

The effect of fertilizers on the yield and quality of sunflower seeds when grown in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine

V. Hanhur[✉] | I. Poliakov | M. Chernysh | V. Solianyuk | A. Hospodynko

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangu@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Hanhur, V., Poliakov, I., Chernysh, M., Solianyuk, V., & Hospodynko, A. (2026). The effect of fertilizers on the yield and quality of sunflower seeds when grown in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 29(1), 49–54. doi: 10.31210/spi2026.29.01.08

The study of increasing the productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as one of the leading and most economically profitable oil crops in the agricultural sector of Ukraine is relevant. Taking into account the strategic importance of sunflowers on the global vegetable oil market, where Ukraine plays a key role, the research focused on optimizing the technological methods of its cultivation, in particular through the rational use of mineral fertilizers. The aim of the research was to determine the effect of different fertilization levels on the yield and quality parameters of seeds of sunflower hybrids of different biotypes. The research was conducted during 2024–2025 at the experimental field of the Poltava State Agricultural Research Station named after M. I. Vavilov. It was found that fertilizer application increased the yield of the Yarilo hybrid by 0.40–0.61 t/ha (26.5–40.4 %). The maximum result was obtained with the $N_{90}P_{100}K_{90}$ rate. It was found that the exclusion of potassium ($N_{90}P_{100}$) did not lead to a significant yield loss, with a difference of only 3.9 %. The highest yield of the Ravelin hybrid (2.14 t/ha) was observed when $N_{90}P_{100}K_{90}$ was applied, which is 40.8 % higher than the control variant. Nitrogen-phosphorus fertilization also proved highly efficient, with seed yield increasing by 32.9–38.2 % compared to the control. The mid-season hybrid Guslar showed the highest sensitivity to the nutrient supply. The maximum yield (2.27 t/ha) was obtained with the application of mineral fertilizers at a dose of $N_{90}P_{100}K_{90}$, which was 32.0 % higher than the variant without fertilizers. Special attention in the study was given to analyzing the effect of mineral nutrition levels on seed oil content. It has been established that intensification of the sunflower fertilization system and increased yields lead to a gradual decrease in oil content. Even minimal doses of $N_{50}P_{60}$ fertilizers reduced oil content by 0.5–0.9 %, depending on the biological characteristics of the hybrid. The highest seed quality was observed in the control variant without fertilizers. It has been proven that although complete mineral fertilizer (NPK) is the most effective in terms of its impact on seed yield formation, the role of potassium in the soils where the study was conducted is less pronounced compared to nitrogen and phosphorus. The results prove that the optimal fertilizer dose should be based on the biological characteristics of a specific hybrid in order to achieve a balance between yield and oil content.

Keywords: sunflower, hybrid, mineral fertilizers, nitrogen, phosphorus, potassium, yield, oil content.

Вплив добрив на урожайність та якість насіння соняшнику за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України

В. В. Гангур | І. А. Поляков | М. Р. Черниш | В. А. Соляник | А. С. Господицько

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Вивчення питання підвищення продуктивності соняшнику (*Helianthus annuus* L.) як однієї з провідних та найбільш економічно вигідних олійних культур в аграрному секторі України є актуальним. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних рівнів удобрення на урожайність та параметри якісних показників насіння гібридів соняшнику різних біотипів. Дослідження проведено впродовж 2024–2025 рр., на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова. Встановлено, що внесення добрив забезпечило збільшення урожайності гібриду Ярило на 0,40–0,61 т/га (26,5–40,4 %). Максимальний результат отримано за норми $N_{90}P_{100}K_{90}$. Виявлено, що виключення калію ($N_{90}P_{100}$) не призводило до істотного недобору урожаю, різниця становила лише 3,9 %. Найвищий рівень урожайності гібриду Равелін (2,14 т/га) зафіксовано у разі застосування $N_{90}P_{100}K_{90}$, що на 40,8 % перевищує контрольний варіант. Азотно-фосфорне живлення також продемонструвало високу ефективність, зокрема приріст урожайності насіння становив 32,9–38,2 % відносно контролю. Середньостиглий гібрид Гуслар виявив найвищу чутливість до фону живлення. Максимальну врожайність (2,27 т/га) досягнуто за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{100}K_{90}$, що на 32,0 % вище за варіант без добрив. Особливу увагу в роботі приділено аналізу впливу рівня мінерального живлення на олійність насіння. Встановлено, що інтенсифікація системи удобрення соняшника та збільшення врожайності призводять до поступового зниження вмісту олії. Навіть мінімальні дози добрив $N_{50}P_{60}$ знижували олійність на 0,5–0,9 % залежно від біологічних особливостей гібриду. Найвищі якісні показники насіння спостерігали на контрольному варіанті без добрив. Доведено, що хоча повне мінеральне добриво (NPK) є найбільш ефективним за впливом на формування урожайності насіння, проте роль калію на ґрунтах, де проводили дослідження, є менш вираженою порівняно з азотно-фосфорними.

Ключові слова: соняшник, гібрид, мінеральні добрива, азот, фосфор, калій, урожайність, олійність.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Поляков І. А., Черниш М. Р., Соляник В. А., Господицько А. С. Вплив добрив на урожайність та якість насіння соняшнику за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2026. № 29 (1). С. 49–54.



Вступ

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) належить до групи провідних та найбільш економічно вигідних культур у сучасному аграрному виробництві України. Саме цій культурі належить чільне місце на світовому ринку рослинних олій як за обсягами вирощування, так і за експортним потенціалом. Розширення площ його вирощування та розроблення нових і вдосконалення існуючих технологічних прийомів зумовили збільшення валового виробництва насіння соняшнику [12].

Високий генетичний потенціал продуктивності культури, її стійкість до мінливих погодних умов та стабільний попит на насіння соняшнику та продукти його переробки на європейському ринку спонукають аграріїв активно розвивати цей напрям. Це, зокрема, зумовлює необхідність ретельного добору та висіву нових високоврожайних гібридів, здатних забезпечити максимальний рівень урожайності та олійності насіння [5, 6], розроблення і застосування науково обґрунтованої системи удобрення [4].

Соняшник протягом усього періоду вегетації характеризується підвищеними вимогами до мінерального живлення, зокрема до забезпеченості ґрунту макроелементами – азотом, фосфором і калієм, а також мікроелементами – бором, цинком та марганцем. Вміст поживних речовин у ґрунті та ступінь їх доступності кореневій системі рослин значною мірою визначають рівень урожайності цієї культури. Досягти максимальної продуктивності та економічної віддачі можливо лише за умов науково обґрунтованого застосування комплексу агротехнічних заходів, серед яких ключові позиції належать збалансованій системі удобрення [2, 14, 15].

Соняшник, порівняно із зерновими культурами, характеризується подовженим періодом засвоєння поживних речовин та значно більшою їх потребою. У досліді Полтавської ДСГДС ім. М.І. Вавилова, за розрахунку балансу поживних речовин встановлено, що із врожаєм насіння 2,0–2,5 т/га соняшник виносить із ґрунту 120–140 кг/га азоту, 50–65, фосфору та понад 300 кг/га калію [16]. Подібні дані щодо використання елементів живлення із ґрунту на формування врожаю соняшника одержано В. А. Мазуром із співавторами [10].

Результати досліджень одержані в різних науково-дослідних установах показали, що дефіцит азоту негативно позначається на формуванні кошика [3, 23], а його надлишок призводить до зниження олійності насіння та посиленого вегетативного росту [22, 17]. Дефіцит фосфору зумовлює гальмування фізіологічних процесів пов'язаних із формуванням та наливом сім'янок, достатня його вміст сприяє підвищенню посухостійкості рослин та олійності насіння фосфору або калію призвів до змін хімічного складу листової маси рослин соняшнику [1].

Alipatra із співавторами [18] дослідили, що оптимальна доза азоту під соняшник становить 80 кг/га, але ефективність її найбільш повно реалізується в поєднанні з удобренням фосфором, калієм, сіркою. Дослідженнями К. Гомеса та співавторів [19] підтверджено, що ефективність внесення

мінеральних та органічних добрив під соняшник підвищується у разі проведення зрошення. У свою чергу, дослідження Milev (2015) [21] свідчить про краще реагування соняшнику на багатокомпонентні мінеральні добрива, що забезпечує збільшення врожайності та поліпшення якості насіння.

У ході польових досліджень Хаммад із співавторами [20] встановили, що соняшник потребує помірних доз мінеральних добрив NPK і позитивно реагує як на внесення органічних добрив, так і на надходження органічної речовини до ґрунту у вигляді рослинних решток, зокрема соломи.

Отже, аналіз джерел наукової літератури показує, що внесення мінеральних добрив під соняшник є ефективним заходом управління врожайністю культури. Для одержання максимального ефекту від їх застосування необхідно використовувати індивідуальний підхід до визначення оптимальної дози добрив, зокрема, враховувати біокліматичний потенціал регіону, біологічні вимоги сучасних гібридів до фону живлення.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних рівнів удобрення на урожайність та параметри якісних показників насіння гібридів соняшнику різних біотипів.

Завдання дослідження – дослідити вплив фону мінерального живлення на урожайність насіння гібридів соняшнику; визначити вплив різних доз мінеральних добрив на олійність насіння соняшнику.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова у короткотерміновому польовому досліді. Земельна ділянка, де проводили дослідження, представлена чорноземом типовим малогумусним. За даними агрохімічних аналізів у шарі ґрунту 0–20 см міститься 3,4 % гумусу, що відповідає середньому рівню забезпеченості органічною речовиною. Реакція ґрунтового розчину слабкисла – рН сольове 5,9. В орному шарі вміст легкогідролізованого азоту (за методом Тюріна і Конової) дорівнює 6,14 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 16,8 мг/100 г, обмінного калію (за Масловою) – 21,8 мг/100 г.

Площа ділянки: посівна – 112,0 м², облікова – 56,0 м². Повторність дослідних варіантів триразова. У досліді вирощували наступні гібриди соняшнику: Ярило (ранньостиглий), Равелін (середньоранній), Гусяр (середньостиглий). Сівбу гібридів соняшнику здійснювали широкорядним способом із шириною міжрядь 0,70 м. Строк сівби припав на кінець другої декади квітня, за стабільного прогрівання ґрунту до 7–8 °С на глибині загортання насіння. Густота стояння рослин при цьому становила 50 тис. шт./га. Схема удобрення передбачала наступні варіанти: контроль (без добрив); N₅₀P₆₀; N₇₀P₈₀; N₉₀P₁₀₀; N₉₀P₁₀₀K₉₀.

Погодні умови у роки проведення досліджень (2024–2025) мали певні відхилення відносно середніх багаторічних значень. Так, середньомісячна

температура весняного періоду 2024 р. становила 10,5 °С, або була на 1,5 °С нижчою за середній багаторічний показник. Впродовж весняних місяців сума опадів становила 129 мм, що на 5,3 % більше за норму. За літній період 2024 р. випало 127,7 мм опадів за суми позитивних середньодобових температур 1969 °С, що перевищувало норму, відповідно 193,3 мм і 1671 °С. Однак, слід зазначити, що умови зволоження та температурний режим упродовж періоду інтенсивного росту соняшнику часто не відповідали його біологічним вимогам. Зокрема, дефіцит вологи спостерігали у липні і серпні, що мало негативний вплив на формування врожайності.

Весняні умови 2025 р. загалом були помірно сприятливими для розвитку польових культур, за винятком першої декади травня, в якій фіксували приморозки на поверхні ґрунту. Погодні умови літнього періоду переважно відповідали агрокліматичним вимогам соняшнику, за винятком серпня, коли спостерігали істотний дефіцит опадів на фоні високих температур повітря.

Для оцінки продуктивних і якісних показників гібридів проводили наступні спостереження та обліки.

За проведення обліку врожайності соняшнику кошики зрізали вручну з облікової площі ділянок з подальшим їх обмолотом за допомогою зернозбирального комбайна «Сампо-500». Олійність насіння соняшнику визначали в агрохімічній лабораторії методом Рушковського [8].

Математичну обробку результатів польових та лабораторних дослідів виконували за допомогою методу дисперсійного аналізу [7].

Результати та їх обговорення

Одним із дієвих чинників управління насіннєвою продуктивністю соняшнику є раціональне використання мінеральних добрив. Їх використання зумовлює прямий вплив на рослини, тобто дія мінеральних добрив має безпосередній вплив на збільшення врожайності насіння, забезпечуючи біологічні вимоги культури до споживання елементів мінерального живлення.

Одержані експериментальні дані польового дослідження також засвідчили вагоме значення мінеральних добрив у формуванні врожаю насіння соняшнику (рис. 1). Так, вирощування соняшнику ранньостиглого гібриду Ярило на фоні різних доз мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності насіння на 0,40–0,61 т/га або 26,5–40,4 % порівняно з контролем. Результати дослідження свідчать, що різні дози азотно-фосфорних добрив, зокрема N₅₀P₆₀ до N₇₀P₈₀ і N₉₀P₁₀₀ мали практично рівнозначний вплив на продуктивність культури. При цьому різниці між варіантами удобрення за урожайністю насіння становила лише 0,03–0,13 т/га. Максимальну урожайність насіння формував гібрид соняшнику Ярило за внесення N₉₀P₁₀₀K₉₀. Однак дослідження свідчать, що у разі виключення калію і внесення лише N₉₀P₁₀₀ різниця в урожайності між варіантами удобрення була не істотною становила лише 0,08 т/га або 3,9 %.

Найвищу врожайність насіння середньораннього гібриду Равелін (2,14 т/га) одержано на фоні внесення мінеральних добрив із розрахунку N₉₀P₁₀₀K₉₀. Приріст урожайності насіння культури дорівнював 0,62 т/га або 40,8 % порівняно із варіантом без добрив. У досліді також ефективним було і внесення лише азотно-фосфорних добрив, які забезпечили істотне збільшення врожайності насіння соняшнику на 0,50–0,58 т/га або 32,9–38,2 % відносно контролю. Водночас різниця в урожайності між варіантами дослідження із різним рівнем азотно-фосфорного живлення знаходилася в межах НІР.

Середньостиглий гібрид Гусяр характеризувався більш вираженою позитивною реакцією на фон живлення. Найвищу врожайність насіння (2,27 т/га) одержано за внесення мінеральних добрив у дозі N₉₀P₁₀₀K₉₀. При цьому приріст урожайності відносно контролю становив 0,55 т/га або 32,0 %. Виявлено, що різні дози азотно-фосфорних мінеральних добрив також позитивно впливали на формування урожайності соняшнику, зокрема забезпечили збільшення урожайності на 0,35–0,46 т/га, або 20,3–26,7 % порівняно з варіантом без добрив.

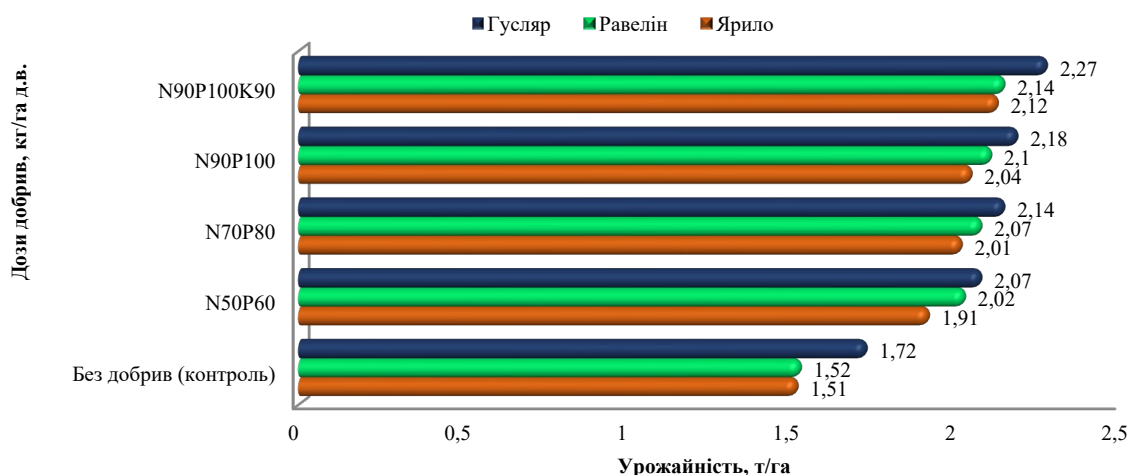


Рис. 1. Урожайність соняшнику залежно від рівня мінерального живлення, т/га (середнє за 2024–2025 рр.)

Примітки: НІР_{0,95}: чинник А (гібрид) – 0,07 т/га; чинник В (добрива) – 0,09 т/га; взаємодія чинників АВ – 0,21 т/га.

Отримані результати польового дослідження підтвердили ключове значення мінерального живлення у формуванні насінневої продуктивності соняшнику. Встановлено, що раціональна система удобрення є одним із найвагоміших чинників управління урожайністю, оскільки забезпечує рослини необхідними елементами живлення та сприяє реалізації їхнього біологічного потенціалу продуктивності. Порівняння варіантів удобрення показало чітку тенденцію до зростання врожайності у разі підвищення дози елементів мінерального живлення.

У цілому встановлено, що гібриди соняшнику, що вивчали у досліді, позитивно реагували на внесення мінеральних добрив, проте сила прояву цієї реакції залежить від біологічних особливостей гібриду та рівня мінерального забезпечення. Відзначено, що найбільш ефективними були варіанти удобрення, де вносили повний комплекс поживних речовин (NPK), хоча вплив додавання калію був мало вираженим. Отримані експериментальні дані узгоджуються з результатами інших дослідників, які наголошують, що важливою умовою формування високої продуктивності соняшнику є збалансоване мінеральне живлення культури впродовж періоду вегетації. Так, за даними Інституту сільського господарства Степу НААН виявлено, що рівень забезпеченості ґрунту поживними речовинами впродовж періоду вегетації слугує передумовою формування високих та сталих

врожайів посівів соняшника. Результати досліджень свідчать, що на фоні добрив максимальну врожайність насіння (3,85 т/га) забезпечив гібрид LG55.82 за першого строку сівби та густоти рослин 60 тис./га [11]. Дослідженнями проведеними в умовах Західного Полісся спостерігали формування найвищої врожайності гібридів соняшнику Годувальник – 3,22 т/га, Гусяр – 2,24, Інтеграл – 2,23 т/га за внесення мінеральних добрив у дозі N₉₀P₆₀K₁₂₀ та поєднання їх з позакореневим підживленням стимулятором росту Вимпел 2 (0,5 л/га) у фазах 3–4 і 5–6 листків культури. Максимальний вміст олії в насінні гібридів соняшнику (Годувальник – 55,2, Інтеграл – 54,5, Гусяр – 50,2 %) формувався на фоні внесення N₆₀P₃₀K₉₀ [9].

Вміст олії та інших пластичних речовин у насінні соняшника, може значно змінюватися за впливу різних технологічних чинників, зокрема і забезпеченості посівів поживними речовинами.

Результати проведених досліджень свідчать про безпосередній вплив рівня мінерального живлення на вміст олії в насінні гібридів соняшнику. Дослідженнями встановлено, що збільшення урожайності під дією добрив супроводжується зменшенням олійності насіння культури. Максимальне значення цього показника спостерігали під час вирощування гібридів на варіанті без внесення мінеральних добрив (рис. 2).

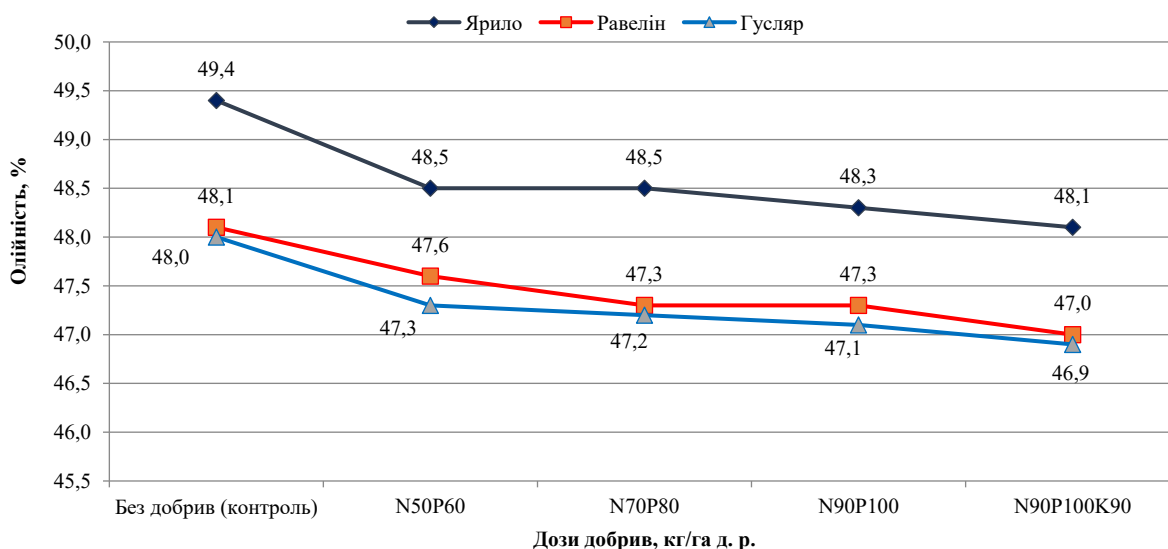


Рис. 2. Олійність соняшнику залежно від рівня мінерального живлення, % (середнє за 2024–2025 рр.)

Слід відзначити, що внесення навіть мінімальної дози добрив N₅₀P₆₀ зумовлювало зниження вмісту олії в насінні соняшнику, зокрема у гібриду Ярило – на 0,9 %, Равелін – на 0,5 %, Гусяр – на 0,7 % порівняно із контролем. Науковці пояснюють це явище тим, що використання азотних добрив в системі удобрення соняшнику сприяє активізації синтезу білків, але при цьому пригнічується пригнічуються процеси, які беруть участь в утворенні вуглеводів і жирів [13]. Подальше збільшення норми мінеральних добрив також супроводжувалося зменшенням вмісту олії в насінні гібридів соняшнику, однак різниця від значень відносно варіанту із найменшою дозою

добрив була мінімальною. Автори досліджень звертають увагу на те, що додавання до азотно-фосфорної тукосуміші ще й калійних добрив не забезпечило істотного збільшення вмісту олії, його значення були на рівні інших варіантів удобрення.

Висновки

За результатами польових досліджень підтверджено істотний позитивний вплив мінерального живлення на формування урожайності насіння соняшнику, зокрема внесення добрив забезпечило приріст урожайності на 20,3–40,8 % порівняно з

контролем, незалежно від групи стиглості гібридів. Установлено, що різні дози азотно-фосфорних добрив мали переважно близький за величиною вплив на врожайність насіння, а різниця між варіантами удобрення була незначною та часто перебувала в межах статистичної похибки. Виявлено, що підвищення рівня мінерального живлення, поряд зі зростанням урожайності, супроводжувалося зниженням вмісту олії в насінні соняшнику. Загалом, отримані експериментальні дані свідчать про необхідність оптимізації системи удобрення соняшнику з урахуванням балансу між підвищенням урожайності насіння та збереженням його високих якісних показників, зокрема олійності.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні більш широкого спектру доз мінеральних добрив, зокрема і розрахованих на винос запланованим урожаєм насіння соняшнику.

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

- Hanhur, V., Kosminskyi O., Len, O., & Totskyi, V. (2022). Effect of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 50–56. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
- Hanhur, V. V. (2021). Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of different maturity groups. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 116–121. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.13>
- Hospodarenko, H. M. (2018). *Systema zastosuvannia dobryv* [System of fertilizer application]. SIK HRUP Ukraina [in Ukrainian]
- Domaratskyi, Ye. O., Dobrovolskyi, A. V., Bazalii, V. V., Pichura, V. I., & Domaratskyi, O. O. (2020). *Soniashnyk: ekolohichni shliakhy optymizatsii yoho zhyvlennia* [Sunflower: ecological ways to optimize its nutrition]. Oldi-plus [in Ukrainian]
- Yeremenko, O. A. (2017). Sunflower productivity depending on mineral nutrition and presowing seed treatment in the conditions of insufficient moisture. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 25–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.03.04>
- Yeremenko, O. A., & Kalytka, V. V. (2017). Urozhainist soniashnyku zalezno vid aghrometeorolohichnykh umov Zaporizkoi oblasti [Sunflower yield depending on the agrometeorological conditions of the Zaporizhzhia region]. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur*, (24), 156–165 [in Ukrainian]
- Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk* [Fundamentals of scientific research in agronomy: Textbook]. PP TD Edelveis i K [in Ukrainian]
- Lavryk, O. O., & Burlaka, V. A. (2016). *Zookhimichnyi analiz kormiv. Khimichnyi ta atomno-adsorbtsiynyi analiz kormiv: Navchalnyi praktykum* [Zoochemical analysis of feed. Chemical and atomic absorption analysis of feed: Educational workshop]. Zhytomyr National Agroecological University [in Ukrainian]
- Kurach, O., Lukaschuk, L., & Pershuta, V. (2023). Effect of doses of mineral fertilizers and growth stimulants on the productivity of sunflower hybrids. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 101 (8), 12–19. <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202308-02>
- Mazur, V., Didur, I., Tsyhanskyi, V., & Malamaura, S. (2020). Formation of productivity of sunflower hybrids depending on the level of fertilization and humidity conditions. *Agriculture and Forestry*, 4, 208–220. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-17>
- Pinkovsky, G. V., Maschenko, Yu. V., & Tanchyk, S. P. (2019). Influence of elements of nutrients on the fertility of soil and productivity of sunflower in the Right-Bank Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 107, 145–150. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19>
- Ryzhenko, A. S., Kalenska, S. M., Prysiashniuk, O. I., & Mokriienko, V. A. (2020). Yield plasticity of sunflower hybrids in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16 (4), 402–406. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.4.2020.224058>
- Skydan, V., & Skydan, M. (2016, June 10). *Vplyv pryposivnoho vnesennia dobryv ta pidzhyvlennia na soniashnyk* [Influence of pre-sowing fertilization and top dressing on sunflower]. *Ahrobiznes*. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/662-vplyv-pryposivnoho-vnesennia-dobryv-ta-pidzhyvlennia-na-soniashnyk.html> [in Ukrainian]
- Totskyi, V., Hanhur, V., Onipko, V., Mishchenko, O., Kosminskyi O., Poliakov, I., & Motrych, R. (2023). Influence of the fertilizer system on the biometric, productive and quality indicators of sunflower hybrids in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 52–57. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.10>
- Totskyi, V., Hanhur, V., & Poliakov, I. (2024). Yield and quality of seed of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) depending on the fertilizer system. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (3), 5–11. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.03.01>
- Totskyi, V. M., & Poliakov, O. I. (2007). Formuvannia vrozhaivosti ta vykhid olii v zalezhnosti vid ahropyriomiv vyroshchuvannia soniashnyku v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of yield and oil output depending on agricultural practices of sunflower cultivation in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur UAN*, (12), 245–249. [in Ukrainian]
- Ahmad, M. I., Ali, A., He, L., Latif, A., Abbas, A., Ahmad, J., Ahmad, M. Z., Asghar, W., Bilal, M., & Mahmood, M. T. (2018). Nitrogen effects on sunflower growth: a review. *International Journal of Biosciences*, 12 (6), 91–101. <https://doi.org/10.12692/ijb/12.6.91-101>
- Alipatra, A., Banerjee, H., Bhattacharyya, K., Bandopadhyay, P., & Ray, K. (2019). Yield and quality of hybrid sunflower (*Helianthus annuus*) as affected by irrigation and fertilization. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 89 (9), 1419–1424. <https://doi.org/10.56093/ijas.v89i9.93480>
- Gomes, K. R., Viana, T. V. D. A., Sousa, G. G. d., Costa, F. R. B., & Azevedo, B. M. d. (2018). Irrigation and organic and mineral fertilization in sunflower crop. *Comunicata Scientiae*, 8 (2), 356–366. <https://doi.org/10.14295/cs.v8i2.1596>
- Hammad, H., Tahir, M. A., Sabah, N.-U., Sarwar, G., Aftab, M., Manzoor, M. Z., Riaz, A., Niaz, A., & Arif, M. (2021). Phosphorus utilization efficiency by sunflower (*Helianthus annuus* L.) from sparingly soluble P source under P deficient environment. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34 (2), 294–299. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.2.294.299>
- Milev, G. (2015). Effect of foliar fertilization on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agricultural Science and Technology*, 7, 324–327.

22. Oyinlola, E. Y., Ogunwole, J. O., & Amapu, I. Y. (2010). Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen application in a savanna Alfisol. *Helia*, 33 (52), 115–125. <https://doi.org/10.2298/hel1052115o>
23. Watanabe, T., Okada, R., & Urayama, M. (2022). Differences in ionic responses to nutrient deficiencies among plant species under field conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 45 (10), 1493–1503. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.2020837>

ORCID

- V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>
- I. Poliakov  <https://orcid.org/0009-0000-0025-8253>
- M. Chernysh  <https://orcid.org/0009-0005-5010-1330>
- V. Solianyk  <https://orcid.org/0009-0001-9877-2273>
- A. Hospodynko  <https://orcid.org/0009-0008-5017-3555>



© 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.