

УДК 631.8:633.85

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-37>

Є.В. Брага, аспірант кафедри рослинництва
А.О. Рожков, д-р с.-г. наук, професор
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН СОНЯШНИКУ

Висвітлено результати дворічних досліджень щодо впливу сполучення різних варіантів передпосівного, припосівного та прикореневого внесення добрив на формування елементів продуктивності рослин і біологічну врожайність насіння високоолеїнового, середньостиглого гібриду соняшнику СИ Феномено.

Аналіз елементів продуктивності рослин та густоти рослин перед збиранням гібриду соняшнику СИ Феномено виявив їх значну залежність від досліджуваних варіантів передпосівного, припосівного та прикореневого внесення добрив.

У середньому за роками найбільшу кількість насінин формували кошики соняшнику у варіанті з найвищою дозою прикореневого внесення КАСу – 125 кг/га (N_{40}) на фоні передпосівного внесення сульфоамофосу в дозі 100 кг/га $N_{20}P_{20}S_{14}$ і припосівного внесення комплексного добрива МАКРОСТАР у дозі 200 кг/га ($N_{18}P_{40}K_{24}$) – 1257 шт. Порівняно з абсолютним контролем (без внесення добрив) кількість насінин у цьому варіанті була на 224 шт. або майже 22,0 % вищою.

Найбільша маса насінин з одного кошика соняшника – 82,8 г, була також у варіанті з найвищими дозами різних видів внесення добрив. Водночас, різниця порівняно з варіантом з меншою дозою припосівного внесення комплексного добрива МАКРОСТАР – 150 кг/га ($N_{14}P_{30}K_{18}$) була не значною – менше 2,0 %.

З точки зору рівня біологічної врожайності насіння оптимальним був варіант передпосівного внесення сульфату амонію у дозі 100 кг/га ($N_{21}S_{24}$), припосівного внесення амофосу в дозі також 100 кг/га ($N_{12}P_{52}$) та прикореневого внесення КАС₃₂ в дозі 125 кг/га (N_{40}). Інші варіанти передпосівного і припосівного внесення комплексних добрив не забезпечували істотного підвищення біологічної врожайності насіння соняшника порівняно з цим варіантом (мала місце лише тенденція до її збільшення). До того ж, вартість комплексного добрива МАКРОСТАР як і сульфоамофосу з розрахунку внесення на 1 га була значно вищою, ніж сульфату амонію та амофосу.

Підвищення дози прикореневого внесення КАС₃₂ від 95 до 125 кг/га не забезпечувало істотного підвищення біологічної врожайності насіння соняшника, проте відмічалася чітка тенденція до її підвищення на варіантах прикореневого внесення більшої дози КАС₃₂. Таким чином, саме цей варіант системи живлення – передпосівне внесення сульфату амонію в дозі 100 кг/га ($N_{21}S_{24}$), припосівне внесення амофосу в дозі 100 кг/га ($N_{12}P_{52}$) у сполученні з прикорневим підживленням посівів КАС₃₂ у дозі 125 кг/га (N_{40}), з точки зору продуктивності

рослин і біологічної врожайності насіння соняшнику, був найкращим як у середньому за роками, так і безпосередньо по роках.

Ключові слова: соняшник, гібрид, система живлення, комплексні добрива, елементи продуктивності, передпосівне і припосівне внесення, прикореневі підживлення, біологічна врожайність насіння

Постановка проблеми. Наукова проблема щодо специфіки мінерального живлення соняшнику має важливе значення для визначення теоретичних основ щодо алгоритмів застосування різних видів добрив, які забезпечуватимуть вищий рівень реалізації його біологічного потенціалу продуктивності. Поряд зі значною кількістю досліджень у цьому напрямі, значна кількість питань, насамперед щодо комплексного підходу застосування добрив, розкриті не повністю, що і визначило напрям проведення досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдяки науковим розробкам і дослідженням науковців з різних регіонів України, зокрема С.М. Каленської, В.В. Кириченка, О.І. Полякова, М.І. Федорчука, А.В. Мельника, О.А. Єременко та інших, було оптимізовано чимало технологічних процесів вирощування соняшника, які забезпечили більш повну реалізацію його генетичного потенціалу [1–3].

Сучасні гібриди соняшнику мають високу адаптивність до умов вирощування, характеризуються високою стійкістю до ураження збудниками хвороб, мають високий генетичний потенціал продуктивності [4]. При цьому важливу роль відіграє вдосконалення основних елементів агротехніки, що забезпечує підвищення врожайності та якості насіння.

Серед елементів технології вирощування одним з найбільш складних і водночас найбільш значущих є система удобрення, яка має уточнюватися для конкретних ґрунтово-кліматичних умов з урахуванням морфо-біотипу і групи стиглості гібридів соняшнику [5–7].

Сучасні гібриди соняшнику відрізняються високим потенціалом урожайності насіння, який перевищує 5,0 т/га. За оптимізації технології вирощування, насамперед системи живлення, частка якої в урожайності насіння становить за різними оцінками не менше 50 %, можна реально отримувати врожайність на рівні 4,0–4,5 т/га. Однак, на практиці отримують значно нижчі результати спричинені здебільшого саме значними упущеннями в системі живлення [8, 9].

Соняшник належить до культур, що мають підвищені вимоги до родючості ґрунтів. На формування 1 т насіння він споживає азоту майже вдвічі більше, ніж зернові культури. За виносом калію соняшник взагалі є рекордсменом, оскільки для формування 1 т насіння йому потрібно понад 120 кг цього елемента. Загальний винос основних елементів з урожаєм насіння на рівні 3,0 т/га по азоту становить 150–170 кг/га, по фосфору – 75–90 кг/га, по калію – понад 350 кг/га [10, 11].

Впродовж вегетації рослини сояшнику азот засвоюють у цілому рівномірно. Від фази V_6 – V_8 і до фази R_1 рослини споживають близько 70–80 % азоту. Його дефіцит особливо негативно позначається на формуванні кошика. При цьому надлишок цього елемента також негативно впливає на сояшник – відмічається зниження вмісту олії, продовжується тривалість вегетації [12].

Фосфор поглинається рослинами від фази сходів до кінця цвітіння. Спочатку він акумулюється в стеблах і листках, пізніше переміщуючись у кошики та сім'янки. Близько 60–70 % фосфору рослини споживають під час формування кошика і цвітіння. Його дефіцит негативно позначається на продуктивності рослин сояшнику. Достатня забезпеченість рослин фосфором сприяє підвищенню посухостійкості рослин та олійності насіння [13].

На формування одиниці сухої речовини рослини сояшнику найбільше потребують калію. Він відіграє важливу роль у регулюванні водного балансу, забезпечує утримання вологи, зменшує її випаровування, що підвищує посухостійкість рослин. Основна маса калію засвоюється рослинами в період формування кошика – дозрівання [14].

Ефективність застосування мінеральних добрив при вирощуванні сояшнику залежить від багатьох факторів, зокрема від фази в якій перебувають рослини, способів їхнього внесення, погодних умов, фіто-санітарного стану посівів, генетичних особливостей гібридів [15–17].

Результати попередніх агрономічних досліджень підтверджують, що ефективна система удобрення посівів сояшника здатна не лише підвищити їхню врожайність, а й покращити агрохімічні властивості ґрунту, сприяти сталому землеробству [3, 18].

Потягом останнього періоду зібрано достатньо багато матеріалів досліджень щодо впливу системи удобрення на ріст, розвиток і формування врожайності посівів сояшнику. Однак, не до кінця з'ясованими залишаються питання комплексного впливу різних складових системи живлення на формування елементів продуктивності рослин і біологічну врожайність насіння цієї культури. Актуальність досліджень у цьому напрямку також зумовлена впровадженням у виробництво нових гібридів сояшнику, які мають певні особливості, а отже – можуть по-різному реагувати на систему удобрення.

Мета проведених досліджень полягала у оцінці елементів продуктивності рослин і біологічної врожайності насіння високоолеїнового, середньостиглого гібриду сояшника СИ Феномено залежно від застосування різних варіантів поєднання передпосівного, припосівного та прикореневого внесення мінеральних добрив в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в 2024 і 2025 рр. на базі ФГ «Грига» Полтавського району Полтавської області.

Технологія вирощування соняшнику, за виключенням досліджуваних питань, була загальноприйнятою для зони досліджень. Попередником соняшнику в досліді була пшениця озима, під яку в сумі вносили $N_{90}P_{60}K_{30}$. Одразу після її збирання проводили два дискування, а через два тижні – оранку на 25–27 см. Насіння висівали на глибину 5–7 см у другій декаді травня після прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 8 °С. Норма висіву насіння була рекомендованою для досліджуваного гібриду соняшнику – 45,0 тис. шт./га. Сівбу проводили широкорядним способом сівби з міжряддями 70 сівалкою KINZE 2000.

Одразу після сівби посіви обприскували ґрунтовим гербіцидом Проксаніл у рекомендованій дозі внесення і проводили прикочування оскільки у верхньому шарі ґрунту бракувало вологи і найближчим часом не прогнозувалося дощу. У фазі V_4 посіви обприскували грамініцидом Челендж для контролю злакових і дводольних бур'янів.

Двохфакторний польовий дослід закладали методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях. Ділянками першого порядку (фактор *A*) були чотири варіанти прикореневого підживлення посівів КАСом у фазі V_5 – V_6 : 1 – контроль (без підживлення); 2 – КАС₃₂ у дозі 65 кг/га (N_{20}); 3 – КАС₃₂ у дозі 95 кг/га (N_{30}); 4 – КАС₃₂ у дозі 125 кг/га (N_{40}).

Ділянками другого порядку (фактор *B*) були п'ять варіантів сполучення передпосівного та припосівного внесення комплексних добрив: I – абсолютний контроль (без добрив); II – передпосівне внесення сульфату амонію в дозі 100 кг/га ($N_{21}S_{24}$) у поєднанні з припосівним внесенням амофосу в дозі 100 кг/га ($N_{12}P_{52}$) (виробничий контроль); III, IV і V – передпосівне внесення сульфоамофосу в дозі 100 кг/га ($N_{20}P_{20}S_{14}$) у поєднання з припосівним внесенням комплексного добрива МАКРОСТАР у дозах 100 кг/га, 150 і 200 кг/га ($N_9P_{20}K_{12}$, $N_{14}P_{30}K_{18}$ і $N_{18}P_{40}K_{24}$) відповідно. Площа посівної і облікової ділянок другого порядку становила 210 м² і 112 м² відповідно.

Для досліджень було обрано високоолеїновий гібрид соняшнику СИ Феномено. Цей гібрид помірно інтенсивного типу відноситься до середньостиглих гібридів і відрізняється високою посухостійкістю. Розрахований на класичну технологію захисту від бур'янів.

Погодні умови років досліджень значно відрізнялися як між собою, так і від показників кліматичної норми як за температурним режимом, так і за кількістю опадів і їхнім розподілом. Погодні умови 2024 р. були менш сприятливими для соняшника як за температурним режимом (у третій декаді червня та першій і другій декадах липня температура повітря вдень сягала 35,0 °С і вище), так і за кількістю опадів і їх розподілом (кількість опадів у літні місяці була значно меншою за середньо-багаторічні показники), що звісно мало вплив на формування елементів продуктивності рослин і біологічну врожайність насіння соняшнику. У 2025 р. температурний режим, кількість опадів і

їх розподіл до фази повної стиглості насіння забезпечували нормальний ріст і розвиток культури.

Контрастність погодних умов у роки досліджень дала можливість більш повно порівняти між собою варіанти досліду щодо впливу на елементи продуктивності рослин та біологічну врожайність насіння обраного для досліджень гібрида соняшнику – СИ Феномено.

Закладання досліду, спостереження, обліки та вимірювання проводили за загальноприйнятими методами [19]. Дисперсійний аналіз здійснювали в програмному пакеті Microsoft Excel на базі загальноприйнятих методик [20].

Результати досліджень та їх обговорення. Головними елементами продуктивності рослин соняшнику є кількість насінин з кошику і їх маса. Діаметр кошику не є ключовим елементом продуктивності проте пов'язаний з нею опосередковано. Між ним і продуктивністю рослини має місце прямиий зв'язок, а саме – більший за розмірами кошик вміщує більшу кількість насінин, отже – забезпечує більший вихід сім'янок з кошику і їх масу.

Обидва досліджувані фактори забезпечували істотні зміни діаметру кошика. Загальною тенденцією було збільшення цього параметра за умови внесення добрив. Усі досліджувані варіанти передпосівного, припосівного та прикореневого внесення добрив забезпечували істотне збільшення діаметра кошика гібрида соняшнику СИ Феномено порівняно з контрольними варіантами обох факторів.

У середньому за два роки досліджень найбільший діаметр кошика зафіксований у сполученні п'ятого варіанта фактора *B* і четвертого варіанта фактора *A* – 19,9 см, що на 3,0 см або на 17,8 % більше порівняно з абсолютним контролем – без застосування добрив (табл. 1).

Серед досліджуваних факторів більший вплив на діаметр кошика чинили варіанти прикореневого внесення KAC_{32} . На нашу думку це закономірно, оскільки це добриво в дозах від N_0 до N_{40} вносили під час стадії V_5-V_6 , тобто саме під час закладання кошика. Так, розбіжність між показниками діаметра кошика за впливу досліджуваних варіантів передпосівного і припосівного внесення комплексних добрив становила 1,3 см (від 17,9 см до 19,2 см), тоді як за впливу прикореневого внесення різних доз азоту – 1,6 см (від 17,8 см до 19,4 см).

У середньому за два роки досліджень найбільшу кількість насінин формували кошики у варіанті з найбільшою дозою прикореневого внесення азоту (N_{40}) на фоні передпосівного внесення $N_{20}P_{20}S_{14}$ і припосівного внесення $N_{18}P_{40}K_{24}$ – 1257 шт. Приріст кількості насінини порівняно з першими варіантами (контролями) обох факторів становив 224 шт. або 21,7 % (табл. 2).

1. Діаметр кошика сояшнику гібрида СИ Феномено за різних варіантів сполучення передпосівного, припосівного і прикореневого внесення добрив, см (середнє за 2024, 2025 рр.)

Передпосівне і припосівне внесення добрив (фактор B)	Варіант прикореневого внесення добрив (фактор A)				Середнє
	контроль	N ₂₀	N ₃₀	N ₄₀	
I*	16,9	17,6	18,3	18,6	17,9
II	17,7	18,6	19,2	19,5	18,8
III	17,7	18,5	18,9	19,2	18,6
IV	18,1	18,8	19,3	19,6	19,0
V	18,4	19,2	19,3	19,9	19,2
Середнє	17,8	18,5	19,0	19,4	18,7
НІР ₀₅ головного ефекту A – 0,6/0,8**; НІР ₀₅ головного ефекту B – 0,6/0,9; НІР ₀₅ часткових порівнянь A – 0,6/0,9; НІР ₀₅ часткових порівнянь B – 0,7/0,9.					

Примітка: * – зміст варіантів фактора B: I – контроль (без добрив); II – N₂₁S₂₄ (передпосівне) + N₁₂P₅₂ (припосівне) (виробничий контроль); III – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₉P₂₀K₁₂ (припосівне); IV – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₄P₃₀K₁₈ (припосівне); V – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₈P₄₀K₂₄ (припосівне); ** – у чисельнику наведено показник НІР₀₅ за 2024 рік, у знаменнику – за 2025 рік.

2. Кількість насінин у кошику сояшнику гібрида СИ Феномено за різних варіантів сполучення передпосівного, припосівного і прикореневого внесення добрив, шт. (середнє за 2024, 2025 рр.)

Передпосівне та припосівне внесення добрив (фактор B)	Варіант прикореневого внесення добрив (фактор A)				Середнє
	контроль	N ₂₀	N ₃₀	N ₄₀	
I*	1033	1094	1137	1154	1105
II	1092	1174	1208	1228	1176
III	1098	1160	1194	1214	1167
IV	1123	1194	1212	1239	1192
V	1139	1222	1223	1257	1210
Середнє	1097	1169	1195	1218	1170
НІР ₀₅ головного ефекту A – 37/42**; НІР ₀₅ головного ефекту B – 39/43; НІР ₀₅ часткових порівнянь A – 39/46; НІР ₀₅ часткових порівнянь B – 41/46.					

Примітка: * – зміст варіантів чинника B: I – контроль (без добрив); II – N₂₁S₂₄ (передпосівне) + N₁₂P₅₂ (припосівне) (виробничий контроль); III – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₉P₂₀K₁₂ (припосівне); IV – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₄P₃₀K₁₈ (припосівне); V – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₈P₄₀K₂₄ (припосівне); ** – у чисельнику наведено показник НІР₀₅ за 2024 рік, у знаменнику – за 2025 рік.

Близьку до найвищого показника в досліді кількість насінин досліджуваного гібриду сояшнику отримали за меншої дози припосівного внесення комплексного добрива МАКРОСТАР – N₁₄P₃₀K₁₈ (четвертий варіант фактора B) у сполученні з найвищою дозою прикореневого внесення азоту (N₄₀) – 1239 шт. Різниця за кількістю

насінин між цими варіантами становила лише 18 шт. або менше 1,5 %.

За аналогією з діаметром кошика, більший вплив на кількість насінин у ньому чинили досліджувані варіанти прикореневого внесення КАС₃₂. Зокрема, різниця за кількістю насінин у кошику між найвищим і нижчим показником за впливу досліджуваних варіантів передпосівного і припосівного внесення добрив становила 105 шт. або 9,5 %, тоді як за впливу прикореневого внесення азоту – 121 шт., або понад 11,0 %.

Маса 1000 насінин у проведеному досліді не зазнавала істотних змін за впливу досліджуваних варіантів системи живлення тож, вплив досліджуваних факторів на масу насінин з одного кошика у цілому був аналогічний впливу на кількість насінин у ньому. При цьому, дещо вищий вплив передпосівного, припосівного та прикореневого внесення елементів мінерального живлення на показниках маси насінини з одного кошика був зумовлений тенденцією формування більш крупного насіння у варіантах внесення більшої кількості добрив.

Усі досліджувані варіанти передпосівного та припосівного внесення комплексних добрив забезпечували формування істотно більшої маси насінин з одного кошика порівняно з абсолютним контролем (без внесення добрив). При цьому, помітну прибавку показника порівняно з виробничим контролем (внесення N₂₁S₂₄ – перед сівбою і N₁₂P₅₂ – під час сівби) забезпечував лише варіант з найбільшою дозою припосівного внесення добрив – N₁₈P₄₀K₂₄. У середньому за варіантами прикореневого підживлення, маса насінин у цьому варіанті становила 79,4 г, що на 8,0 і 3,0 г або на 11,2 і 4,0 % вище, ніж на абсолютному і виробничому контролях відповідно (табл. 3).

3. Маса насінин з одного кошика соняшнику гібрида СИ Феномено за різних варіантів сполучення передпосівного, припосівного та прикореневого внесення добрив, г (середнє за 2024, 2025 рр.)

Передпосівне та припосівне внесення добрив (фактор B)	Варіант прикореневого внесення добрив (фактор A)				Середнє
	контроль	N ₂₀	N ₃₀	N ₄₀	
I*	66,4	70,7	73,6	74,7	71,4
II	70,4	76,5	78,7	80,0	76,4
III	71,4	75,9	78,1	79,5	76,2
IV	73,1	78,0	79,4	81,2	78,0
V	74,2	80,1	80,5	82,8	79,4
Середнє	71,1	76,2	78,1	79,6	76,3
НІР ₀₅ головного ефекту A – 1,9/2,3**, НІР ₀₅ головного ефекту B – 2,1/2,3; НІР ₀₅ часткових порівнянь A – 2,1/2,4; НІР ₀₅ часткових порівнянь B – 2,2/2,6.					
<i>Примітка:</i> * – зміст варіантів чинника B: I – контроль (без добрив); II – N ₂₁ S ₂₄ передпосівне) + N ₁₂ P ₅₂ (припосівне) (виробничий контроль); III – N ₂₀ P ₂₀ S ₁₄ (передпосівне) + N ₉ P ₂₀ K ₁₂ (припосівне); IV – N ₂₀ P ₂₀ S ₁₄ (передпосівне) + N ₁₄ P ₃₀ K ₁₈ (припосівне); V – N ₂₀ P ₂₀ S ₁₄ (передпосівне) + N ₁₈ P ₄₀ K ₂₄ (припосівне); ** – у чисельнику наведено показник НІР ₀₅ за 2024 рік, у знаменнику – за 2025 рік					

Прикореневе підживлення посівів азотом під час перебування рослин у стадіях V_5 – V_6 істотно підвищувало масу насінин з одного кошика соняшнику, при цьому найвищою вона була у варіанті внесення найбільшої дози азоту (N_{40}) – у середньому за фактором B – 79,6 г, що на 8,5 г або на 12,0 % вище, ніж на контролі цього фактора. Разом з тим, прибавка показника порівняно з нормою прикореневого внесення азоту N_{30} становила лише 1,5 г або менше 2,0 %. Безпосередньо за роками досліджень, істотної різниці за показниками маси насіння з кошика між цими варіантами не відмічено (різниця у межах НР₀₅).

У цілому по досліді найбільша маса насінин з одного кошика соняшника – 82,8 г, була у варіанті з найвищими дозами припосівного та прикореневого внесення добрив (п'ятий і четвертий варіанти фактора B і A відповідно). Водночас, різниця порівняно з варіантом з меншою дозою припосівного внесення добрив – $N_{14}P_{30}K_{18}$ (четвертий варіант фактора B) була не значною і складала менше 2,0 %.

Біологічна врожайність насіння соняшнику є добуток продуктивності рослин і їх густоти на час збирання. Оскільки досліджувані варіанти живлення, за рахунок покращення забезпеченості рослин поживними елементами, сприяють їх кращому росту та розвитку, логічно припустити, що виживаність рослин буде вищою саме у варіантах з вищими агрофонами. Враховуючи ключове значення цього елемента продуктивності у формуванні біологічної врожайності насіння соняшнику, а також можливий вплив досліджуваних факторів на зміну кількості рослин перед збиранням, завданням досліджень передбачалося визначення цього показника.

У результаті підрахунків встановлено, що жоден з факторів не мав істотного впливу на кількість рослин соняшнику перед збиранням. Спостерігалася лише тенденція формування більшої їх кількості за умови внесення мінеральних добрив. При цьому, обидва досліджувані фактори забезпечували фактично однакову розбіжність між граничними показниками кількості рослин. Як за впливу досліджуваних варіантів сполучення передпосівного та припосівного внесення добрив, так і за впливу прикорневих підживлень KAC_{32} у стадії V_5 – V_6 , кількість рослин соняшнику перед збиранням варіювала в діапазоні від 36,1 до 36,5 тис. шт./га, тобто порівняно з контролями обох факторів вона максимально зростала лише на 0,4 тис. шт./га або на 1,1 % (табл. 4).

У цілому по досліді, за рахунок оптимізації обох досліджуваних факторів, кількість рослин перед збиранням на час збирання порівняно з контролем вдалося підвищити на 0,8 тис. шт./га або на 2,2 %. Як йшлося вище, це не істотна перевага проте, вона забезпечила ще більший вплив варіантів системи живлення на біологічну врожайність насіння, оскільки і продуктивність рослин і їх густота на час збирання врожаю зростали з покращенням системи живлення.

4. Кількість рослин сояшника перед збиранням за різних варіантів сполучення передпосівного, припосівного і прикореневого внесення добрив, тис. шт./га (середнє за 2024, 2025 рр.)

Передпосівне та припосівне внесення добрив (фактор В)	Варіант прикореневого внесення добрив (фактор А)				Середнє
	контроль	N ₂₀	N ₃₀	N ₄₀	
I*	35,8	36,1	36,3	36,2	36,1
II	36,1	36,2	36,4	36,6	36,3
III	36,2	36,2	36,5	36,5	36,4
IV	36,2	36,6	36,6	36,7	36,5
V	36,3	36,5	36,6	36,7	36,5
Середнє	36,1	36,3	36,5	36,5	36,4

Примітка: * – зміст варіантів фактора В: I – контроль; II – N₂₁S₂₄ (передпосівне) + N₁₂P₅₂ (припосівне); III – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₉P₂₀K₁₂ (припосівне); IV – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₄P₃₀K₁₈ (припосівне); V – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₈P₄₀K₂₄ (припосівне); ** – у чисельнику НР₀₅ за 2024 рік, у знаменнику – за 2025 рік.

Усі досліджувані варіанти сполучення передпосівного і припосівного внесення добрив сприяли істотному підвищенню біологічної врожайності насіння сояшника порівняно з абсолютним контролем. При цьому найвища біологічна врожайність насіння формувалася у варіанті з найвищою дозою припосівного внесення комплексного добрива МАКРОСТАР – N₁₈P₄₀K₂₄. У середньому за варіантами прикореневого підживлення посівів КАС₃₂ біологічна врожайність насіння сояшника в цьому варіанті в погодних умовах 2024 і 2025 рр. становила 2,71 і 3,08 т/га, що на 0,31 і 0,34 т/га відповідно вище, ніж на абсолютному контролі і на 0,13–0,14 т/га вище, ніж на виробничому контролі (другий варіант фактора В) (табл. 5).

Разом з тим, істотної різниці між варіантами з дозою припосівного внесення комплексного добрива МАКРОСТАР – N₁₄P₃₀K₁₈ і N₁₈P₄₀K₂₄ (4-й і 5-й варіанти фактора В) не встановлено. Різниця за показниками біологічної врожайності насіння між цими варіантами у 2024 і 2025 рр. становила лише 0,06 т/га або менше 2,0 % за НР₀₅ головного ефекту цього фактора – 0,08 і 0,13 т/га відповідно. Таким чином, підвищувати дозу добрива МАКРОСТАР у передпосівне внесення від 150 до 200 кг/га з агрономічної точки зору не доцільно. При цьому, за умови підвищення дози передпосівного внесення цього добрива від 100 до 150 кг/га, біологічна врожайність насіння у середньому за іншими факторами зростала також на 0,6–0,7 т/га.

Прикореневе підживлення посівів КАС₃₂ за впливом на рівень біологічної врожайності насіння сояшника гібрида СИ Феномено було фактично на одному рівні з досліджуваними варіантами сполучень передпосівного і припосівного внесення добрив. При цьому, по мірі підвищення дози внесення КАС₃₂ відбувалося підвищення показника.

5. Біологічна врожайність насіння соняшника за різних варіантів сполучення передпосівного, припосівного і прикореневого внесення добрив, т/га (середнє за 2024, 2025 рр.)

Передпосівне та припосівне внесення добрив (фактор <i>B</i>)	Варіант прикореневого внесення добрив (фактор <i>A</i>)				Середнє
	контроль	N ₂₀	N ₃₀	N ₄₀	
2024 рік					
I	2,21	2,37	2,49	2,53	2,40
II	2,38	2,56	2,65	2,74	2,58
III	2,41	2,57	2,63	2,71	2,58
IV	2,47	2,66	2,72	2,76	2,65
V	2,51	2,72	2,74	2,82	2,70
Середнє	2,40	2,57	2,65	2,71	2,59
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i> – 0,07; НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i> – 0,08; НІР ₀₅ часткових порівнянь <i>A</i> – 0,08; НІР ₀₅ часткових порівнянь <i>B</i> – 0,09					
2025 рік					
I	2,54	2,73	2,84	2,88	2,75
II	2,69	2,97	3,08	3,11	2,96
III	2,76	2,92	3,06	3,09	2,96
IV	2,83	3,00	3,11	3,13	3,02
V	2,88	3,09	3,15	3,21	3,08
Середнє	2,74	2,94	3,05	3,08	2,95
НІР ₀₅ головного ефекту <i>A</i> – 0,12; НІР ₀₅ головного ефекту <i>B</i> – 0,13; НІР ₀₅ часткових порівнянь <i>A</i> – 0,13; НІР ₀₅ часткових порівнянь <i>B</i> – 0,15					
Середнє за роками					
I*	2,38	2,55	2,67	2,70	2,58
II	2,54	2,77	2,87	2,92	2,78
III	2,59	2,75	2,85	2,90	2,77
IV	2,65	2,85	2,92	2,94	2,84
V	2,68	2,90	2,95	3,01	2,89
Середнє	2,57	2,76	2,85	2,89	2,77

Примітка: * – зміст варіантів фактора *B*: I – контроль (без добрив); II – N₂₁S₂₄ (передпосівне) + N₁₂P₅₂ (припосівне) (виробничий контроль); III – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₉P₂₀K₁₂ (припосівне); IV – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₄P₃₀K₁₈ (припосівне); V – N₂₀P₂₀S₁₄ (передпосівне) + N₁₈P₄₀K₂₄ (припосівне); ** – у чисельнику наведено показник НІР₀₅ за 2024 рік, у знаменнику – за 2025 рік.

Найвищу біологічну врожайність насіння формували посіви на варіантах прикореневого внесення найбільшої дози КАС₃₂ (125 кг/га) – у середньому за роками та варіантами передпосівного і припосівного внесення комплексних добрив – 2,89 т/га, що на 0,32 т/га вище порівняно з контролем (без прикореневого підживлення).

З підвищенням дози внесення КАС₃₂ в прикореневе підживлення від 95 до 125 кг/га біологічна врожайність насіння зростала неістотно. Відмічалася лише позитивна тенденція до її підвищення. Зокрема, в погодних умовах 2024 і 2025 рр. різниця за біологічною врожайністю насіння соняшника гібрида СИ Феномено між цими варіантами склала 0,06 і 0,03 т/га, за НР₀₅ – 0,07 і 0,12 т/га відповідно.

У цілому по досліді найвища біологічна врожайність насіння соняшника в середньому за два роки досліджень – 3,01 т/га, була у варіантах сполучення передпосівного внесення 100 кг/га сульфоамофосу (N₂₀P₂₀S₁₄), припосівного внесення добрива МАКРОСТАР у дозі 200 кг/га (N₁₈P₄₀K₂₄) і прикореневого підживлення посівів КАС₃₂ у найвищій досліджуваній дозі – 125 кг/га. Приріст біологічної врожайності насіння порівняно з абсолютним і виробничим контролюми становив 0,63 і 0,47 т/га або 26,5 і 18,5 % відповідно.

Аналіз часткових порівнянь факторів виявив відсутність істотної різниці між досліджуваними варіантами фактора *B* і виробничим контролем цього фактора на варіантах проведення прикореневих підживлень КАС₃₂ у дозах 95 і 125 кг/га. При цьому на варіантах де КАС₃₂ не вносили, припосівне внесення добрива МАКРОСТАР у дозах 150 і 200 кг/га (4-й і 5-й варіанти фактора *B*) забезпечило істотну прибавку біологічної врожайності насіння порівняно з обома контролюми, що свідчить про взаємодію досліджуваних факторів.

З точки зору отримання найвищої біологічної врожайності насіння соняшника, оптимальним був варіант передпосівного внесення сульфату амонію у дозі 100 кг/га (N₂₁S₂₄), припосівного внесення амофосу в дозі також 100 кг/га (N₁₂P₅₂) (виробничий контроль фактора *B*) у сполучення з прикореневим внесенням КАС₃₂ в дозі 125 кг/га (N₄₀). Інші варіанти передпосівного і припосівного внесення добрив не забезпечували істотного підвищення біологічної врожайності насіння порівняно з виробничим контролем (мала місце лише тенденція до росту показника) крім того, вартість добрив МАКРОСТАР і сульфоамофосу з розрахунку внесення на 1 га була значно вищою. Підвищення дози прикореневого внесення рідкого добрива КАС₃₂ від 95 до 125 кг/га (від N₃₀ до N₄₀) не забезпечувало істотного підвищення біологічної врожайності насіння соняшника, проте відмічалася чітка тенденція до її підвищення як у 2024 р., так і в 2025 р.

У разі якщо технологічним планом прикоренеve внесення КАС₃₂ не передбачено, припосівне внесення добрива МАКРОСТАР у дозі 150 кг/га (N₁₄P₃₀K₁₈) на фоні передпосівного внесення сульфамофосу в дозі 100 кг/га (N₂₀P₂₀S₁₄) є виправданим, оскільки забезпечує істотне підвищення біологічної врожайності насіння соняшника. І в 2024 і в 2025 рр., приріст показника був істотний порівняно з обома контролями.

Висновки. Аналіз елементів продуктивності рослин, густоти рослин перед збиранням і біологічної врожайності соняшника гібрида СИ Феномено виявив їх значну залежність від досліджуваних варіантів передпосівного, припосівного та прикореневого внесення добрив.

У середньому за роками досліджень найбільшу кількість насінин формували кошики соняшника у варіанті з найбільшою дозою прикореневого внесення КАС₃₂ – 125 кг/га (N₄₀) на фоні передпосівного внесення сульфамофосу в дозі 100 кг/га N₂₀P₂₀S₁₄ і припосівного внесення добрива МАКРОСТАР у дозі 200 кг/га (N₁₈P₄₀K₂₄) – 1257 шт. Порівняно з абсолютним контролем (без внесення добрив) їх кількість була на 224 шт. або майже 22,0 % вище, ніж на контролі.

Найбільша маса насінин з одного кошика соняшника – 82,8 г, була також у варіанті з найвищими дозами внесення добрив. Водночас, різниця порівняно з варіантом з меншою дозою припосівного внесення добрива МАКРОСТАР – 150 кг/га (N₁₄P₃₀K₁₈) (4-й варіант фактора *B*) була не значною і склала менше 2,0 %.

Найвища біологічна врожайність насіння соняшника формувалася у варіанті передпосівного внесення сульфату амонію у дозі 100 кг/га (N₂₁S₂₄), припосівного внесення амофосу в дозі також 100 кг/га (N₁₂P₅₂) і прикореневого внесення КАС₃₂ в дозі 125 кг/га (N₄₀). Інші варіанти передпосівного і припосівного внесення добрив не забезпечували істотного підвищення біологічної врожайності насіння порівняно з цим варіантом. При цьому мала місце тенденція до її підвищення.

Збільшення дози прикореневого внесення азоту від N₃₀ до N₄₀ не забезпечувало істотного підвищення біологічної врожайності насіння соняшника, проте відмічалася чітка тенденція до її росту. Крім того, аналіз часткових порівнянь ефектів показав істотну прибавку біологічної врожайності за підвищення дози прикореневого внесення азоту від N₃₀ до N₄₀ на виробничому контролі фактора *B* у 2024 р.

Таким чином, саме цей варіант системи живлення – передпосівне внесення сульфату амонію в дозі 100 кг/га (N₂₁S₂₄), припосівне внесення амофосу в дозі 100 кг/га (N₁₂P₅₂) (виробничий контроль фактора *B*) у сполученні з прикоренеvim підживленням посівів КАС₃₂ у дозі 125 кг/га (N₄₀), з точки зору продуктивності рослин і біологічної врожайності насіння соняшника був найкращим як у середньому за роками, так і безпосередньо по роках досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єременко О.А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 3. С. 25–30.
2. Каленська С.М., Гарбар Л.А., Горбатюк Е.М. Роль регламентів сівби у формуванні фітометричних показників соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 49–55.
3. Кириченко В.В., Макляк К.М., Леонова Н.М., Коломацька В.П., Леонов О.Ю., Шепілов Б.П. Особливості технології вирощування гібридів соняшнику кондитерського типу в умовах східної частини Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 1 (898). С. 14–21.
4. Турак Р.О. Продуктивність соняшнику залежно від системи удобрення в умовах західного регіону України. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 12. С. 240–247. doi:10.32782/naturaljournal.12.2025.24
5. Кірсанова Г.В., Пугач А.В., Губа Е.П. Удосконалення технології вирощування соняшнику шляхом оптимізації фону мінерального живлення. *Dynamika naukowych badań-2017: XIII międzynarodowej naukowipraktycznej konferencji (Przemysl, 7–15 lipca 2017 roku)*. Przemysł: Nauka i studia, 2017. P. 19–23. URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/388>
6. Ahmad R., Waraich E.A., Ashraf M.Y. et al. Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review. *J. Plant Nutr.* 2014. № 37. P. 942–963.
7. Коковіхін С.В. Вплив густоти стояння рослин та удобрення на формування продуктивності гібридів соняшнику в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2016. Вип. 96. С. 74–79.
8. Мазур В.А., Дідур І.М., Циганський В.І., Маламура С.В. Формування продуктивності гібридів соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4(19). С. 208–220. doi:10.37128/2707-5826-2020-4-17
9. Тоцький В.М. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на формування продуктивності рослин соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С. 204–209.

10. Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Базалій В.В. й ін. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення: монографія. Херсон: Олді-плюс, 2020. 160 с.

11. Рожков А.О., Шевченко М.В., Поляков О.І. Соняшник: онтогенез, сучасні аспекти технології вирощування: монографія. Харків, ДБТУ, 2025. 205 с.

12. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2018. 376 с.

13. Гангур В.В., Космінський О.О., Лень О.І., Тоцький В.М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2(2). С. 50–56. doi:10.31210/visnyk2022.02.05

14. Шакалій С.М. Формування врожайності та якості насіння соняшнику залежно від позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 1. С. 69–74.

15. Домарацький Є.О. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим соняшника. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 1(71). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.01.017/8902>

16. Лябах С.В. Вплив обробітку ґрунту та системи удобрення на врожайність соняшнику (*Helianthus L.*) за вирощування в умовах центрального Полісся України. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 4. С. 130–135. doi:10.33730/2077-4893.4.2022.273259

17. Пінковський Г.В., Мащенко Ю.В. Вплив елементів живлення на родючість ґрунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 145–150. doi:10.32851/2226 0099.2019.107.19

18. Курач О.В., Лукашук Л.Я., Першута В.В. Вплив доз мінерального удобрення та стимуляторів росту на продуктивність гібридів соняшнику. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 8(845). С. 12–19. doi:10.31073/agrovisnyk202308-02

19. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вид. 2-ге, виправлене і доповнене. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К». 2014. 332 с.

20. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. й ін. Дослідна справа в агрономії: у 2 книгах. Кн. перша: Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан. 2016. 316 с.

REFERENCES

1. Yeremenko O.A. (2017). Sunflower productivity depending on mineral nutrition and pre-sowing seed treatment under conditions of insufficient moisture. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. № 3. P. 25–30.

2. Kalenska S.M., Garbar L.A., Gorbatyuk E.M. (2020). The role of sowing regulations in the formation of phytometric indicators of sunflower. *Tavriya Scientific Bulletin*. № 113. P. 49–55.

3. Kirichenko V.V., Maklyak K.M., Leonova N.M., Kolomatska V.P., Leonov O.Yu., Shepilov B.P. (2023). Features of the technology for growing confectionery-type sunflower hybrids in the eastern part of the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*. № 1 (898). P. 14–21.

4. Turak R.O. (2025). Sunflower productivity depending on the fertilization system in the western region of Ukraine. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*. № 12. P. 240–247. [doi:10.32782/naturaljournal.12.2025.24](https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.24)

5. Kirsanova G.V., Pugach A.V., Guba E.P. (2017). Improving sunflower cultivation technology by optimizing mineral nutrition. *Dynamika naukovykh badan-2017: XIII міжнародowej naukowipraktycznej konferencji (Przemysl, 7–15 lipca 2017 roku)*. Przemysł: Nauka i studia. P. 19–23. URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/388>

6. Ahmad R., Waraich E.A., Ashraf M.Y. et al. (2014). Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review. *J. Plant Nutr.* № 37. P. 942–963.

7. Kokovikhin S.V. (2016). The influence of plant density and fertilization on the productivity of sunflower hybrids in southern Ukraine. *Tavriya Scientific Bulletin*. Issue 96. P. 74–79.

8. Mazur V.A., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Malamura S.V. (2020). Formation of productivity of sunflower hybrids depending on the level of fertilization and moisture conditions. *Agriculture and forestry*. № 4 (19). P. 208–220. [doi:10.37128/2707-5826-2020-4-17](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-17)

9. Totskyi V.M. (2014). The influence of the fertilization system and the main tillage on the formation of sunflower productivity. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences*. № 20. P. 204–209.

10. Domaratskyi E.O., Dobrovolskyi A.V., Bazalii V.V., et al. (2020). Sunflower: Ecological ways to optimize its nutrition: monograph. Kherson: Oldi-Plus, 160 p.

11. Rozhkov A.O., Shevchenko M.V., Polyakov O.I. (2025). Sunflower: ontogenesis, modern aspects of cultivation technology: monograph. Kharkiv, DBTU. 205 p.

12. Gospodarenko G.M. (2018). Fertilizer Application System. Kyiv: SIC GROUP Ukraine LLC, 2018. 376 p.

13. Gangur V.V., Kosminsky O.O., Len O.I., Totsky V.M. (2022). The effect of fertilization on sunflower productivity and seed quality. *Bulletin of the PDAA*. № 2(2). P. 50–56. [doi:10.31210/visnyk2022.02.05](https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05)

14. Shakaliy S.M. (2017). Formation of sunflower seed yield and quality depending on foliar fertilization. *Grain crops*. Vol. 1. № 1. P. 69–74.

15. Domaratskyi E.O. (2018). The effect of growth regulators and mineral fertilizers on the nutritional regime of sunflowers. Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. № 1(71). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.01.017/8902>

16. Lyabakh S.V. (2022). The influence of soil cultivation and fertilization systems on the yield of sunflower (*Helianthus L.*) grown in the central Polissya region of Ukraine. *Agroecological Journal*. № 4. P. 130–135. doi:10.33730/2077-4893.4.2022.273259

17. Pinkovsky G.V., Mashchenko Yu.V. (2019). Influence of nutrients on soil fertility and sunflower productivity in the Right-Bank Steppe of Ukraine. *Tavriya Scientific Bulletin*. № 107. P. 145–150. doi:10.32851/22260099.2019.107.19

18. Kurach O.V., Lukashchuk L.Ya., Pershuta V.V. (2023). The effect of mineral fertilizer doses and growth stimulants on the productivity of sunflower hybrids. *Bulletin of Agricultural Science*. № 8(845). P. 12–19. doi:10.31073/agrovisnyk202308-02

24. Yeschenko V.O., Kopytko P.G., Kostogryz P.V., Opryshko V.P. (2014). Basics of scientific research in agronomy: a textbook. Edition 2nd, corrected and supplemented. Vinnytsia. PE «TD Edelweiss and K», 332 p.

25. Rozhkov A.O., Puzik V.K., Kalenska S.M. and other (2016). Research case in agronomy: educational manual: in 2 books. – Book 1. Theoretical aspect of the research case. Kharkiv: Maidan, 316 p.

Ye.V. Braga, post-graduate student

A.A. Rozhkov, doctor of agricultural sciences, professor

State biotechnological university

Kharkiv, Ukraine

Effectiveness of fertilization system in forming the productivity of sunflower plant

The results of two years of research on the effect of combining different options for pre-sowing, sowing, and root fertilization on the formation of plant productivity elements and the biological yield of seeds of the high-oleic, mid-season sunflower hybrid SY Fenomeno are presented.

Formulation of the problem. The problem concerning the specifics of sunflower nutrition is important for determining the theoretical basis for algorithms for the application of various types of fertilizers that will ensure a higher level of realization of the biological productivity potential of this crop. Despite a significant amount of research in this area, a number of issues, primarily regarding a comprehensive approach to fertilizer application, remain unresolved, which determined the direction of the research conducted.

The purpose of the research was to evaluate the elements of plant productivity and biological seed yield of the high-oleic, mid-season sunflower hybrid SY Fenomeno depending on the application of various combinations of pre-sowing, sowing and root mineral fertilizers in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Research methods. The study was conducted in 2024 and 2025 at the «Gryga» Farm in the Poltava district of the Poltava region. A two-factor field experiment was set up using the split-plot method in three replicates. The first-order plots were four variants of root feeding of crops with UAN_{32} in phases V_5 and V_6 : 1 – control (no feeding); 2 – UAN_{32} at a dose of 65 kg/ha (N_{20}); 3 – UAN_{32} at a dose of 95 kg/ha (N_{30}); 4 – UAN_{32} at a dose of 125 kg/ha (N_{40}). The second-order plots were five options for combining pre-sowing and post-sowing application of complex fertilizers: I – absolute control (no fertilizers); II – pre-sowing application of ammonium sulfate at a dose of 100 kg/ha ($N_{21}S_{24}$) in combination with top dressing application of ammophos at a dose of 100 kg/ha ($N_{12}P_{52}$) (production control); III, IV, and V – pre-sowing application of sulfoammonium phosphate at a dose of 100 kg/ha ($N_{20}P_{20}S_{14}$) in combination with post-sowing application of MACROSTAR complex fertilizer at doses of 100 kg/ha, 150 and 200 kg/ha ($N_9P_{20}K_{12}$, $N_{14}P_{30}K_{18}$ and $N_{18}P_{40}K_{24}$), respectively. The area of the second-order sowing and accounting plots was 210 and 112 m², respectively.

Research results. Analysis of plant productivity and plant density before harvesting the SY Fenomeno sunflower hybrid revealed their significant dependence on the studied variants of pre-sowing, sowing, and root fertilization.

On average, sunflower baskets produced the highest number of seeds in the variant with the highest dose of root application of UAN_{32} – 125 kg/ha (N_{40}) against the background of pre-sowing application of sulfoammophos at a dose of 100 kg/ha $N_{20}P_{20}S_{14}$ and post-sowing application of MACROSTAR complex fertilizer at a dose of 200 kg/ha ($N_{18}P_{40}K_{24}$) – 1257 pcs. Compared to the absolute control (without fertilizer application), the number of seeds in this variant was 224 pcs. or almost 22.0 % higher.

The highest seed weight per sunflower basket – 82.8 g – was also observed in the variant with the highest doses of various types of fertilizer application. At the same time, the difference compared to the variant with a lower dose of MACROSTAR complex fertilizer application – 150 kg/ha ($N_{14}P_{30}K_{18}$) was insignificant – less than 2.0 %.

In terms of biological seed yield, the optimal option was pre-sowing application of ammonium sulfate at a dose of 100 kg/ha ($N_{21}S_{24}$), followed by the application of ammophos at a dose of 100 kg/ha ($N_{12}P_{52}$) and root application of UAN_{32} at a dose of 125 kg/ha (N_{40}). Other options for pre-sowing and top dressing with complex fertilizers did not provide a significant increase in the biological yield of sunflower seeds compared to this option (there was only a tendency towards an increase). In addition, the cost of the complex fertilizer MAKROSTAR, as well as sulfoammonium phosphate, per 1 ha was significantly higher than that of ammonium sulfate and ammonium phosphate. Increasing the dose of root application of UAN_{32} from 95 to 125 kg/ha did not provide a significant increase in the biological yield of sunflower seeds, but there was a clear tendency towards its increase in the variants of root application of a higher dose of UAN_{32} .

Conclusions. Thus, this particular feeding system option – pre-sowing application of ammonium sulfate at a dose of 100 kg/ha ($N_{21}S_{24}$), top dressing with ammophos at a dose of 100 kg/ha ($N_{12}P_{52}$) in combination with root feeding of crops with UAN_{32} at a dose of 125 kg/ha (N_{40}), was the best in terms of plant productivity and biological yield of sunflower seeds, both on average over the years and directly by year.

Keywords: sunflower, hybrid, nutrition system, complex fertilizers, productivity elements, pre-sowing and post-sowing application, root feeding, biological seed yield.