

Effectiveness of foliar fertilization of soybean crops

O. Milenko✉ | A. Sidash | V. Veherenko | A. Bezpalii | I. Hordivskiyi

Article info

Correspondence Author

O. Milenko

E-mail:

olga.milenko@pdaa.edu.uaPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine**Citation:** Milenko, O., Sidash, A., Veherenko, V., Bezpalii, A., & Hordivskiyi, I. (2024). Effectiveness of foliar fertilization of soybean crops. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 53–57. doi: 10.31210/spi2024.27.01.09

Soybean cultivation technology needs constant improvement. In order to increase the productivity of new varieties and adapt to existing climate changes and the emergence of innovative products used in agricultural technologies. Mineral nutrition of legumes, despite numerous scientific works on this issue, remains a relevant and unstudied topic. The aim of our research was to determine the effect of foliar feeding on the formation of productivity elements and soybean grain yield. Scientific research was conducted during 2021–2023. The object of research was the early-ripening variety Pallada, which was grown according to the same technology, except for fertilizers, the effect of which was studied during the research. Foliar fertilizing with complex microfertilizers was carried out in the budding phase of soybeans according to the following scheme: Control (without fertilizing); Quantum PLATINUM, 3.0 l/ha; Vuksal Oilseed, 3.0 l/ha and Basfoliar Active SL, 3.0 l/ha. The maximum indicator of the leaf surface area of one plant of 962.50 cm² was recorded in variants with the use of Vuksal Oilseed for feeding. The growth of vegetative mass depends on the supply of nutrients to the plants - this was also established in our experiment. The worst indicator in the Control variant (without fertilizing) and high results in the growth of vegetative mass in the variants with fertilizing with a solution of microfertilizers: Vuksal Oilseed and Basfoliar Active SL. Depending on the factor studied in the field experiment, the lowest yield of 1.98 t/ha, according to three-year data, was obtained in the control variant. Variants, where spraying with complex chelated microfertilizers was used, had an effect on increasing the yield rate. Variants, where spraying with complex chelated microfertilizers was used, had an effect on increasing the yield rate. The use of Quantum PLATINUM resulted in an increase of 0.09 t/ha compared to the control. Fertilization with Vuksal Oilseed had an effect on increasing yield within 0.83 t/ha. The use of Basfoliar Active SL fertilizer contributed to an increase in yield by 0.6 t/ha. To increase the yield, we recommend in the technology of growing soybeans to carry out foliar feeding in the phase of budding with complex microfertilizer on a chelate basis Vuksal Oilsid at the rate of 3.0 l/ha.

Keywords: soybean, cultivation technology, fertilizers, yield.

Ефективність позакореневого підживлення посівів сої

О. Г. Міленко | А. А. Сідаш | В. С. Вегеренко | А. М. Безпалій | І. В. Гордівський

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Технологія вирощування сої потребує постійного удосконалення, щоби підвищити продуктивність нових сортів та адаптувати їх до змін клімату і появи інноваційних продуктів, які використовуються в агротехнологіях. Мінеральне живлення бобових культур, незважаючи на чисельні наукові праці з цього питання, залишається актуальною і не достатньо вивченою тематикою. Метою наших досліджень було з'ясувати вплив позакореневого підживлення на формування елементів продуктивності та врожайності зерна сої. Наукові дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. Об'єктом досліджень був ранньостиглий сорт Паллада, який вирощували за однією технологією, крім добрив, дію яких вивчали під час досліджень. Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами проводили у фазі бутонізації сої за такою схемою: Контроль (без підживлення); Квантум ПЛАТІНУМ, 3,0 л/га; Вуксал Ойлсид, 3,0 л/га та Басфоліар Актив СЛ, 3,0 л/га. Максимальний показник площі листової поверхні однієї рослини 962,5 см² у середньому по досліді зафіксовано у варіанті із використанням для підживлення препарату Вуксал Ойлсид. Наростання вегетативної маси залежить від надходження до рослин поживних речовин – це було з'ясовано і в нашому досліді. Найгірший показник 1438,04 м² у варіанті Контроль (без підживлення) та високі результати по наростанню вегетативної маси у варіантах із підживленням розчином мікродобрив: Вуксал Ойлсид та Басфоліар Актив СЛ. Виявлено, що збільшення наростання вегетативної маси на цих варіантах було на 52,6 та 47,1 % відповідно, порівняно з контролем. Залежно від фактору, який досліджували у польовому досліді, найменшу врожайність 1,98 т/га за трирічними даними отримано у варіанті контроль. Варіанти, де застосовували обприскування комплексними хелатованими мікродобривами, впливали на збільшення показника врожайності порівняно з контролем. Від використання Квантум ПЛАТІНУМ отримали прибавку 0,09 т/га. Підживлення препаратом Вуксал Ойлсид впливало на збільшення врожайності в межах 0,83 т/га. Використання добрива Басфоліар Актив СЛ сприяло отриманню прибавки врожаю 0,6 т/га порівняно з контролем. Для збільшення врожайності рекомендуємо у технології вирощування сої проводити позакореневе підживлення у фазі бутонізації комплексним мікродобривом на хелатній основі Вуксал Ойлсид у нормі 3,0 л/га.

Ключові слова: соя, технологія вирощування, добрива, урожайність.**Бібліографічний опис для цитування:** Міленко О. Г., Сідаш А. А., Вегеренко В. С., Безпалій А. М., Гордівський І. В. Ефективність позакореневого підживлення посівів сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 53–57.

Вступ

Для забезпечення продовольчого балансу та подолання білкового дефіциту, зважаючи на вуглеводний тип харчування, виготовленням відповідних продуктів необхідно збільшити виробництво протеїну рослинного походження шляхом зміни структури посівних площ [11, 20]. Потрібно збільшити поля під зернобобовими культурами і безпосередньо наростити посівні площі сої, яка посідає провідне місце серед високобілкових культур [13]. Оскільки за хімічним складом, умістом повноцінного білка, амінокислот, вітамінів групи В, ферментів, мікроелементів іншої такої сільськогосподарської культури у ботанічному світі, що культивується людиною – не існує [1, 17]. За амінокислотним складом протеїн зерна сої максимально наближений до білка тваринного походження, однак за собівартістю – у 15–20 разів дешевший [4, 9].

У технологіях вирощування сільськогосподарських культур застосування під час вегетації комплексних мікродобрив на хелатній основі для позакореневого підживлення є важливим елементом підвищення урожайності [2, 10]. Встановлено, що для росту та розвитку і ефективних продукційних процесів у рослинному організмі недостатньо застосовувати тільки органічні та мінеральні добрива без збалансованого надходження мікроелементів живлення [8, 19]. Галузеві підприємства хімічної промисловості України тривалий час зовсім не виробляли комплексні мікродобрива, однак ринок агрохімікатів мав пропозицію численних закордонних виробників [12, 18]. Для зменшення імпорту поступово відбувалося формування масового серійного виробництва мікродобрив на підприємствах вітчизняної економіки [4, 16]. За спектром дії та складом ці добрива різноманітні, оскільки містять практично всі мікроелементи [3, 15]. Але, незважаючи на численну пропозицію таких агрохімікатів, масове та ефективне застосування комплексних мікродобрив у технологіях вирощування основних культур обмежене через відсутність чітких рекомендацій по нормах, способах та строках їх використання залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов виробництва та планової врожайності [5, 14].

Зважаючи на досить специфічний механізм дії препаратів та їх метаболізм у рослинному організмі, коригування таких рекомендацій потрібно проводити на основі вивчення рівня реакції рослин на дію препарату в певний період росту і розвитку та в конкретних зональних і погодних умовах [6, 7].

Мета дослідження

Метою наших досліджень було встановити вплив позакореневого підживлення на формування елементів продуктивності та врожайність зерна сої.

Матеріали і методи

Наукові дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. в умовах зони Лісостепу.

Сіяли сою в I декаді травня звичайним рядковим способом із міжряддям 15 см сівалкою GASPARDO S-SC MARIA 400. Перед сівою насіння обробляли бактеріальними препаратами зі штамми азотфіксуючих бактерій. Протруювали посівний матеріал завчасно препаратом Фундазол у нормі 2 кг/т насіння.

Догляд за посівами: до сходів культури було внесено ґрунтовий гербіцид Кратос у нормі 2 л/га, після чого проводили одне досходове та післясходове боронування посівів легкими зубовими боронами. Досходове боронування проводили після внесення ґрунтового гербіциду. Післясходове боронування проводили у фазі двох справжніх листків у рослин сої. Гербіциди післясходові у посівах не застосовували.

Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами проводили у фазі бутонізації сої.

Схема досліду передбачала такі варіанти:

1. Контроль (без підживлення);
2. Квантум ПЛАТІНУМ, 3,0 л/га;
3. Вуксал Ойлсид, 3,0 л/га;
4. Басфоліар Актив СЛ, 3,0 л/га.

У процесі планування експериментальних досліджень та виду польового досліду було визначено оптимальний розмір та форму ділянки, вона має площу 4,0 м × 10 м, тобто 40 м², а облікова площа 25 м². У досліді було 4 варіанти і 4 повторності із загальною кількістю ділянок 4 × 4 = 16.

Об'єктом досліджень був ранньостиглий сорт Паллада, оригіномом якого є Інститут кормів та сільськогосподарства Поділля Національної академії аграрних наук України. Технологія вирощування по варіантах не відрізнялась, крім добрив, дію яких вивчали у процесі досліджень [5].

Результати та їх обговорення

Соя має властивість повільно рости, засвоювати азот та синтезувати органічну речовину на початкових стадіях розвитку. Проаналізувавши дані таблиць 1; 2; 3 можна сказати, що найбільшій висоті рослини сої досягли у генеративний період на початку фази формування бобів.

Таблиця 1

Висота рослин у фазі галушення, см

№ п/п	Варіанти досліду	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	22,17	18,23	14,83	18,41
2	Квантум ПЛАТІНУМ	23,85	19,32	15,7	19,62
3	Вуксал Ойлсид	24,17	21,31	16,4	20,62
4	Басфоліар Актив СЛ	20,95	22,45	15,28	19,56

Вплив застосування мікродобрив значною мірою залежить від біологічних особливостей культури та способу застосування [8]. Позакореневе підживлення, яке було варіантами досліду, не мало істотного впливу на висоту рослин у фазі галушення. В подальшому розвитку чітко прослідковували різницю між варіантами. Найвище головне стебло у сої

сформувалось на рослинах, де застосовували обприскування препаратом Вуксал Ойлсид.

Таблиця 2

Висота рослин у фазі цвітіння, см

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	60,4	52,36	49,24	54,0
2	Квантум ПЛАТІНУМ	57,4	55,98	55,23	56,20
3	Вуксал Ойлсид	62,85	61,3	60,65	61,6
4	Басфоліар Актив СЛ	62,87	59,68	58,25	60,27

Таблиця 3

Висота рослин у фазі формування бобів, см

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	92,65	75,89	62,47	77,0
2	Квантум ПЛАТІНУМ	93,75	76,25	67,25	79,08
3	Вуксал Ойлсид	97,77	74,56	64,8	79,04
4	Басфоліар Актив СЛ	101	78,45	66,7	82,05

Окрім добрив, які вивчали у досліді, на ріст головного стебла у рослин істотно впливали погодні умови року. Найвищими рослини сої були у посівах 2021 року за всіма варіантами.

Високу інтенсивність наростання площі листової поверхні та процесів синтезу органічної речовини спостерігали на стадії утворення та формування бобів. Площа асиміляційного апарату однієї рослини 1561,4 см² була сформована в посівах 2021 року за варіантом вирощування сої із застосуванням позакореневого підживлення препаратом Вуксал Ойлсид (табл. 4).

Таблиця 4

Площа листової поверхні на одній рослині у фазі формування бобів, см²

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	1070,1	598,61	267,52	645,41
2	Квантум ПЛАТІНУМ	1288,1	782,33	399,71	823,38
3	Вуксал Ойлсид	1561,4	896,25	429,86	962,50
4	Басфоліар Актив СЛ	1379,4	725,63	394,15	833,06

За результатами аналізу динаміки засвоєння азоту рослинами впродовж вегетації відмічено суттєву роль симбіотичної азотфіксації у загальному азотному балансі рослин. Розглядаючи той факт, що використання соєю мінерального азоту з ґрунту уповільнюється у фазі цвітіння, то у критичний період підвищеної потреби в азотному живленні єдиним його джерелом є продукти симбіотичної азотфіксації, що відбувається дуже інтенсивно.

Симбіотичний апарат рослин характеризується кількістю бульбочок сформованих на одній рослині. Цей показник у нашому досліді суттєво залежав від умов вирощування. Найбільшу кількість бульбочок було відмічено в рослин, вирощених у посівах 2021 року (табл. 5). Цей рік виявився досить сприятливим за погодними умовами для росту і розвитку сої.

Таблиця 5

Веgetативна маса рослин у фазі формування бобів з 1 м², г

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	1775	1389,11	1150	1438,04
2	Квантум ПЛАТІНУМ	2277,6	2098,78	1950	2108,79
3	Вуксал Ойлсид	2280	2232,17	2072,5	2194,89
4	Басфоліар Актив СЛ	2407,6	2064,36	1875	2115,65

Головною передумовою збільшення валового збору зерна сої є підвищення урожайності шляхом широкого застосування елементів технології вирощування.

Показник сирої маси бульбочок характеризує симбіотичний апарат бобових культур. За варіантами досліджу найвищим цей показник у фазі цвітіння – 0,464 г був у варіанті застосування добрива Квантум ПЛАТІНУМ за результатами вирощування сої 2021 року (табл. 6).

Таблиця 6

Сира маса бульбочок з 1 рослини у фазі цвітіння, г

№ п/п	Варіанти досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	0,020	0,017	0,016	0,0177
2	Квантум ПЛАТІНУМ	0,464	0,456	0,384	0,435
3	Вуксал Ойлсид	0,413	0,407	0,405	0,408
4	Басфоліар Актив СЛ	0,087	0,086	0,084	0,0857

Метаболізм та механізм дії мікроелементів характеризується як можливість рослини в умовах повного забезпечення достатньою кількістю життєво важливих мікроелементів синтезувати увесь спектр ферментів [9]. Це дозволяє більш повно використовувати енергію сонячного опромінення, воду та мінеральні елементи та відповідно отримати вищий урожай [2].

До фази формування бобів показник сирої маси бульбочок з 1 рослини зменшувався у середньому по досліді порівняно до цього показника на період фази цвітіння культури. Максимальний показник сирої маси бульбочок 0,442 г встановлено у варіанті з використанням для позакореневого підживлення добрива Вуксал Ойлсид за результатами вирощування сої 2021 року (табл. 7).

Таблиця 7

Сира маса бульбочок з 1 рослини у фазі формування бобів, г

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	0,025	0,023	0,022	0,023
2	Квантум ПЛАТІНУМ	0,412	0,406	0,401	0,406
3	Вуксал Ойлсид	0,442	0,439	0,414	0,431
4	Басфоліар Актив СЛ	0,214	0,208	0,205	0,209

Спостерігали тенденцію до зменшення кількості бульбочок та їх маси з однієї рослини за умови застосування удобрення культури Басфоліар Актив СЛ.

Гарні результати були одержані у всіх варіантах дослідів порівняно з контролем. Найвищий показник 0,364 г отримано у технології вирощування сої із застосуванням позакореневого підживлення комплексним мікродобривом Вуксал Ойлсид (табл. 8).

Таблиця 8

Сира маса бульбочок з 1 рослини у фазі наливання насіння, г

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	0,033	0,031	0,029	0,031
2	Квантум ПЛАТІНУМ	0,099	0,098	0,091	0,096
3	Вуксал Ойлсид	0,364	0,362	0,302	0,343
4	Басфоліар Актив СЛ	0,093	0,091	0,086	0,090

Високі темпи азотфіксації у період генеративної фази підтримувались завдяки підвищенню активності одиниці маси бульбочок, у подальшому – під час збільшення їх маси.

У період від початку формування бобів до наливання насіння у рослини надійшло 50–60 % симбіотичного азоту від загальної його частки, фіксованого бульбочками за період вегетації. Тому формування бобів і наливання насіння здійснювались здебільшого шляхом безпосереднього використання симбіотичного азоту, але у жодному разі не за рахунок реутилізації задалегідь накопиченого азоту бульбочковими бактеріями упродовж вегетації.

Від процесу утворення генеративних органів залежить величина майбутнього врожаю. Найбільша кількість бобів на одній рослині 40,58 шт. була сформована на варіанті, де застосовували добриво Вуксал Ойлсид у результаті вирощування сої 2021 року (табл. 9).

Таблиця 9

Кількість бобів на рослині, шт.

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	23,8	19,86	19,65	21,10
2	Квантум ПЛАТІНУМ	29,77	28,83	25,65	28,08
3	Вуксал Ойлсид	40,58	31,24	23,15	31,66
4	Басфоліар Актив СЛ	30,5	26,97	25,37	27,61

Загалом по досліді прослідковується істотний вплив позакореневого підживлення комплексними мікродобривами Вуксал Ойлсид та Басфоліар Актив СЛ на показник маси насіння з однієї рослини (табл. 10).

Таблиця 10

Маса насіння з 1 рослини, г

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє
1	Контроль	6,24	5,01	4,98	5,41
2	Квантум ПЛАТІНУМ	7,65	7,64	6,97	7,42
3	Вуксал Ойлсид	8,4	8,04	7,62	8,02
4	Басфоліар Актив СЛ	8,5	8,02	7,24	7,92

Несприятливі погодні умови 2023 року вплинули на отримання найменшого показника – врожайність сої (табл. 11). Середній показник по досліді цього році становив 1,62 т/га. 2022 року погодні умови впливали на формування середньої врожайності 2,3 т/га по досліді.

Таблиця 11

Урожайність сої, т/га

№ п/п	Варіанти дослідів	2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє за варіантами
1	Контроль	2,91	1,82	1,2	1,98
2	Квантум ПЛАТІНУМ	3,01	1,91	1,29	2,07
3	Вуксал Ойлсид	3,44	2,85	2,13	2,81
4	Басфоліар Актив СЛ	3,25	2,62	1,85	2,57
Середнє по роках		3,15	2,30	1,62	
НІР _{0,05}		0,1	0,15	0,09	

Найкращим роком за погодними умовами для росту і розвитку сої виявився 2021 рік із середньою врожайністю 3,15 т/га. Залежно від фактору, який досліджували у польовому досліді, найменшу врожайність – 1,98 т/га за трирічними даними отримано у варіанті контроль. Застосування позакореневого підживлення впливало на збільшення врожайності культури у варіанті Квантум ПЛАТІНУМ на 0,09 т/га; за умови використання препарату Вуксал Ойлсид – на 0,83 т/г та у варіанті Басфоліар Актив СЛ – на 0,6 т/га порівняно з контролем.

Висновки

Максимальний показник площі листової поверхні однієї рослини – 962,5 см², у середньому по досліді, що зафіксовано у варіанті із використанням для підживлення препарату Вуксал Ойлсид. Наростання вегетативної маси залежить від надходження до рослин поживних речовин – це було встановлено і в нашому досліді. Найгірший показник 1438,04 м² у варіанті Контроль (без підживлення) та високі результати з наростання вегетативної маси у варіантах із підживленням розчином мікродобрив

Вуксал Ойлсид та Басфоліар Актив СЛ. Встановлено, що збільшення наростання вегетативної маси на цих варіантах було на 52,6 та 47,1 % відповідно, порівнянні з контролем.

Залежно від фактору, який досліджували у польовому досліді, найменшу врожайність – 1,98 т/га за трирічними даними отримано у варіанті контроль. Варіанти, де застосовували обприскування комплексними хелатованими мікродобривами, впливали на збільшення показника врожайності порівняно з контролем. Від використання Квантум ПЛАТІНУМ отримали прибавку 0,09 т/га. Підживлення препаратом Вуксал Ойлсид впливало на збільшення врожайності в межах 0,83 т/га. Використання добрива Басфоліар Актив СЛ сприяло отриманню прибавки врожаю 0,6 т/га порівняно з контролем.

Отже, для збільшення врожайності рекомендуємо у технології вирощування сої проводити позакореневе підживлення у фазі бутонізації комплексним мікродобривом на хелатній основі Вуксал Ойлсид у нормі 3,0 л/га.



Конфлікт інтересів

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

References

1. Biliavska, L. H., Biliavskiy, Yu. V., Diyanova, A. A., & Mirny, N. V. (2021). Droughtresistant soybean varieties for Steppe and Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 135–140. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16>
2. Gamajunova, V., Khonenko, L., & Iskakova, O. (2021). Optimisation of nutrition of early-maturing potato varieties on drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*, 24 (8), 47–55. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(8\).2021.47-55](https://doi.org/10.48077/scihor.24(8).2021.47-55)
3. Gamayunova, V., & Panfilova, A. (2020). Effect of fertilization on the accumulation overground mass of spring barley plants. *Scientific Horizons*, 05 (90), 7–14. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-90-5-7-14>
4. Gamayunova, V., Khonenko, L., Baklanova, T., Kovalenko, O., & Pilipenko T. (2020). Modern approaches to use of the mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change. *Scientific Horizons*, 02 (87), 89–101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101>
5. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O., & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (2), 365–374.
6. Kots, S. Y., Rybachenko, L. I., Khrapova, A. V., Kukol, K. P., Rybachenko, O. R., & Khomenko, Y. O. (2022). Composition of pigment complex in leaves of soybean plants, inoculated by *Bradyrhizobium japonicum*, subject to metal nanocarboxylates and various-levels of water supply. *Biosystems Diversity*, 30 (1), 80–87. <https://doi.org/10.15421/012208>
7. Miladinov, Z., Balesevic Tubic, S., Crnobarac, J., Miladinovic, J., Canak, P., Djukic, V., & Petrovic, K. (2020). Effects of foliar application of solutions of ascorbic acid, glycine betaine, salicylic acid on the yield and seed germination of soybean in South Eastern Europe conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107 (4), 337–344. <https://doi.org/10.13080/z-a.2020.107.043>
8. Milenko, O., Shevnikov, M., Solomon, Yu., Rybalchenko, A., & Shokalo, N. (2022). Influence of foliar top-dressing on the yield of soybean varieties. *Scientific Horizons*, 25 (4), 61–66. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.61-66](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.61-66)
9. Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechiporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 72–79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.08>
10. PUNCHYSHYN, V., MOISIENKO, V., & YATSENKO, T. (2019). Formation of cereals of grain forests of forests in conditions of polish. *Scientific Horizons*, 2, 34–38. <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-75-2-34-38>
11. Rybalchenko, A. M. (2022). Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by elements of productivity and duration of period vegetation in F₁ soybean. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology*, 46 (4), 62–67. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.9>
12. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Leshchenko, S. M., Skrynnik, I. O., & Artemenko, D. Yu. (2021). Effectiveness of fertilizer application on soybean areas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 37–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.04>
13. Shevnikov, D. M., & Shevnikov, M. Y. (2020). Formation of hard spring wheat productivity depending on the mineral fertilizers and biological preparations. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21 (63-64), 31–37.
14. Shevnikov, M., Milenko, O., Lotysh, I., Shevnikov, D., & Shovkova, O. (2022). The effect of cultivation conditions on the nitrogen fixation and seed yield of three Ukrainian varieties of soybean. *Scientific Horizons*, 25 (8), 17–27. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(8\).2022.17-27](https://doi.org/10.48077/scihor.25(8).2022.17-27)
15. Tafij, M. D., Nikolaichuk, V. I., & Belchhazy, V. J. (2016). Effect of zinc salt solutions on the development of chlorophyll and formation of seeds of maize hybrids. *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Medicine*, 24 (2), 302–307. <https://doi.org/10.15421/011639>
16. Vozhegova, R., Borovyk, V., Marchenko, T., & Rubtsov, D. (2020). The influence of plant density and doses of fertilizers on photosynthetic activity and yield of soybean of middle-ripening variety Sviatohor in conditions of irrigation. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (4), 62–68. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-09>
17. Vozhegova, R. A., Borovik, V. O., Rubtsov, D. K., Bidnyna, I. O., & Klubuk, V. V. (2020). Modern aspects of solving the problem of saving nitrogen fertilizers when growing soybeans under irrigation. *Agrarian Innovations*, 1, 11–16. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.2>
18. Vozhegova, R. A., Naydonova, V. O., & Voronyuk, L. A. (2016). Productivity of soy at the different methods of basic treatment of soil and doses of fertilizers on irrigation. *Irrigated Agriculture*, 65, 20–22.
19. Vozhegova, R. A., Lavrynenko, Y. O., Bazaliy, V. V., Marchenko, T. Y., Borovik, V. O., Michalenko, I. V., & Klubuk, V. V. (2019). Variability of the «mass of seeds from a plant» sign in the soybeans hybrids of the different groups of ripeness. *Faktori Eksperimental'noi Evolucii Organizmiv*, 24, 53–58. <https://doi.org/10.7124/feco.v24.1078>
20. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Basics of research in agronomy*. Kyiv: Diia.

ORCID

O. Milenko  <https://orcid.org/0000-0003-0529-5824>
A. Sidash  <https://orcid.org/0000-0002-0398-2404>



2024 Milenko O. 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.