УДК: 633. 34:631.559:631.8

СИМБІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА УДОБРЕННЯ

В. Г. Дідора
e-mail: viktordidora33@gmail.com
Житомирський національний агроекологічний університет
Старий бульвар, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Наведені результати досліджень з визначення загального та активного симбіотичного потенціалу, формування маси бульбочкових бактерій ультрараннього сорту сої Устя на ясно-сірих ґрунтах Полісся України.

Найбільше значення для азотного живлення мають нітрати і аміак. Нітрати надходять через кореневу систему і за допомогою ферментів беруть участь у синтезі білків. Атмосферний азот засвоюється бульбочковими бактеріями, які утворюють симбіоз з кореневою системою сої.

Інокульоване насіння сої препаратом Оптімайз-200, чистою культурою азотфіксуючих бактерій Bradyrhisobium japonicum сприяє активному лінійному росту і утворенню бічних стебел (гілкування), висота яких досягає 68,2 см, тобто приріст їх відносно контролю становить 12,9 см , що рівноцінно внесенню мінеральних добрив за норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га.

Установлено, що інокуляція насіння на фоні внесення мінеральних добрив забезпечує приріст рослин у висоту 13,7 см, а маса 1000 шт. насіння становить 162, 7 г, тобто на 4,5 г більше порівняно з проведенням лише інокуляції.

Максимальна висота стеблостою і прикріплення нижнього боба від поверхні ґрунту досягають відповідно 86,0–19,2 см на варіанті внесення мінеральних добрив, проведення інокуляції та позакореневого підживлення.

Визначено, що проведення передпосівної обробки насіння інокулянтом Оптимайз–200, внесення мінеральних добрив у нормі N_{60} P_{60} R_{60}, застосування позакореневого підживлення рослин азотом у дозі 10 кг/га та комплексними добривами на хелатній основі Кристалон універсальний – 2,0 кг/га у фазу формування бобів сприяє інтенсивному розвитку бульбочкових бактерій, маса яких становить 498 кг/га, а у перерахунку на біологічно фіксований азот повітря – 122 кг, який залишається у ґрунті, що еквівалентно 359 кг аміачної селітри і забезпечує отримання високого врожаю сої – 4,05 т/га.

Ключові слова: *соя, симбіоз, біологічний азот, бульбочкові бактерії, підживлення, удобрення, врожайність.*

Постановка проблеми

Збільшення валового виробництва сої в Україні, у порівнянні з США, Бразилією і Аргентиною незрівняне, проте Україна впевнено збільшує виробництво сої як за рахунок розширення площ посіву, так і підвищення врожайності. Якщо США за період 2003 по 2014 рр. збільшила виробництво сої в 1,6 раза, Бразилія – 1,85, а Аргентина – 1,7 раза, то Україні у 17 разів.

Жодна країна світу не має таких можливостей для нарощування виробництва сої, як Україна з її родючими ґрунтами, сприятливим кліматом, сортами нового покоління, новітніми технологіями. В Україні соя стає однією з найбільш прибуткових культур, що має забезпечити значне покращення загального стану агропромислового комплексу.

Обсяги виробництва сої в Україні характеризуються різким зростанням посівних площ і валових збрів. За обсягом виробництва Україна посідає перше місце в Європі. У 2015 р. посівні площі її перевищили 2 млн га. Якщо у 1990 році площа посіву становила 88 тис. га, то у 2015 році – 2,1 млн га. Урожайність і валові збори відповідно були у 1990 році – 1,13 т/га – 9,9 млн т, а у 2015 р. – 1,85 т/га і 38,85 млн т.

В Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН науково обґрунтовано «соєвий пояс» України, де виділено зону стійкого та нестійкого виробництва цієї культури на багатих землях і зону гарантованого виробництва сої на зрошувальних землях. У 8 областях Лісостепової зони та двох Степової наразі вирощується на 79 % сої України [1, 2].

Останнім часом зростає потреба вирощування сої у Поліссі України, де необхідно зосередити увагу на оптимізації структур посівних площ, розробці та впровадженні наукових, інноваційних технологій її

вирощування з урахуванням абіотичних факторів та відновлення родючості ґрунтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо, що надходження елементів живлення впродовж вегетаційного періоду сої відбувається нерівномірно, виділяється три періоди за інтенсивністю споживання поживних речовин. У перший період: сходи початок цвітіння соя споживає 6–7 % азоту, 5–6 % фосфору, 7–10 % калію; у другий період: початок цвітіння – початок наливання насіння – N – 58–60 %, P – 65–70 %, K – 65–70 %; третій період: початок наливання насіння – повна стиглість відповідно 30–35, 30–35 та 20–25 % [3].

Для нормального росту і розвитку рослин необхідно не тільки макроелементи але і мікро- та мезоелементи. У зв'язку з цим, вирішувати проблему повного забезпечення доступними елементами живлення у процесі онтогенезу необхідно за рахунок застосування багатокомпонентних, хелатних позакореневих добрив типу Еколист, Плантафол, Реакон, Вуксал, Акварін, Мастер, Брексіл, Кресталон, Ліфдрип та ін.

Найвищі урожаї сої отримують на багатих органічними і мінеральними добривами ґрунтах з реакцією ґрунтового розчину близько до нейтрального pH–6,5. Установлено, що внесення фосфорно-калійних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$ під основний обробіток ґрунту та передпосівну культивацію, а також обробка насіння інокулянтами забезпечують формування насіння в межах 2,19–2,53 т/га, інокуляція насіння на фоні внесення $N_{30–60}$ підвищує врожайність зерна на 0,22–0,41 т/га [4, 5].

Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. довели, що урожайність сої сорту Київська-98 на фоні внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$+ N_{15} у підживлення та інокуляцію насіння становить 4,41 т/га, сорту Єлена на фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$+ N_{15} у підживлення і обробленням рослин комплексним добривом Ekolist макро забезпечили урожайність насіння – 4,2 т/га [6].

Як стверджує Бабіч А. О., чим більше легкозасвоюваного азоту в ґрунті, тим менше азоту фіксується бульбочковими бактеріями, крім того, в міру забезпечення рослин азотом кількість бульбочок зменшується. Інокуляцію необхідно поєднувати з внесенням азотних добрив і контролювати цей процес протягом вегетації сої.

За даними Калініченко А. В. [7], до 70 % загального споживання азоту соя отримує за рахунок біологічної фіксації його з повітря завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета досліджень полягала у визначенні особливостей симбіотичної активності, відновлення родючості ґрунту та визначення продуктивності сої на ясно-сірих ґрунтах залежно від мінеральних добрив, позакореневого підживлення та інокуляції насіння в умовах Полісся України.

Об'єкт досліджень – процеси загальної та питомої активності симбіотичного апарату, збагачення ґрунту біологічно фіксованим азотом повітря.

Предмет досліджень – ультраранній сорт сої Устя, норми мінеральних добрив, позакореневе підживлення комплексним добривом на хелатній основі – Кристалон звичайний та оброблення насіння інокулянтом Оптимайз-200.

Досліди проводили впродовж 2016–2017 рр. на дослідному полі Житомирського національного агроекологічного університету в Черняхівському районі с. В. Горбаша Житомирської області, аналітичні дослідження виконували на кафедрі технології зберігання та переробки продукції рослинництва.

Ґрунт дослідної ділянки ясно-сірий, шар – 20 см характеризується наступними показниками: вміст гумусу (за Тьоріним) – 1,19 %; вміст гідролізованого азоту (за Корлнфілдом) – 61,6 мг/кг ґрунту; вміст рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) – P_2O_2 – 160 мг/кг, K_2O – 65 мг/кг грунту; pH – 5,6–5,9; щільність ґрунту 1,17–1,13 г/см^3, загальна шпаруватість – 48–51,6 %.

Висівали ультраранній сорт Устя, занесений до «Даржавного реєстру сортів рослин, придатних для вирощування в Україні». Норма висіву – 800 тис. шт./га.

Мінеральні добрива вносили під передпосівний обробіток ґрунту у дозах, передбачених схемою досліду у формі аміачної селітри (34,4 % д. р.), гранульованого суперфосфату (20,0 % д. р.) і калію хлористого (59,8 % д. р.).

Підживлення азотними добривами у дозі (10 кг/га д. р.) та комплексним добривом на хелатній основі Кристалон універсальний з вмістом

$N_{18}P_{18}K_{18}$ та мыкроелементи: Си, Fe, Mn, Zn, Mo) у дозі 2 кг/га у фазі утворення бобів.

Передпосівне оброблення насіння сої проводили у день сівби інокулянтом Оптімайз-200 у дозі 280 г на 1 ц. насіння.

Впродовж вегетаційного періоду сої проводили наступні дослідження:

– фенологічні спостереження за ростом і розвитком, визначення польової схожості і густоти стеблостою перед збиранням за «Методом державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2008 р.)»;

– визначення кількості і маси бульбочок, загальний і активний симбіотичний потенціал – 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. Доспєхов, 1985 р.) з використанням пакету програм Statistics, Excel.

Результати досліджень

Погодні умови у квітні 2016 р. характеризуються достатніми запасами продуктивної вологи в орному шарі ґрунту та середньодобовою температурою повітря 12ºС, що сприяло провести сівбу в добре зволожений ґрунт. Ріст і розвиток сої впродовж вегетаційного періоду супроводився достатньою кількістю опадів та сумою активних температур.

Запаси продуктивної вологи у квітні 2017 р. були обмеженими. Вегетаційний період характеризується недостатньою і нерівномірною кількістю опадів, які менші, за умов 2016 р., на 15–17 %, а середня температура повітря коливалася у межах 18,9–23,4 °С, в окремі періоди температура повітря досягала до 33 °С, що призводило до спеки. Урожайність сої в умовах 2017 року на 20 % була меншою за показники 2016 р.

Морфологічна будова сої, загальна висота, бічне гілкування та висота розміщення нижнього боба залежать від сортових особливостей та елементів технології вирощування (рис. 1).

Дослідженнями встановлено, що мінеральні добрива значною мірою впливали на показники лінійного росту основного стебла.

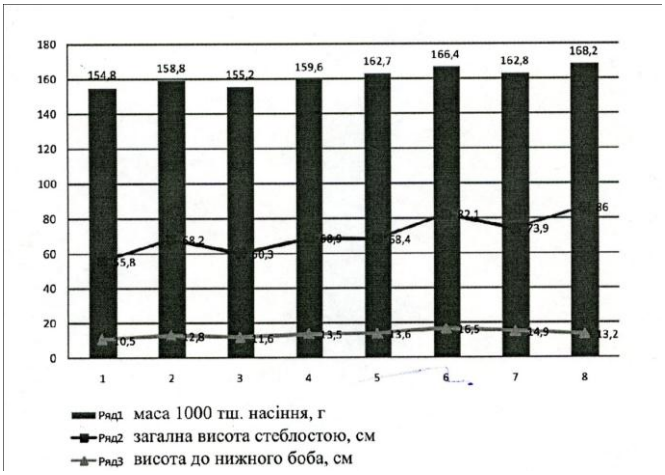

Рис. 1. **Морфологічна будова сої залежно від удобрення та інокуляції насіння**

1 – контроль; 2 – інокуляція; 3 – позакореневе підживлення; 4-І+ПП; 5 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 6 – $N_{60}P_{60}K_{60}$+І; 7 – $N_{60}P_{60}K_{60}$+ПП; 8 – $N_{60}P_{60}K_{60}$+І+ПП.

У варіантах досліду з поєднанням інокуляції та позакореневого підживлення на фоні внесення добрив висота рослин сої була найвищою.

За результатами попередньо проведених досліджень (2011–2015 рр.) встановлено, що оптимальною нормою внесення мінеральних добрив на ясно-сірих, бідних ґрунтах є $N_{60}P_{60}K_{60}$. З метою формування високої продуктивності сої визначено, що проведення інокуляції насіння інокулянтом Оптимайз-200 сприяє активному лінійному росту і утворенню бічних стебел (гілкування), висота яких досягає 68,2 см, тобто приріст відносно контролю становить 12,9 см, що рівноцінно внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, інокуляція насіння на фоні внесення мінеральних добрив забезпечує приріст рослин у висоту 13,7 см. Максимальна висота стеблостою – 86,0 см отримана на фоні внесення мінеральних добрив, інокуляції насіння та проведення позакореневого підживлення у фазу наливу бобів. Висота прикріплення нижніх бобів коливається в межах 12,8–19,2 см.

Насіння сорту Устя характеризується високою масою 1000 зерен і в наших дослідженнях вона коливалася в межах 155,2–168,2 г, а найвищий результат отримано за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ з проведенням інокуляції насіння та позакореневим підживленням – 166,4–168,2 г.

Соя – одна з основних зернобобових рослин, коренева система якої за період вегетації здатна накопичувати симбіотично фіксований азот повітря і залишати його в ґрунті.

Таблиця 1. **Симбіотична ефективність сої залежно від удобрення та інокуляції насіння (середнє за 2016–2017 рр.)**

№ з/п	Варіант	Маса бульбочок		Активний симбіотичний потенціал, тис. кг, діб/га	Маса біологічно фіксованого азоту, кг/га	Еквівалент аміачної селітри, кг/га
		на рослині, г	на 1 га, кг			
1.	Контроль	0,35	217	9,7	49,7	146
2.	Інокуляція	0,56	363	17,4	98,0	220
3.	Підживлення	0,47	291	15,3	71,3	209
4.	І+ПП	0,63	419	20,1	103,0	302
5.	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,53	333	15,6	82,0	221
6.	$N_{60}P_{60}K_{60}$+І	0,75	493	22,3	120,7	365
7.	$N_{60}P_{60}K_{60}$+ПП	0,68	441	21,8	108,0	317
8.	$N_{60}P_{60}K_{60}$+І+ПП	0,94	498	23,2	122,0	359

Вивчення процесу формування симбіотичного апарату сої показало, що на бідних ясно-сірих ґрунтах Полісся кількість і маса бульбочок зростає, починаючи від фази другого–третього трійчатого листка, досягаючи максимуму у фазі повного цвітіння, а у період повного наливання і дозрівання поступово зменшується.

Інокуляція насіння інокулянтом Оптімайз-200 забезпечує збільшення маси бульбочок на 0,21 г на рослині, у перерахунку на 1 га вона становить 363 кг, активний симбіотичний потенціал становив 17,4 тис. кг діб/га, а маса біологічно фіксованого азоту повітря збільшується майже вдвічі порівняно з контролем, що відповідає еквіваленту аміачної селітри 220 кг/га.

Позакореневе підживлення за вище наведеними показниками поступається варіанту інокулювання насіння сої. Інокулювання та позакореневе підживлення комплексним добривом Кристалон універсальний на хелатній основі покращує результати порівняно лише з інокуляцією насіння. Це пояснюється тим, що у фазу цвітіння рослини використали 70 % елементів живлення і починається поступове відмирання бульбочок, нестача азоту для формування генеративних органів (продуктивності) вирішується шляхом проведення позакореневого підживлення.

Максимальний симбіотичний потенціал сої сорту Устя сформувався на варіанті внесення мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення і N_{10} – в позакореневого підживлення у фазу бутонізації та сівбою інокульованим насінням.

Так, маса бульбочок на рослині досягає 0,94 г і становить 498 кг/га, маса біологічно фіксованого азоту, який залишається у ґрунті – 122 кг/га, що еквівалентно аміачної селітри – 359 кг/га.

Складові урожайності сої, кількість бобів на рослині, насіння у бобах, маса 1000 шт. коливаються залежно від варіантів, які вивчалися у дослідах. Інокулювання насіння сприяє збільшенню кількості бобів на 2,4 шт. порівняно з контрольним варіантом, оскільки формування бобів відбувається впродовж 15–18 днів, проведення позакореневого підживлення в цей період також сприяє додатковому утворенню бобів і тому інокулювання насіння і проведення зеленого живлення сприяє збільшенню кількості бобів на 2,6 шт., така ж кількість їх формується і за внесення основного удобрення в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Найкращі результати отримано за постійного забезпечення елементами живлення у процесі вегетаційного періоду сої, на кожній рослині утворюється 20,3 бобів, що більше на 6,8 шт. порівняно з контрольним варіантом (табл. 2).

Таблиця 2. **Урожайність сої залежно від удобрення та інокуляції**

№ з/п	Варіант	Насіннєва продуктивність, шт.		Урожайність, т/га			
		бобів на рослині	насіння у бобах	2016	2017	середнє за 2 роки	приріст урожаю
1.	Контроль	13,5	1,9	2,65	2,40	2,53	-
2.	Інокуляція (І)	15,9	2,0	3,00	2,60	2,80	0,27
3.	Позакореневе підживлення (ПП)	14,1	1,9	2,80	2,30	2,57	0,04
4.	І+ПП	16,1	2,1	3,35	2,80	3,07	0,54
5.	$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,2	2,0	3,60	2,50	3,05	0,52
6.	$N_{60}P_{60}K_{60}$+І	18,3	2,3	3,80	3,10	3,45	0,92
7.	$N_{60}P_{60}K_{60}$+ПП	17,4	2,2	4,10	2,70	3,40	0,87
8.	$N_{60}P_{60}K_{60}$+І+ПП	20,3	2,2	4,5	3,60	4,05	1,52
	НІР	-	-	0,34	0,30	-	

Таким чином, найбільший приріст урожайності сої (0,92 т/га) отримано за внесення основного удобрення в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокулюванням насіння перед сівбою. Інокуляція насіння з комплексним внесенням мінеральних добрив з наступним позакореневим підживленням, у фазу формування бобів, комплексним добривом Кристалон універсальний + 10 кг азоту у вигляді карбоміду забезпечує отримання високого врожаю зерна – 4,05 т/га.

Висновки та перспективи подальших досліджень

В умовах Полісся України на ясно-сірих ґрунтах з pH – 5,6–5,9, оброблення насіння інокулянтом Оптімайз в дозі 280 г/1 ц., внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ і проведення у фазу утворення бобів, позакореневого підживлення забезпечує отримання врожайності ультрараннього сорту Устя 4,05 т/га і збагачує ґрунт біологічно фіксованим азотом повітря у кількості 122 кг/га.

Подальші дослідження полягають у вивченні проблем відтворення родючості ґрунтів в короткоротаційних сівозмінах з використанням органічної сировини побічної продукції, поживних рештків, сидерації та сортів сої без ГМО, Української селекції.

References

1. Petrychenko V. F.,. Lykhochvor V. V., Markov V. L., Lysikova V. P., & Zharkova O. Yu. (2016). Soia – kultura unikalnykh mozhlyvostei [Soya – a culture of unique opportunities]. Kyiv: Yunivest Media [in Ukrainian].

2. Petrychenko V. F. (2012). Naukovi osnovy vyrobnytstva ta vykorystannia soi u tvarynnytstvi [Scientific bases of production and use of soya in animal husbandry]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 71, 3–11 [in Ukrainian].

3. Kolisnyk S. I. (2012). Osnovni tekhnolohichni pryiomy vyroshchuvannia soi na nasinnia [The main technological methods of growing soybeans on seeds]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 71, 41–48 [in Ukrainian].

4. Kolisnyk S. I., Venediktov O. M., & Opanasenko H. V. (2004). Produktyvnist soi zalezhno vid vplyvu pidvyshchenykh doz dobryv i herbitsydiv v riadkovykh posivakh Liostepu Ukrainy [Soybean productivity, depending on the effect of high doses of fertilizers and herbicides in livestock crops of Lionspep Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 53, 88–92 [in Ukrainian].

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

6. Kaminskyi V. F., & Mosondz N. P. (2014). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na urozhainist soi v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of the elements of cultivation technology on soybean yield in the conditions of the northern forest-steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 66, 91–96 [in Ukrainian].

SYMBIOTIC SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON SEEDS' INOCULATION AND ON FERTILIZERS

V. Didora
e-mail: viktordidora33@gmail.com
Zhytomyr National Agroecological University,
Stary Boulevard, 7, Zhytomyr, 10002, Ukraine

The paper gives the results of the research on determining the total and active symbiotic potential, as well as the formation of tubers bacteria mass of ultra-early soybean's Ustia variety on light gray soils of Polissia, Ukraine.

The nitrates and the ammonia are of great importance for the nitrogenous nutrition. The nitrates are received through the root system and by means of enzymes they take part in protein secretion. The atmosphere nitrogen is digested by tubers' bacteria which take part in symbiosis with a root system.

The soybeans inoculation by the preparation Optimise-200, by a pure culture of nitrogen fixating bacteria Bradyrhisobium japonieum contributes to the active side shoots growth and formation, their height is up to 68,2 cm, in other words their growth as to the control variant is 12,9 cm more that is equivalent to applying mineral fertilizers at the rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$ kg/ha.

It has been established that seeds inoculation with the introduction of mineral fertilizers provides plants height growth by 13,7 cm, a mass of 1000 units of seeds is 160,7 g, that is by 4,5 g more as compared to inoculation.

The maximal height of a plant-stand and of a lower fruit disposition above the soil surface is 86,0 and 19,2 cm correspondingly on the variant with the introduction of mineral fertilizers, inoculation and foliar fertilizing. A pre-sowing seed treatment with an inoculant Optimise-200, the introduction of mineral fertilizers at a rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$, the plants foliar treatment with nitrogen at a rate of 5 kg/ha and the introduction of a complex fertilizer on a chelate base Kristalon universal – 2,0 kg/ha in the period of beans formation contributes to an intensive development of tubers bacteria, the mass of which is 498 kg/ha, which in recalculation on biological nitrogen is 122 kg/ha, which is equivalent to 359 kg of ammonia nitrate and provides high soybean yields – 4,05 t/ha.

Keywords: *soybeans, symbiotic productivity, biological nitrogen, tubers bacteria, yields.*

СИМБИОТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН И УДОБРЕНИЙ

В. Г. Дидора
e-mail: viktordidora33@gmail.com
Житомирский национальный
агроэкологический университет
бульвар Старый, 7, г. Житомир, 10002, Украина

Приведены результаты исследований по определению общего и активного симбиотического потенциала, формирования массы клубеньковых бактерий ультрараннего сорта сои Устя на светло-серых почвах Полесья Украины .

Большое значение для азотного питания имеют нитраты и аммиак. Нитраты используются корневой системой и при помощи ферментов принимают участие в синтезе белков. Атмосферный азот усваивается клубеньковыми бактериями и происходит симбиоз с корневой системой сои.

Инокуляция семян сои препаратом Оптимаз-200, чистой культурой азотфиксирующих бактерий Bradyrisobium Japonieum способствует активному росту и формированию стеблей, высота которых достигает 68,2 см, то есть их прирост составляет 12,9 см, а также формированию боковых ветвей, что равноценно внесению минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га.

Установлено, что инокуляция семян на фоне внесения минеральных удобрений обеспечивает прирост растений у высоту 13,7 см, а масса 1000 шт. семян составляет 162,7 г, что на 4,5 больше в сравнении с применением инокуляции.

Максимальная высота стеблей достигает 86,0 см на варианте внесения минеральных удобрений, проведения инокуляции и внекорневой подкормки.

Установлено, что обработка семян биологическим азотфиксатором Оптимагиз-200, внесение минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$ и проведение внекорневой подкормки растений азотом в дозе N-10 кг/га совместно с комплексными удобрениями на хелатной основе – Кристалон универсальный-2 кг/га в период формирование бобов способствует интенсивному развитию клубеньковых бактерий, масса которых составляет 498 кг/га, а в пересчете на биологически фиксированный азот воздуха – 22 кг/га и накапливается в почве в количестве 122 кг/га, что эквивалентно 359 кг аммиачной селитры и формировании высокой урожайности сои – 4,05 т/га.

Ключевые слова: *соя симбиоз, биологический азот, клубеньковые бактерии, подкормка удобрения, урожайность.*