна врожайність формувалася за повторного розміщення соняшнику після соняшнику в ланці сівозміни пшениця озима – соняшник – соняшник. Повторне вирощування соняшнику знижувало продуктивність культури навіть за застосування добрив і біопрепарату. Отримані результати підтверджують доцільність поєднання раціонального добору попередника, помірного мінерального удобрення та передпосівної обробки насіння біологічним препаратом (Мікофрендом) для підвищення врожайності соняшнику за вирощування його в посушливих умовах Південного Степу України.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з необхідністю вивчення ефективності попередників, фону удобрення та передпосівної обробки насіння біологічним препаратом для нових гібридів соняшнику, які постійно оновлюються у виробництві та відрізняються за тривалістю вегетаційного періоду, посухостійкістю, стійкістю до хвороб і реакцією на рівень мінерального живлення.

Особливої уваги потребує оцінка цих технологічних заходів за різних погодних умов років вирощування, оскільки посилення посушливості, нерівномірний розподіл опадів і високі температури істотно змінюють умови формування врожайності насіння соняшнику. Подальші дослідження доцільно спрямувати на визначення найбільш ефективних поєднань гібрида, попередника, мінерального живлення та біопрепаратів для забезпечення сталої продуктивності й екологічного виробництва культури в умовах Південного Степу України.

ДЕКЛАРАЦІЇ

Етична заява

Не застосовується.

Фінансування

Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

Подяки

Немає.

Декларація щодо використання ШІ та технологій на основі ШІ

Автори заявляють, що не використовували штучний інтелект або технології на основі ШІ під час підготовки цього рукопису.

References

- Dehtiarova, Z. (2022). The effect of short-term crop rotation with different proportions of sunflower on cellulolytic activity of the soil. *Soil Science Annual*, 73(4), 1–8. <https://doi.org/10.37501/soilsa/156097>
- Zani, C. F., Manning, D. A. C., Abbott, G. D., Taylor, J. A., Cooper, J., & Lopez-Capel, E. (2023). Diversified crop rotations and organic amendments as strategies for increasing soil carbon storage and stabilisation in UK arable systems. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1113026. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1113026>
- Liu, Q., Zhao, Y., Li, T., Chen, L., Chen, Y., & Sui, P. (2023). Changes in soil microbial biomass, diversity, and activity with crop rotation in cropping systems: A global synthesis. *Applied Soil Ecology*, 186, 104815. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104815>
- Li, M., Guo, J., Ren, T., Luo, G., Shen, Q., Lu, J., Guo, S., & Ling, N. (2021). Crop rotation history constrains soil biodiversity and multifunctionality relationships. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107550. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107550>
- Kussul, N., Deininger, K., Shumilo, L., Lavreniuk, M., Ali, D. A., & Nivievskiy, O. (2022). Biophysical impact of sunflower crop rotation on agricultural fields. *Sustainability*, 14(7), 3965. <https://doi.org/10.3390/su14073965>
- Syromiatnykov, Y., Ishniyazova, S., Troyanovskaya, I., Voinash, S., Garkin, I., Malikov, V., & Orekhovskaya, A. (2026). optimizing crop rotation and cereal saturation for sustainable winter wheat production under semiarid conditions of Uzbekistan. *Advances in Agriculture*, 2026(1), 5863850. <https://doi.org/10.1155/aia/5863850>
- Dehtiarova, Z., Shevchenko, M., Dehtiarov, Y., & Budyonny, V. (2024). The efficiency of short-term crop rotations with different sunflower saturation. *Scientific Horizons*, 27(12), 47–55. <https://doi.org/10.48077/scihor12.2024.47>

- Al-Musawi, Z. Kh., Vona, V., & Kulmány, I. M. (2025). Utilizing different crop rotation systems for agricultural and environmental sustainability: A review. *Agronomy*, 15(8), 1966. <https://doi.org/10.3390/agronomy15081966>
- Jarecki, W. (2022). Effect of varying nitrogen and micronutrient fertilization on yield quantity and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) achenes. *Agronomy*, 12(10), 2352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102352>
- Coelho, E. d. S., Souza, A. R. E. d., Lins, H. A., Santos, M. G. d., Freitas Souza, M. d., Tartaglia, F. d. L., de Oliveira, A. K. S., Lopes, W. d. A. R., Silveira, L. M., Mendonça, V., & Barros Júnior, A. P. (2022). Efficiency of nitrogen use in sunflower. *Plants*, 11(18), 2390. <https://doi.org/10.3390/plants11182390>
- Crista, F., Radulov, I., Imbrea, F., Manea, D. N., Boldea, M., Gergen, I., Ienciu, A. A., & Bănăţean Dunea, I. (2023). The study of the impact of complex foliar fertilization on the yield and quality of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) by principal component analysis. *Agronomy*, 13(8), 2074. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082074>
- Crista, F., Imbrea, F., Radulov, I., Crista, L., & Lato, A. (2024). Assessment of the effects of complex foliar fertilization on the yield and quality of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.). *24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings SGEM 2024, Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems*, 24(3.2), 203–212. <https://doi.org/10.5593/sgem2024v3.2/s12.27>
- Pruthviraj, N., Geetha, K. N., Chandrashekar, C. P., Raghu, A. V., Prasad, G., Ramarao, Gangana Gowdra, V. M., Nagangoudar, M. B., Harish, M. C., Karthik, A. N., Dhanush, G., Tilak, K., & Kotresh, D. J. (2025). Evaluation of the altered enzymatic and pollen activity in sunflower on application of nanoparticles. *Plant Physiology and Biochemistry*, 220, 109471. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.109471>
- Ali, S., Riaz, A., Mamtaz, S., & Haider, H. (2023). Nutrients and crop production. *Current Research in Agriculture and Farming*, 4(2), 1–15.
- Hamaiunova, V. V., & Pavlov, V. O. (2024). From stubble to healthy soil: the role of biodestructors in agriculture. *Agrarian Innovations*, 28, 32–37. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.5>
- Gamayunova, V. V., & Pavlov, V. O. (2024). Total water consumption of sunflower under the influence of researched factors in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 140, 88–95. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.12>
- Debaeke, P., Casadebaig, P., & Langlade, N. B. (2021). New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems. *OCL*, 28, 29. <https://doi.org/10.1051/ocl/2021016>
- Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu: navchalnyi posibnyk* [Methodology of field experiment: a study guide]. Hrin D. S. (in Ukrainian)
- Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshopt, Ye. A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navchalnyi posibnyk: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy* [Research in agronomy: a textbook: in 2 books. Book 1. Theoretical aspects of research] (A. O. Rozhkov, Ed.). Maidan (in Ukrainian)
- Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshopt, Ye. A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navchalnyi posibnyk: u 2 kn. Kn. 2. Statystychna obrobka rezul'tativ ahronomicznykh doslidzhen* [Research in agronomy: a textbook: in 2 books. Book 2. Statistical processing of agronomic research results] (A. O. Rozhkov, Ed.). Maidan. (in Ukrainian)

ORCID

V. Hamaiunova 
T. Baklanova 
L. Hrylya 

<https://orcid.org/0000-0002-4151-0299>
<https://orcid.org/0000-0002-6699-2693>
<https://orcid.org/0000-0002-8964-4253>



2026 by the author(s). 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.