

doi: 10.332491/2663-2144-2019-74-1-33-39

УДК 631.559:633.34:631.82(477.41/.42)

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ
ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У ПОЛІССІ УКРАЇНИ****В. Г. Дідора, О. Є. Бондар, М. В. Власюк***e-mail: viktordidora33@gmail.com*Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Представлені матеріали багаторічних досліджень з вивчення інокуляції насіння сої азотфіксуючими і фосфоромобілізуючими препаратами, позакореневого підживлення комплексним препаратом на хелатній основі (ЕДТА) Нановіт супер + сульфат магнію без внесення і з внесенням мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Доведено, що передпосівна обробка насіння сої азотфіксуючим препаратом Оптімайз 200 і фосфоромобілізатором забезпечують формування високопродуктивної бобово-ризобіальної системи Glicine Max-Bradirhizobium japonicum із застосуванням вискоелективних азотфіксуючих і фосфоромобілізуючих мікроорганізмів.

В результаті симбіозу бактерії з кореневою системою здійснюється фіксація атмосферного азоту – 82,3 кг/га без внесення мінеральних добрив, з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ фіксація атмосферного азоту підвищується на 46,1 кг/га.

До масового наливу зерна рослинами поглинається 65% атмосферного азоту, проведення в цей час позакореневого підживлення комплексним добривом на хелатній основі Нановіт супер у суміші з сульфат магнію синтез азоту повітря досягає 95,5 кг/га, а на фоні внесення мінеральних добрив, як основного удобрення – збільшується на 27,0 кг/га.

Позитивну роль щодо ефективного функціонування бобово-ризобіальної системи відіграє забезпеченість ясно-сірого ґрунту атмосферним азотом.

Урожайність сої за технології вирощування із внесенням мінеральних добрив, проведення інокуляції насіння, позакореневого підживлення рослин сприяє збільшенню врожаю сої, відповідно варіантам досліджень, на 0,42–0,35–0,36–0,73–0,72 т/га у порівнянні з варіантом без внесення мінеральних добрив.

Ключові слова: соя, азотфіксація, фосфоромобілізація, комплексні добрива, біологічний азот, врожайність.

Постановка проблеми

Завдяки гармонійному поєднанню найважливішого фізіологічного процесу симбіозу азотфіксуючих і фосфоромобілізуючих бактерій з кореневою системою рослин, зернові бобові культури, особливо соя, здатні забезпечити високу потребу в азоті, поліпшити азотний баланс, відновити родючість ґрунту і вміст гумусу.

Вміст гумусу в ґрунтах України, особливо у Поліссі, різко знизився, середньорічні втрати його становлять 0,6–0,7 т/га.

Значної екологічної шкоди зазнають ґрунти від порушення науково обґрунтованих сівозмін, насиченості їх енергетичними культурами, надмірної кількості застосування мінеральних добрив та пестицидів.

За останні десятиріччя втрати гумусу відбуваються за рахунок переваги процесу

мінералізації гумусу над його накопиченням і гуміфікації свіжої органічної речовини. Головна причина дефіциту балансу гумусу і поживних речовин-недостатня кількість органічних добрив [1].

Активне створення біологічно активних речовин, добрив органічного походження, створення екологічно безпечних засобів захисту рослин, використання зеленого добрива, біологічно фіксованого азоту зернобобовими культурами – це шлях до відновлення родючості ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Встановлено, що внесення мінеральних фосфоро-калійних добрив восени під зяблевий обробіток ґрунту за норми $P_{60}K_{60}$ та N_{30-60} навесні та проведення інокуляції насіння підвищує урожайність сої [2, 3, 4].

Наукові дослідження Інституту кормів [5, 6] показали, що в умовах Лісостепу України

високий врожай сої забезпечує поєднання вапнування, застосування мінеральних і бактеріальних добрив.

В інших наукових виданнях стверджується, що оброблення насіння гороху інокулянтом без внесення мінеральних добрив забезпечує рівнозначний врожай що і з внесенням норм мінеральних добрив. Надлишок азоту стримує «роботу» бактерій, проте максимальний врожай отримано за помірного внесення мінеральних добрив та інокуляції. За показниками рентабельності вищі показники отримані на варіантах оброблення насіння інокулянтами без внесення мінеральних добрив.

Проведені результати досліджень з вивчення впливу сумісного застосування азотфіксуючих та фосфоромобілізуєчих бактерій для оброблення насіння сої забезпечили високий економічний ефект [8]. Деякі вчені вважають за необхідне застосування помірних норм мінерального азоту під бобові культури до активізації бобово-ризобіальної системи [9], інші – повного забезпечення рослин мінеральним азотом протягом усієї вегетації, окремі науковці наголошують на абсолютному виключенні мінеральних добрив з технології вирощування зернобобових культур [10].

Мета завдання та методика досліджень

Метою досліджень передбачалося вивчення особливостей симбіотичної активності азотфіксуючих та фосфоромобілізуєчих бактерій і комплексних добрив на хелатній основі, які гармонійно поєднують макро- та мікроелементи, біологічно-активні речовини, амінокислоти, що забезпечують стимуляцію ростових процесів, стійкість рослин до різних стресів, стимулюють підвищення урожайності на ясно-сірих ґрунтах залежно від попередників.

Об'єкт досліджень – процеси росту і розвитку формування врожаю, симбіотична ефективність, забезпечення ґрунту біологічно фіксованим азотом

Предмет досліджень – ультраранній сорт Устя, інокуляція насіння інокулянтом «Оптімайз 200» у суміші з фосфоробактерином та проведення позакореневого підживлення у фазу наливання бобів комплексними добривами на хелатній основі (Нановіт супер+ сульфат магнію – 3 кг/га).

Польові досліді проводили впродовж 2016–2018 рр. на дослідному полі Житомирського

національного агроєкологічного університету в Черняхівському районі с. Горбаша Житомирської області.

Ґрунт дослідної ділянки ясно-сірий, характеризується наступними агротехнічними показниками: вміст гумусу(з Тюрнімом) – 1,19 %; вміст гідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 61,6 мг/кг ґрунту; вміст рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) – P_2O_5 – 160, K_2O – 65 мг/кг ґрунту; рН-5,6; щільність ґрунту – 1,17–1,13 г/см³, загальна шпаруватість – 48,0–51,6 %.

Сівбу проводили ультрараннім сортом Устя, занесеного до «Державного реєстру рослин, придатних для вирощування в Україні». Норма висіву 700 тис. шт./га.

Мінеральні добрива вносили у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Передпосівний обробіток насіння проводили у день сівби, для чого використовували азотфіксатор «Оптімайз 200» у дозі 280 г на 1 ц насіння у суміші з фосфоробактерином у дозі 100 мл біопрепарату, розведеного у воді, об'єм робочої суспензії 1,5 % від норми висіву насіння і її ваги.

Позакореневе підживлення проводили у фазу наливання бобів комплексним добривом на хелатній основі (Нановіт супер 1,5 + сульфат магнію-3 кг/га).

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком визначення польової схожості і густоти стеблестою перед збиранням проводили за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2008 р.).

Визначення активності симбіотичного апарату за методом Г. С. Посипанова (1991 р.)

Елементи структури врожаю за пробними снопами, облік урожаю шляхом суцільного обмолоту кожної ділянки. Математичну обробку експериментальних даних проводили методом статистичного та дисперсійного аналізу (Б. О. Доспехов, 1985 р.) з використанням пакету Statistics, Excel.

Результати досліджень

Складовими продуктивності сої є нерегульовані фактори зовнішнього середовища, а саме: продуктивна волога в метровому шарі ґрунту перед сівбою, опади за період вегетації і коефіцієнт їх засвоєння залежно від гранулометричного складу ґрунту, температурного фактора впродовж вегетаційного періоду, інтенсивність сонячної інсоляції та

вміст вуглекислого газу в метровому шарі повітря.

Урожайність сої залежить від густоти стеблостою перед збиранням, фотосинтетичної активності посівів, забезпеченості рослин доступними елементами живлення впродовж вегетаційного періоду, кількості бобів на рослині, зерна в бобах та маси 1000 насінин.

Вміст в насінні різних біологічно активних речовин – вітамінів, ауксинів, гіберелінів – є

твердженням про їх активну роль у процесі проростання і наступного розвитку рослин.

Дослідження, проведенні з визначення польової схожості та формування густоти стеблостою залежно від оброблення посівного матеріалу азотфіксуючими і фосфоромобілізуєчими препаратами та позакореневого підживлення, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Густота стеблостою залежно від елементів технології вирощування сої сорту Устя (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіант	Без мінеральних добрив				N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀			
	сходи, шт./м ²	польова схожість, %	густина перед збиранням, шт./м ²	виживаність, %	сходи, шт./м ²	польова схожість, %	густина перед збиранням, шт./м ²	виживаність, %
1. Контроль	56,0	80,0	49,9	85,5	60,0	85,7	55,0	91,8
2. Азотфіксатор Оптімайз 200	60,2	86,0	53,4	88,7	62,2	88,8	58,3	95,3
3. Азот фіксатор + Фосфобактерін	59,6	86,7	53,0	89,4	61,6	88,0	59,1	95,9
4. Підживлення Нановіт супер + сульфат магнію	56,7	81,0	51,2	90,3	67,6	89,7	58,0	94,1
5. Інокулянти: Оптімайз 200 + фосфобактерін + підживлення; Нановіт супер + сульфат магнію	60,9	87,0	53,6	91,2	69,8	89,7	59,8	95,2

Передпосівне оброблення насіння азотфіксуючим препаратом Оптімайз 200 сприяє підвищенню польової схожості рослин сої на варіанті без застосування мінеральних добрив на 6–7% та на фоні внесення N₆₀P₆₀K₆₀ вона збільшується на 2–3,1%.

Сутність процесу набубнявіння насіння відбувається за рахунок поглинання вологи до певного рівня, за якого починається проростання насіння. Проростання насіння – це фізіологічний процес (початок ділення клітин, ріст і розвиток підземних органів). У цей період бульбочкові бактерії проникають через клітини коркової паренхіми в коріння молодих рослин сої, де вони живуть і розмножуються.

У перициклі кореня починається поділ і проростання паренхімної тканини утворюються вирости у вигляді бульбочок, що пов'язано з другим періодом поглинання вологи. Польова схожість визначається у період повних сходів через 14–16 днів після початку сходів,

починається формування бульбочок, що і сприяє підвищенню польової схожості.

Впродовж вегетаційного періоду спостерігається процес зріджування стеблостою, що пов'язано з формуванням площі листової поверхні, затінення нижньої частини стебла та їх випадання. За технології вирощування сої без мінеральних добрив виживаність рослин становить 85,5%, що на 9,7% нижче порівняно з внесенням мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀.

Передпосівна інокуляція насіння азотфіксуючими, фосфоромобілізуєчими препаратами сприяє розвитку бульбочкових бактерій, поглинанню азоту атмосфери та перетворення фосфорних сполук ґрунту на доступні для рослин форми, сприяє підвищенню виживаності рослин без внесення мінеральних добрив на 3,9%, а за внесення N₆₀P₆₀K₆₀ – 4,1%. Інокуляція насіння з наступним позакореневим підживленням сої комплексними добривами на хелатній основі Нановіт супер +сульфат магнію,

які гармонійно поєднують макро- і мікроелементи, біологічно активні речовини, амінокислоти та забезпечують стимуляцію ростових процесів, стійкість рослин до різного роду стресів і сприяють формуванню повноцінної густоти стеблестою до повної стиглості, яка становить 53,6 тис. шт./га, що на 3,7 тис. шт./га більше порівняно з контрольним варіантом.

Багаторічними дослідженнями Житомирського національного агроекологічного університету доведено, що на ясно-сірих ґрунтах Полісся України, проведених у 2013–2016 роках, норма внесення мінеральних добрив становить $N_{60}P_{60}K_{60}$. Аналіз формування сухої органічної речовини побічної продукції (соломи, листової маси, стерньових та кореневих решток) без внесення мінеральних добрив становить 3,0 т/га, а за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ кількість побічної

продукції збільшується на 1,65 т/га, враховуючи вміст азоту в сухій речовині, надходження його становить відповідно 37,2–55,8 кг/га (табл. 2).

Передпосівне оброблення насіння сої азотфіксатором Оптімайз 200 збільшує вихід сухої органічної речовини на 0,62 т/га, на фоні внесення основного мінерального добрива він збільшується на 1,86 т/га, що дозволяє отримати надходження азоту 43,44 кг/га, а на фоні внесення добрив мінерального походження 65,52 кг. Використання для інокуляції насіння фосфобактерину та азотфіксатору вихід побічної продукції збільшується на 0,97 т/га, порівняно з контрольним варіантом, а надходження азоту в ґрунт становить 47,64 кг/га. На фоні внесення мінеральних добрив маса побічної сухої продукції складає 5,52 т/га, а надходження азоту збільшується на 12,52 кг/га порівняно з варіантом застосування мінеральних добрив.

Таблиця 2. Надходження органічної речовини та азоту залежно від елементів технології вирощування сої (2016–2018 рр.)

Варіант	Без мінеральних добрив				$N_{60}P_{60}K_{60}$			
	побічна продукція, стерньові та кореневі рештки	надходження азоту, кг/га			побічна продукція, стерньові та кореневі рештки	надходження азоту, кг/га		
		органічні рештки	біологічно фіксований азот повітря	разом		органічні рештки	біологічно фіксований азот повітря	разом
1. Контроль	3,0	37,20	79,8	117,0	4,65	55,80	82,9	138,7
2. Азотфіксатор Оптімайз 200	3,62	43,44	81,0	124,44	5,46	65,52	122,8	188,3
3. Азотфіксатор+ Фосфобактерін	3,97	47,64	82,3	129,94	5,52	68,32	128,4	196,7
4. Підживлення: Нановіт супер + сульфат магнію	3,15	37,80	80,4	118,20	4,85	58,20	110,3	168,5
5. Інокулянти: Оптімайз 200 + фосфобактерін підживлення; Нановіт супер + сульфат магнію	3,95	47,40	95,5	142,9	5,93	71,16	122,5	193,7

Постійне живлення рослин сої сумарною кількістю фіксованого молекулярного азоту на варіантах застосування азотфіксуючих і фосфоромобілізуючих бактерій, активна діяльність яких у фазу наливання зерна припиняється, проведення позакореневого підживлення комплексним препаратом Нановіт супер на хелатній основі із сульфат магнієм

відновлює моделюючий процес, покращується живлення рослин, вихід побічної продукції без внесення мінеральних добрив збільшується на 0,95 т/га, а надходження азоту становить 47,4 кг/га. На фоні внесення мінеральних добрив надходження сухої побічної продукції, стерньових і кореневих решток становить 5,93 т/га, тобто приріст – 1,28 т/га.

Кількість біологічного азоту, зафіксованого упродовж наливу зерна на варіанті інокуляції насіння мікробним азотфіксуючим інокулянтом, становила без внесення мінеральних добрив 81 кг/га, на фоні мінеральних добрив – 122,8 кг, приріст фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями складає 41,8 кг/га. Найкращі результати фіксації біологічного азоту отримані на варіанті оброблення насіння фосфоробактерієм і азотфіксатором.

Загальна кількість надходження азоту в ґрунт за технології вирощування сої без внесення мінеральних добрив становить 142,9 кг/га, що еквівалентно 415 кг аміачної селітри, вартістю 3942 грн. За технології вирощування сої з внесенням мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ загальне надходження азоту становить 193,7 кг, що еквівалентно 564 кг аміачної селітри вартістю 5358 грн.

Таблиця 3. Урожайність сої залежно від мінерального живлення, оброблення насіння та позакореневого підживлення (середнє 2016–2018 рр.)

Варіант	Без мінеральних добрив		Внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$	
	т/га	±	т/га	±
1. Контроль	2,58	–	3,00	–
2. Азотфіксатор Оптімайз 200	3,05	+0,47	3,40	+0,40
3. Азот фіксатор + Фосфоробак-терін	3,12	+0,64	3,48	+0,48
4. Підживлення Нановіт супер + сульфат магнію	2,64	+0,04	3,37	+0,37
5. Інокулянти: Оптімайз 200+ фосфоробактерін підживлення; Нановіт супер + сульфат магнію	3,25	+0,67	3,97	+0,97
НІР ₀₅	0,112	–	0,188	–

З даних таблиці 3 видно, що приріст урожаю сої, лише за оброблення насіння інокулянтами, становить 0,47–0,54 т/га, а додаткове проведення позакореневого підживлення сприяє приросту урожаю зерна 0,67 т/га, вартість приросту урожаю становить 8375 грн.

Внесення рекомендованої норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та проведення позакореневого підживлення забезпечує приріст урожаю зерна 0,97 т/га, за ціни 12,5 тис. грн вартість приросту урожаю становить 12120 грн, але у першому випадку ми отримуємо екологічно чистий врожай, який відповідає органічній технології у рослинництві.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Передпосівне оброблення насіння фосфоробактеріальними і азотфіксуючими бактеріальними препаратами з проведенням позакореневого підживлення у фазу наливання зерна комплексним препаратом Нановіт супер забезпечує:

1. Надходження в ґрунт біологічної форми азоту за органічної технології вирощування 142,9

кг/га, за технології із застосуванням мінеральних добрив за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 193,7 кг/га.

2. Урожайність зерна сої за органічної технології становить 3,25 т/га, за технології з внесенням мінеральних добрив – 3,97 т/га. Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні відновлення родючості ґрунту за органічної технології вирощування в короткоротаційних сівозмінах.

Reference

1. Furdychko, O. I. (2014). Ahroekolohiia [Agroecology]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
2. Didora, V. H., Derebon, I. Iu. & Savrasykh, L. D. (2016). Faktory rodiuchosti hruntu za vyvchennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia soi [Soil fertility factors for studying the elements of soybean technology]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 1 (53), 1, 132–140 [in Ukrainian].
3. Kolisnyk, S. I., Venediktov, O. M. & Opanasenko, N. V. (2004). Produktyvnist soi zalezno vid vplyvu pidvyshchenykh doz dobryv i herbitydiv v riadkovykh posivakh lisostepu Ukrainy [Soybean productivity depending on the effect of high doses of fertilizers and herbicides on sowing in

drills of Forest-steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 53, 88–92 [in Ukrainian].

4. Tolkachov, M. Z. (2004). Vplyv riznykh form i doz azotnykh dobryv na symbiotychnu azotifikatsiiu i produktyvnist soi [The effects of various forms and doses of nitrogen fertilizers on symbiotic nitrogenation and soybean productivity]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 53, 55–62 [in Ukrainian].

5. Babych, A. O., Petrychenko, V. F., Babych, A. O. & Petrychenko, V. F. (1990). Pidvyshchennia efektyvnosti symbiotychnoi diialnosti posviv soi v umovakh Lisostepu Ukrainy [The improvement of the effectiveness of a symbiotic soy-seeding activity in Forest-steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 31, 7–9 [in Ukrainian].

6. Babich, A. O. & Petrichenko, V. F. (1992). Fotosinteticheskaya deyatelnost i produktivnost soi pri izvestkovanii, vneseniya udobreniy i inokulyatsii v usloviyah Lisostepi Ukrainy [Photosynthetic activity and soybean productivity under liming, as well as under fertilizing and inoculation in Forest-steppe of Ukraine]. *Vestnik selskohozyaystvennoy nauki*, 5/6, 110–117 [in Russian].

7. Volkohon, V. & Moskalenko, A. (2012). Biopreparaty dlia bobovykh [Biopreparations for legumes]. *The Ukrainian Farmer*, 4, 28–30 [in Ukrainian].

8. Moskalets, V. (2012). Fiksuiemo azot i mobilizuiemo fosfor [We fix nitrogen and mobilize phosphorus]. *The Ukrainian Farmer*, 1, 46–49 [in Ukrainian].

9. Derevianskyi, V. P. (1994). Soia [Soy] (pp. 61–69). Kyiv: UINTI [in Ukrainian].

10. Patyka, V. P., Tadariko, Yu. O. & Melnichuk, T. M. (2000). Kompleksne zastosuvannia biopreparativ na osnovi azotfiksuiuchykh, fosforomobilizuiuchykh mikroorganismiv, fiziologichno aktyvnykh rehovyn i biolohichnykh zasobiv zakhystu roslyn: rekomendatsii [Comprehensive application of biologics based on nitrogen-fixing, phosphorobilizing microorganisms, physiologically active substances and biological means of plant protection]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

SOYBEANS PRODUCTIVITY DEPENDING ON BIOLOGICAL PREPARATIONS AND MINERAL FERTILIZERS ON UKRAINE'S POLISSIA

V. Didora, O. Bondar, M. Vlasiuk

e-mail: viktordidora33@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University,
7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The paper presents the materials of multi-year research on studying the soybeans inoculation with nitrogen-fixing and phosphorus-mobilizing preparations as well as on foliar fertilizing with a complex preparation on a chelate basis (EDTA) Nanovit-super alongside with calcined kieserite with mineral fertilizers application and without it at a rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ kg/ha.

It has been proved that pre-sowing soybean seed treatment with nitrogen-fixing preparation Optimize-200 as well as with phosphorobacterin contributes to the formation of Glycine max-branryrhizobiumjaponieum system with the application of highly efficient nitrogen-fixing microorganisms and phosphorobacterin.

The bacteria and root system symbiosis results in atmospheric nitrogen fixation – 82,3 kg/ha without mineral fertilizers application, but with their application at a rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ the fixation of atmospheric nitrogen increases by 46,1 kg/ha.

It has been determined that plants' foliar fertilizing with a complex preparation on chelate basis alongside with calcined kieserite within the period of pod formation and grain filling, when the plants have used nearly 70% of nitrogen fertilizers and when the development of nodule bacteria stops, result in the re-establishing of a modulating process and in the introducing of a biologically active atmospheric nitrogen as much as 95,5 kg/ha, and after the application of mineral fertilizers the introduction of nitrogen increases by 27,0 kg/ha.

The application of mineral fertilizers, seed inoculation and plants' foliar fertilizing contribute to a soy yield increase (corresponding to the variants of the investigation) by 0,42-0,36-0,36-0,73-0,72 t/ha as compared to the variants without the application of mineral fertilizers.

Keywords: soybeans, nitrogen fixation, phosphorus mobilization, complex fertilizers, biological nitrogen, yield rate.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОЛОГИЧЕСКИХ
ПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕСЬЕ УКРАИНЫ**

В. Г. Дидора, О. Е. Бондар, М. В. Власюк

e-mail: viktordidora33@gmail.com

Житомирский национальный
агроэкологический университет
бульвар Старый 7, г. Житомир, 1008, Украина

Представлены материалы многолетних исследований по изучению инокуляции семян сои азотфиксирующими и фосфоромобилизирующими препаратами, внекорневой подкормки комплексным препаратом на хелатной основе (ЕДТА) Нановит супер+сульфат магния без внесения и с внесением минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Доказано, что предпочтения обработки семян сои азотфиксирующим препаратом Оптимаиз 200 и фосфоромобилизатором обеспечивают формирование высокопродуктивной бобово-ризобияльной системы GlicineMax – Bradirhizobium japonicum с применением высокоэффективных азотфиксирующих и фосфоромобилизирующих микроорганизмов.

В результате симбиоза бактерий с корневой системой осуществляется фиксация

атмосферного азота – 82,3 кг/га без внесения минеральных удобрений с нормой $N_{60}P_{60}K_{60}$ фиксация атмосферного азота повышается на 46,1 кг/га.

К массовому наливу зерна растениями поглощается 65% атмосферного азота, проведение в это время внекорневой подкормки комплексным удобрением на хелатной основе Нановит супер в смеси с сульфатом магния синтез азота воздуха достигает 95,5 кг/га, а на фоне внесения минеральных удобрений как основного удобрения – увеличивается на 27,0 кг/га.

Положительную роль для эффективного функционирования бобово-ризобияльной системы играет обеспеченность светло-серого грунта атмосферным азотом.

Урожайность сои по технологии выращивания с внесением минеральных удобрений, проведения инокуляции семян, внекорневой подкормки растений способствует увеличению урожая сои в соответствии вариантам исследований на 0,42-0,35-0,36-0,73-0,72 т/га по сравнению с вариантом без внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: соя, азотфиксация, фосфоромобилизация, комплексные удобрения, биологический азот, урожайность.