

Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards

V. Hanhur  | O. Kosminskyi

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangur@gmail.com

Poltava State Agrarian
University, Skovoroda St.,
1/3, Poltava, 36000,
Ukraine

Citation: Hanhur, V., & Kosminskyi, O. (2023). Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 5–9. doi: 10.31210/spi2023.26.02.01

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of the most widespread, highly productive and export-oriented oilseeds in the agricultural sector of Ukraine. The main key to growing consistently high yields of sunflower is the creation of prerequisites for increasing the productivity of their photosynthesis, that is, the synthesis of the maximum amount of organic matter per unit area of the leaf surface for a certain period of time. It was experimentally established that the use of fertilizers, especially nitrogen fertilizers, has a positive effect on the development of leaf surface of sunflower plants. According to the results of a short-term field experiment, it was found that in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, an increase in the content of nutrients in the soil by applying mineral fertilizers provided an increase in the leaf area of sunflower hybrids of different maturity groups. It was found that the early-ripening hybrid Oreol formed the maximum leaf area (29.6 thousand m²/ha) when applying mineral fertilizers at a dose of N₇₀P₁₀₀K₈₀. It was established that the reduction of the dose of nitrogen and phosphorus fertilizers was accompanied by a decrease in the size of the leaf surface area, compared to the variant of applying the maximum dose of mineral fertilizers, the difference was 8.1–10.1 %. The mid-early hybrid formed almost the same leaf area, in particular 30.6 and 30.5 thousand m²/ha, for the application of both the full dose of mineral fertilizers N₇₀P₁₀₀K₈₀ and only nitrogen-phosphorus mineral fertilizers at a dose N₇₀P₁₀₀. The application of N₇₀P₁₀₀ was better for the leaf surface growth of the mid-season hybrid Drive, where it was 31.0 thousand m²/ha. The application of medium doses of fertilizers, in particular N₅₀P₇₀ and N₇₀P₁₀₀, by the influence on the leaf surface area formation of sunflower plants occupied an intermediate position. The exceeding of the control, by leaf area, was 17.7 and 19.7 %. It was established that, on average for the variants of the experiment, the leaf surface area of the early-ripening hybrid Oreol was the smallest and amounted to 27.2 thousand m²/ha. The leaf surface area of the mid-early hybrid Drive and mid-ripening hybrid Cadet was almost the same, but compared to the previous hybrid it was higher by 4.6–4.9 %.

Keywords: sunflower, hybrids, mineral fertilizers, leaf area, fertilizer dose.

Формування фотосинтетично-активної поверхні рослин гібридів соняшнику залежно від норм добрив

В. В. Гангур | О. О. Космінський

Полтавський державний
аграрний університет,
Полтава, Україна

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) належить до найбільш поширених, високопродуктивних та експорторієнтованих олійних культур в аграрному секторі України. Експериментальним шляхом встановлено, що застосування добрив, насамперед азотних, має позитивний вплив на розвиток листової поверхні у рослин соняшнику. За результатами польового короткотермінового дослідження встановлено, що в умовах Лівобережного Лісостепу України збільшення вмісту поживних речовин в ґрунті шляхом внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення площі листової поверхні посівів гібридів соняшнику різних груп стиглості. З'ясовано, що ранньостиглий гібрид Ореол максимальну площу листків (29,6 тис. м²/га) сформував за внесення мінеральних добрив в дозі N₇₀P₁₀₀K₈₀. Виявлено, що зниження дози азотних і фосфорних добрив супроводжувалося зменшенням розміру площі листової поверхні, порівняно із варіантом внесення максимальної їх дози, різниця становила 8,1–10,1 %. Середньоранній гібрид формував практично однакову площу листків, зокрема 30,6 і 30,5 тис. м²/га, за внесення як повного мінерального добрива (N₇₀P₁₀₀K₈₀), так і лише азотно-фосфорних (N₇₀P₁₀₀). Фон мінерального живлення, який передбачав внесення N₇₀P₁₀₀ був кращим для наростання листової поверхні і для середньостиглого гібриду Драйв, де вона становила 31,0 тис. м²/га. Внесення середніх доз добрив, зокрема N₅₀P₇₀ і N₇₀P₁₀₀, за впливом на формування площі листової поверхні рослин соняшнику займало проміжне положення. Перевищення контролю, за площею листків, становило 17,7 і 19,7 %. Доведено, у середньому за варіантами дослідження у ранньостиглого гібриду Ореол площа листової поверхні була найменшою і становила 27,2 тис. м²/га. У середньораннього гібриду Драйв і середньостиглого Кадет вона була практично однаковою, але на 4,6–4,9 % більшою, порівняно із попереднім гібридом.

Ключові слова: соняшник, гібриди, мінеральні добрива, площа листків, доза добрив.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Космінський О. О. Формування фотосинтетично-активної поверхні рослин гібридів соняшнику залежно від норм добрив. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 5–9.

Вступ

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) належить до найбільш поширених, високопродуктивних та економічно вигідних олійних культур в аграрному секторі України [21]. Зміни клімату та недостатня сприятливість погодних умов впродовж вегетаційного періоду, є передумовою стабільно великих посівних площ соняшнику і в найближчій перспективі, зважаючи на здатність культури формувати помірну врожайність насіння за дефіциту вологи та високого температурного фону [4–6, 20]. У загальній структурі посівів, площа зайнята соняшником постійно зростає. Так, у 2022 р., площа під соняшником становила 4573,8 тис. га або зросла на 76,0 %, порівняно з 1990 р. Подібна тенденція, щодо динаміки посівних площ соняшнику спостерігається і в умовах Полтавської області, де в 1995 р., культура була висіяна на площі 110,5 тис. га, а в 2016 і 2022 р., збільшилася, відповідно до 313,6 і 434,3 тис. га або у 2,8 і 3,9 разу.

Що стосується рівня продуктивності соняшнику в Україні, то у результаті впровадження сучасних гібридів культури, удосконалених технологічних прийомів, відзначено позитивну динаміку його зростання. Так, за практично однакової площі посіву як в 2011 р. (4534,3 тис. га), так і 2022 р. (4573,8 тис. га), урожайність насіння соняшнику збільшилася, відповідно із 1,92 т/га до 2,18 т/га або на 13,5 %.

Головною запорукою вирощування стабільно високих урожаїв польових культур є створення передумов для підвищення продуктивності їх фотосинтезу, тобто синтезу максимальної величини органічної субстанції на одиницю площі листової поверхні за певний відрізок часу [10, 18]. Шлях до вирішення вище зазначеного завдання – це формування посівів із максимально розвиненим листовим апаратом, який би впродовж тривалого часу вегетаційного періоду знаходився у активному, здатному до фотосинтезу стані [2, 14]. Площа листків має ключове значення у формуванні урожаю, адже саме в цьому структурному органі рослини відбувається фізіологічні процеси із створення органічної речовини, а також метаболітів для підтримки фотосинтезу [1]. Ряд науковців проводили дослідження із визначення оптимальної площі листової поверхні, однак при цьому робили висновок про негативний вплив понадміру розвиненої листової поверхні [16]. Результати досліджень Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН свідчать, що велика площа листової поверхні гарантує найбільший приріст врожаю лише за відповідних метеорологічних чинників. За сприятливих умов вирощування соняшник формує достатньо потужну листову поверхню, яка сягає 50–80 тис.м²/га [24]. Однак такий розмір листової поверхні утримується впродовж короткого періоду, тому що листя нижнього ярусу швидко підсихає і загальна їх площа зменшується.

Експериментальні дані науково дослідних установ свідчать, що зменшення асимілюючої поверхні призводить до зниження продуктивного потенціалу рослин. Однак, найбільш сприятливими для формування структурних елементів врожаю основних

культурних рослин є умови, коли загальна площа листків орієнтовно в 3–4 рази перевищує площу поля, яка зайнята рослинами [13].

Соняшник надзвичайно вимогливий до ґрунтових запасів поживних речовин відносно інших сільськогосподарських культур. Передусім ця культура використовує велику кількість калію. Однак, незважаючи на значне споживання цього елемента, соняшник, особливо на чорноземних ґрунтах, у більшій мірі потребує внесення азотних і фосфорних добрив. Окремі науковці наводять результати досліджень на підставі яких виявлено, що у разі вирощування соняшнику за інтенсивною технологією, заодно із внесенням мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту (N₄₀P₆₀) та в рядки одночасно із сівбою культури (N₁₀P₁₀) високу ефективність має додаткове удобрення локально-стрічковим способом у передпосівний період, за якого туки розміщуються у шарі ґрунту 10–12 см [17], а також використання стимулюючих речовин впродовж періоду вегетації в якості позакореневих підживлень [22, 23].

Експериментальним шляхом встановлено, що застосування добрив, насамперед азотних, має позитивний вплив на розвиток листової поверхні у рослин соняшнику. Наявність азоту в достатній кількості зумовлює гальмування органогенезу рослин, зокрема проходження його другого етапу і цим самим активізує перебіг листоутворення. За внесення фосфорних добрив спостерігали зворотній процес, а саме прискорене проходження цього етапу органогенезу, результатом чого є зменшення кількості зачатків листків. Знання етапів життєвого циклу та технологічних прийомів регулювання швидкості їх проходження дає можливість проводити біологічний контроль за ростовими процесами та формуванням урожаю соняшнику [3]. Результати досліджень, які одержано в умовах північного сходу, свідчать, що максимальну листову площу формували рослини соняшнику на фоні внесення мінеральних добрив у дозі N₆₀P₉₀K₆₀. Приріст площі листків, порівняно до контрольного варіанту становив 1245 см² або 31,3 % [9]. У дослідях А. В. Мельника, Д. М. Степаненко спостерігали формування найбільшої асиміляційної поверхні рослин соняшнику за використання під культуру максимальної дози азотних добрив N₁₂₀ [12].

Результати досліджень, які одержано в умовах недостатнього зволоження свідчать, що площа листків за передпосівної обробки насіння регулятором росту антиоксидантного типу АКМ була на 29,4 % більшою, порівняно з контролем. Поряд з цим у варіантах (N₆₀P₇₅K₄₅) і (N₁₁₅P₁₅K₁₂₀) це зростання становило, відповідно 13,3 та 17,1 %. За результатами статистичної обробки результатів досліджень встановлено кореляційний зв'язок середньої сили ($r=0,547$) між площею листової поверхні посівів та врожайністю насіння соняшнику [8].

Дослідженнями, виконувалися впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі Навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету встановлено, що утворення максимальної площі листової поверхні соняшнику спостерігали за підживлення посівів стимулятором Церон (0,5 л/га) до 70,9–78,1 тис. м²/га,

або на 5,5–10,2 % більше проти контролю [25].

Вище приведений огляд наукових публікацій вітчизняних та іноземних авторів свідчить, що мінеральні добрива вважаються дієвим засобом впливу на формування площі листової поверхні та рівень врожайності.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних рівнів мінерального живлення на формування площі листової поверхні гібридів соняшнику.

Завдання дослідження: дослідити вплив мінеральних добрив на формування індивідуальної площі листків рослини соняшнику; вивчити вплив різних рівнів удобрення на площу листової поверхні посівів гібридів соняшнику різних біотипів.

Матеріали і методи

Дослідження із вивчення впливу різних рівнів мінерального живлення на площу листової поверхні соняшнику, проводили впродовж 2020–2022 рр., на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова. Основним типом ґрунту дослідної ділянки є чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий. Він характеризується наступними агрохімічними показниками: в шарі ґрунту 0–20 см містилося 4,1 % гумусу; лужногідролізованого азоту – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрніним та Коновою); P_2O_5 – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); K_2O –

17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), рН сольової витяжки ґрунтового розчину – 6,2.

Схема досліду включала контроль (без добрив) та чотири варіанти із внесенням мінеральних добрив (табл. 1). У досліді висівали три гібриди соняшнику різних груп стиглості, зокрема: Ореол (ранньо-стиглий), Кадет (середньоранній), Драйв (середньо-стиглий). Повторність дослідних варіантів триразова. Варіанти і повторення розміщені рендомізовано. Посівна площа елементарної ділянки становить 112 м², облікової – 56 м². Сівбу гібридів соняшника, що вивчали в досліді, проводили у кінці другої декади квітня, за стабільного прогрівання ґрунту на глибині загорання насіння до 7–8 градусів, із густиною стояння рослин 50 тис. шт./га. У сівозміні соняшник розміщували після пшениці озимої. В досліді використовували загальноприйнятту на виробництві регіону технологію вирощування соняшнику, за виключенням елементів, які були предметом вивчення. Площу листової поверхні гібридів соняшнику визначали у фазу цвітіння за А. А. Нічипорвичем [15].

Результати та їх обговорення

На підставі одержаних результатів досліджень було виявлено істотні відмінності щодо впливу різного рівня мінерального живлення на формування площі листової поверхні рослин соняшнику. Встановлено, що із підвищенням дози мінеральних добрив збільшувався і розмір листової поверхні рослин культури (рис. 1).

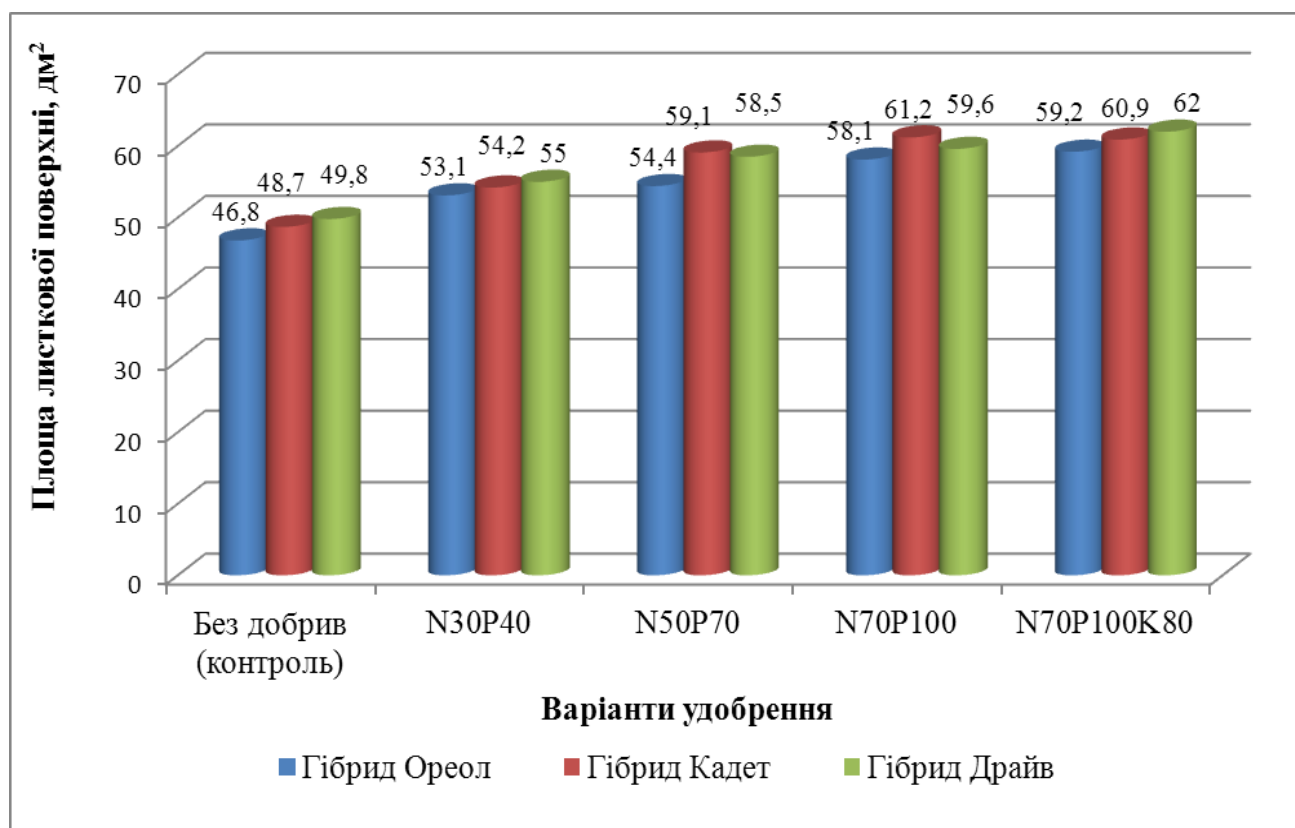


Рис. 1. Формування індивідуальної площі листової поверхні рослин гібридів соняшнику, (середнє за 2020–2022 рр.)

Так, у ранньостиглого гібриду Ореол максимального значення цей показник досягнув на варіанті із внесенням добрив в дозі $N_{70}P_{100}K_{80}$, і становив $60,9 \text{ дм}^2$ на одній рослині, або $30,5 \text{ тис.м}^2/\text{га}$ (табл. 1), що перевищувало контроль (без добрив) на $12,4 \text{ дм}^2$ на одній рослині та на $6,2 \text{ тис.м}^2$ з одиниці площі.

Таблиця 1

Площа листової поверхні гібридів соняшнику у фазу цвітіння залежно від дози добрив (середнє за 2020–2022 рр.)

Норми мінеральних добрив, кг/га д.в.	Площа листової поверхні, тис. м ² /га		
	Ореол	Кадет	Драйв
Без добрив (контроль)	23,4	24,4	24,9
$N_{30}P_{40}$	26,6	27,1	27,5
$N_{50}P_{70}$	27,2	29,6	29,3
$N_{70}P_{100}$	29,1	30,6	29,8
$N_{70}P_{100}K_{80}$	29,6	30,5	31,0

За внесення аналогічної дози азоту і фосфору, але виключення із тукоsumіші калію, спостерігали зменшення площі листків однієї рослини лише на $1,1 \text{ дм}^2$ або $1,9 \%$, а на площі 1 га – на $0,5 \text{ тис.м}^2$ або $1,8 \%$. Дослідження свідчать, що зниження дози азотних і фосфорних добрив супроводжувалося зменшенням розміру площі листової поверхні, порівняно із варіантом внесення максимальної їх дози, різниця становила $8,1\text{--}10,1 \%$. Слід відзначити, що ці варіанти удобрення ($N_{30}P_{40}$, $N_{50}P_{70}$) хоч характеризувалися меншою площею листків, порівняно з максимальним фоном живлення, однак вони забезпечили збільшення листової поверхні посівів гібриду Ореол відносно контролю (без добрив) на $13,7$ і $16,2 \%$.

За вирощування середньораннього гібриду Кадет внесення мінеральних добрив у дозах, що вивчали сприяли збільшенню асиміляційної поверхні, порівняно з контролем (без добрив) на $2,7\text{--}6,1 \text{ тис.м}^2/\text{га}$ або $11,1\text{--}25,4 \%$. Найбільшу площу листової поверхні – $60,9 \text{ дм}^2$ на одну рослину і $30,6 \text{ тис.м}^2$ на один гектар, цей гібрид соняшнику формував за внесення азотно-фосфорних мінеральних добрив у дозі $N_{70}P_{100}$. Внесення повної дози мінеральних добрив в дозі $N_{70}P_{100}K_{80}$ не сприяло збільшенню листового апарату соняшнику та за рівнем впливу на формування асиміляційної поверхні рослин не мало переваги над попереднім варіантом удобрення. Площа листків становила $30,5 \text{ тис.м}^2/\text{га}$.

У середньостиглого гібриду Драйв площа листової поверхні як однієї рослини, так і посіву поступово зростала із покращанням фону мінерального живлення. Так, за внесення мінімальної дози добрив $N_{30}P_{40}$ розмір асиміляційної поверхні збільшився, порівняно з контролем, на $10,4 \%$, а у разі внесення максимальної дози $N_{70}P_{100}K_{80}$ відзначено зростання даного показника на $24,5 \%$.

Що стосується площі листової поверхні за гібридами соняшнику, які вирощували в досліді, то слід відзначити, що у середньому за варіантами досліді у ранньостиглого гібриду Ореол вона була найменшою і становила $27,2 \text{ тис.м}^2/\text{га}$. У середньораннього

гібриду Драйв і середньостиглого Кадет вона була практично однаковою, але на $4,6\text{--}4,9 \%$ більшою, порівняно із попереднім гібридом. Слід відзначити, що внесення мінеральних добрив, порівняно з контролем (без добрив), забезпечило збільшення площі листків у середньому за фонами живлення, у ранньостиглого гібриду Ореол на $20,2 \%$, середньораннього гібриду Драйв і середньостиглого Кадет, відповідно на $20,7$ і $18,1 \%$.

Таким чином, результати проведених досліджень засвідчують, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на формування площі листової поверхні та вагомим фактором її регулювання за вирощування гібридів соняшнику різних біотипів.

Про високу ефективність добрив за впливом на розмір площі листків свідчать результати польових досліджень, які проводили впродовж 2017–2019 рр. на дослідному полі кафедри біології та агрономії ЛНУ ім. Тараса Шевченка (кліматична зона – Степ). Так, за внесення під соняшник амофосу 60 кг/га + аміачна селітра 60 кг/га площа листової поверхні у рослин культури зроста на $24,2 \%$, а за використання діамофоски 100 кг/га + аміачна селітра 50 кг/га – на $29,6 \%$ [11]. Результати попередніх років досліджень Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова свідчать, що за внесення високих доз добрив істотно збільшувалась площа листової поверхні у всіх гібридів і сягала максимальних значень. Так, за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$, площа листової поверхні перевищувала контроль у гібриду Надійний на $9,1$, у гібриду Запорізький 28 – на $8,0$ та у гібриду Сава – на $8,0 \text{ тис. м}^2/\text{га}$ [19].

У досліді Л. А. Гарбара, Н. І. Довбаша, В. В. Венгера [7] максимальну площу листової поверхні $48,5 \text{ тис. м}^2/\text{га}$ утворено у фазі цвітіння на варіанті із внесенням добрив у дозі $N_{85}P_{110}K_{110}$ за вирощування гібриду Вольф.

Висновки

За результатами польового короткотермінового досліді встановлено, що в умовах Лівобережного Лісостепу України збільшення вмісту поживних речовин в ґрунті шляхом внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення площі листової поверхні посівів гібридів соняшнику різних груп стиглості. З'ясовано, що ранньостиглий гібрид Ореол максимальну площу листків ($29,6 \text{ тис. м}^2/\text{га}$) сформував за внесення мінеральних добрив в дозі $N_{70}P_{100}K_{80}$. Вище зазначений фон мінерального живлення також був кращим для наростання листової поверхні і для середньостиглого гібриду Драйв, де вона становила $31,0 \text{ тис. м}^2/\text{га}$. Середньоранній гібрид формував практично однаковою площу листків, зокрема $30,6$ і $30,5 \text{ тис. м}^2/\text{га}$, за внесення як повного мінерального добрива ($N_{70}P_{100}K_{80}$), так і лише азотно-фосфорних ($N_{70}P_{100}$).

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних рівнів удобрення на баланс вологи та забур'яненість посівів соняшнику.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Bazalii, V. V., Domaratskyi, Ye. O., & Dobrovolskyi, A. V. (2016). Ahrotekhnichniy sposib prolonhatsii fotosyntetychnoi diialnosti roslin soniashnyku. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomor'ia*, 4 (92), 77–84 [in Ukrainian]
2. Borysenko, V. V. (2013). Lystkova poverkhnia ta fotosyntetychni potentsial posivu soniashnyku zalezno vid umov vyroshchuvannya. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 83, 79–84 [in Ukrainian]
3. Volf, V. H. (1972). *Soniashnyk*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
4. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Kocherha, A. A. (2020). The effectiveness of bio-stimulators for pre-sowing treatment of sunflower seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 36–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.04>
5. Hanhur, V., Kosminskyi, O., Len, O., & Totskyi, V. (2022). Effect of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 50–56. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
6. Hanhur, V. V., Kosminskyi, O. O., & Mishchenko, O. V. (2021). Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of different maturity groups. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 116–121. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.13>
7. Harbar, L. A., Dovbush, N. I., & Venger, V. V. (2022). Formation of soybean productivity under the influence of inoculation, fertilizer, growth stimulants. *Agrarian Innovations*, 13, 24–29. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.3>
8. Yeremko, O. A. (2017). Sunflower productivity depending on mineral nutrition and presowing seed treatment in the conditions of insufficient moisture. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 25–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.03.04>
9. Zhatov, O. H., Trotsenko, V. I., & Zhatova, H. O. (2004). Efektyvnist mineralnykh dobrykh na posivakh soniashnyku. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 78–82 [in Ukrainian]
10. Kovalenko, O. A., Fedorchuk, M. I., Neroda, R. S., & Donets, J. L. (2020). Sunflower cultivation using micro-fertilizers and bacterial preparations. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 26–35. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.03>
11. Masliiov, S. V., Stepanov, V. V., & Shkvar, S. V. (2021). Urozhainist soniashnyku za riznykh system udobrennia. *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/urozhainist-sonyashnyku-za-riznykh-system-udobrennya> [in Ukrainian]
12. Melnyk, A. V., & Stepanenko, D. M. (2000). Vplyv azotnoho zhyvlennia na kondyterski vlastyvoli nasinnia soniashnyku. *Visnyk Sumskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 4, 116–120 [in Ukrainian]
13. Nychyporovykh, A. A. (1965). *Fotosyntezy v voprosy yntensyfykatsyy selskoho khoziaistva*. Moskva [in Russian]
14. Nychyporovykh, A. O. (1982). *Fiziolohiia fotosyntezy i produktyvnist roslin. Fiziolohiia fotosyntezy*. Moskva [in Russian]
15. Nychyporovykh, A. A. (1964). O pryntsyapkakh sostavleniya prohramm fotosyntetycheskoi deiatelnosti rastenyi v posevakh. *Ahrokhymyia*, 12, 3–15 [in Russian]
16. Okanenko, A. S., Pochinok, H. N., & Mitrofanov, B. A. (1971). *Intensivnost i produktyvnost fotosinteza i ispolzovanie solnechnoy radiatsii posevami selskohozyajstvennykh rastenij. Fotosintezy, rost i ustojchivost rastenij*. Kiyiv: Naukova dumka, 5–28. [in Russian; in Ukrainian]
17. Podoprigrora, V. S., & Verhovskij, V. A. (1994). *Agrotehnika vy-rashivaniya podsolnechnika*. Dnepropetrovsk: Promin [in Russian; in Ukrainian]
18. Totskyi, V. M., & Len, A. I. (2021). Influence of macro- and micro-fertilizers on biometry, performance and quality of sunflower hybrids. *Plant Breeding and Seed Production*, 119, 161–169. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237160>
19. Totskyi, V. M., & Poliakov, O. I. (2009). Vplyv mineralnykh dobrykh na pokaznyky produktyvnosti ta yakosti nasinnia hibrdyv soniashnyku. *Naukovo-Tekhnichniy Biulleten Instytutu Oliinykh Kultur UAAN*, 14, 232–237. [in Ukrainian]
20. Shakalii, S. M. (2017). Formuvannya vrozhaivosti ta yakosti nasinnia soniashnyku zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia. *Zernovi Kultury*, 1, 1, 69–74. [in Ukrainian]
21. Andrushevich, K. V., Nazarenko, M. M., Lykholat, T. Yu., & Grygoryuk, I. P. (2018). Effect of traditional agriculture technology on communities of soil invertebrates. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 33–40. https://doi.org/10.15421/2018_184
22. Basile, B., Brown, N., Valdes, J. M., Cardarelli, M., Scognamiglio, P., Mataffo, A., Roupael, Y., Bonini, P., & Colla, G. (2021). Plant-Based Biostimulant as Sustainable Alternative to Synthetic Growth Regulators in Two Sweet Cherry Cultivars. *Plants*, 10 (4), 619. <https://doi.org/10.3390/plants10040619>
23. Caruso, G., De Pascale, S., Cozzolino, E., Giordano, M., El-Nakhel, C., Cuciniello, A., Cenvinzo, V., Colla, G., & Roupael, Y. (2019). Protein hydrolysate or plant extract-based biostimulants enhanced yield and quality performances of greenhouse perennial wall rocket grown in different seasons. *Plants*, 8 (7), 208. <https://doi.org/10.3390/plants8070208>
24. Domaratskiy, E. O., Bazaliy, V. V., Domaratskiy, O. O., Dobrovolskiy, A. V., Kyrychenko, N. V., & Kozlova, O. P. (2018). Influence of mineral nutrition and combined growth regulating chemical on nutrient status of sunflower. *Indian Journal of Ecology*, 45 (1), 126–129.
25. Tsyliuryk, O. I., Horshchar, V. I., Izhboldin, O. O., Kotchenko, M. V., Rumbakh, M. Y., Hotvianska, A. S., Ostapchuk, Y. V., Chornobai, V. H. (2021). The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 106–116. https://doi.org/10.15421/2021_151

ORCID

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



2023 Hanhur V. and Kosminskyi O. 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.