

УДК: 633.34:631.95(477)

ВПЛИВ ДОБРИВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НА СИМБІОТИЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ

кандидат сільськогосподарських наук, доцент Новицька Н. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Дослідження впливу азотних добрив та біологічно активних препаратів на симбіотичну діяльність та урожайність сої на чорноземах типових Лісостепу України проведені на кафедрі рослинництва у ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція”. Встановлено, що в ґрунтово–кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України високоефективним є внесення помірних норм азотних добрив (до 60 кг/га д. р.), що сприяє підвищенню нітрогеназної активності бульбочок на коренях сої. Високі дози азотних добрив (від 90 до 120 кг/га д. р.) пригнічують діяльність бульбочкових бактерій, знижують нітрогеназну активність та врожайність сої. Інокуляція насіння сої ризогуміном в поєднанні з помірними нормами мінерального азоту ($N_{30}-N_{60}$ на фоні $P_{60}K_{60}$) сприяє отриманню значних приростів урожайності зерна.

Ключові слова: Glycine hispida Maxim., мінеральні добрива, інокуляція, ризогумін, бульбочки, нітрогеназну активність, урожайність.

Новицкая Н. В. Влияние удобрений и инокуляции на симбиотическую деятельность посевов сои / Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

Исследования влияния азотных удобрений и биологически активных препаратов на симбиотическую деятельность и урожайность сои на черноземах типичных Лесостепи Украины проведены на кафедре растениеводства в ОП НУБіП Украины "Агрономическая опытная станция". Установлено, что в почвенно-климатических условиях Правобережной Лесостепи Украины высокоэффективным является внесение умеренных норм

азотных удобрений (до 60 кг/га д.в.), что способствует повышению нитрогеназной активности клубеньков на корнях сои. Высокие дозы азотных удобрений (от 90 до 120 кг/га д.в.) подавляют деятельность клубеньковых бактерий, снижают нитрогеназную активность и урожайность сои. Инокуляция семян сои ризогумином в сочетании с внесением умеренных доз азотных минеральных удобрений ($N_{30}-N_{60}$ на фоне $P_{60}K_{60}$) способствует получению значительных приростов урожайности зерна.

Ключевые слова: *Glycine hispida* Maxim., минеральные удобрения, ризогумин, клубеньки, нитрогеназная активность, урожайность.

Novitska N. V. *Effect of fertilizer and inoculation on symbiotic activity of soybean / National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev. Results of research on the influence of nitrogen fertilizers and biologically active compounds on forming of yield structure and biological yield of soybean on typical black soil are given in the article. It was established that increase of nitrogen fertilizers rates in whole has positive effect on soybean yield formation. But if application of nitrogen fertilizers at rate 60 kg/ha (on background of $P_{60}K_{60}$) favors to increase in yield the further increase of nitrogen fertilizers rate up to 120 kg/ha leads to reduction of this parameter. On research variants with application of high rates of nitrogen fertilizers because of absence of nitrogenize activity of nodules on soybean roots fixation of nitrogen from air did not occur and plants supplies with nitrogen only from mineral form. Inoculation of seeds together with application of medium rates of mineral fertilizers ($N_{30}-N_{60}$ on background $P_{60}K_{60}$) favors to significant increase in yield of grain of researched crop.*

Key words: *Glycine hispida* Maxim., fertilizers, rizogumin, nodules, nitrogenize activity, productivity.

Вступ. Врожаї останніх років дозволили Україні увійти в десятку найбільших світових виробників та експортерів сої. У 2013 році в Україні цю культуру висівали на площі близько 1,5 млн. га, валовий збір становив 2,5 млн. т. Експорт в сезоні-2012/13 склав 1 483 тис. т (проти 1 083 тис. т роком раніше).

Соя є досить привабливою для господарств культурою в економічному відношенні: її товарне зерно на внутрішньому ринку коштує майже 300 дол./т, а поріг рентабельності його виробництва становить близько 10 ц/га (що цілком досяжно для пересічних українських сільгосппідприємств) [1].

Важливою особливістю сої є її здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – расами мікроорганізмів роду *Rhizobium japonicum*. Завдяки азотфіксації, яка проходить у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочках, соя може значно або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті через симбіотрофне живлення. Це дає можливість вирощувати сою взагалі без внесення або з мінімальними дозами азотних добрив, які дорогі і екологічно небезпечні [2, с. 245]. Розроблені та впроваджені сучасні технології вирощування сої в Україні передбачають передпосівну інокуляцію активними штамми бульбочкових бактерій, які надходять на ринок у вигляді біоактивних препаратів (ризоторфіну, ризобофіту, ризоаргіну та ін.) [3, с. 5; 4, с. 30].

Незважаючи на значну кількість робіт, присвячених аналізу фізіолого–біологічних механізмів фіксації молекулярного і азоту атмосфери бобовими, співвідношення симбіотичного і автотрофного азотного живлення не може вважатись достатньо вивченим. У сої відносна ефективність використання фіксованого азоту і азоту з мінеральних добрив суттєво залежить від сорту і умов вирощування рослин, тому врожайність від інокуляції в багатьох випадках може бути вищою, ніж від застосування азотних добрив. Таким чином, одним з важливих зовнішніх факторів, які впливають на утворення і розвиток кореневих бульбочок сої та їх азотфіксуючу активність, є мінеральний азот, високий вміст якого у ґрунті призводить до затримки появи бульбочок і знижує інтенсивність азотфіксації, тоді як невеликі дози азоту її стимулюють [5, с. 404; 6, с.18].

Проблема мінерального живлення сільськогосподарських культур, зокрема зернобобових, є ключовим фактором активізації процесів біологічної фіксації азоту та фотосинтезу. Зернобобові (у тому числі і соя) можуть давати високий врожай тільки за рахунок природної родючості ґрунту та симбіотичної фіксації азоту без застосування азотних добрив. Проте, якщо складаються несприятливі

умови для розвитку і функціонування бобово–ризобіального комплексу, то наприклад, соя для формування високого повноцінного врожаю, повинна використовувати азот органічної речовини ґрунту або добрив [7, с. 31].

Мета досліджень – визначити особливості симбіотичної активності посівів сої залежно від співвідношення симбіотичного і мінерального азотного живлення.

Матеріал і методика досліджень. Польові дослідження проводили на полях кафедри рослинництва у ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція”. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний. Агротехніка вирощування сої загальноприйнята для північного Лісостепу. Насіння висівали при температурі ґрунту на глибині загортання насіння 10–12 °С овочевою сівалкою СОН-4,2. Загальна площа елементарної ділянки – 84 м², облікової – 52,8 м². Повторність дослідів чотириразова. Норма висіву сої – 700 тис. насінин на 1 га. Під основний обробіток ґрунту вносили гранульований суперфосфат (Р₂О₅ – 19 %) і калійну сіль (К₂О – 40 %) у нормі 60 кг/га д.р. Навесні проводили закриття вологи та вносили аміачну селітру (N – 30 %) у різних нормах за схемою, передбаченою програмою досліджень. Для боротьби з бур’янами проводили досходові боронування та застосовували суміш гербіцидів арамо (1,0 л/га) і базагран (2,0 л/га). В досліді вивчали (табл. 1) рекомендовані для зони Лісостепу сорти сої: ультраранній Аннушка (ПП «Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік», м. Кіровоград) та ранньостиглий Устя (ННЦ Інститут землеробства НААН, смт. Чабани).

Таблиця 1. Схема дослідів

Фактор А: сорт сої	Фактор Б: удобрення	Фактор В: інокуляція насіння
Аннушка Устя	Контроль (без добрив) N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	Без застосування ризогуміну (контроль) Із застосуванням ризогуміну

Інокуляцію насіння ризогуміном (Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН, м. Чернігів) проводили з розрахунку 200 г препарату на 1,2 л води і на одну гектарну норму насіння за 2 дні до сівби [3, с. 14]. Нітрогеназну активність бульбочок кореневої системи сої визначали за ацетилен–етиленовим методом [8]. Збір урожаю проводили прямим комбайнуванням зерновими комбайнами вітчизняних моделей у фазу повної стиглості насіння.

Виклад основного матеріалу. За роки досліджень було встановлено, що на варіантах з удобренням до $N_{60}P_{60}K_{60}$ включно, де не проводили передпосівну інокуляцію насіння на коренях утворювалися дрібніші бульбочки меншої кількості. Збільшення норм мінеральних добрив до $N_{120}P_{60}K_{60}$ призвело до пригнічення азотфіксації, зменшення кількості і маси бульбочок на коренях сої (табл. 2).

Таблиця 2. Симбіотична діяльність посівів сої у фазу наливу бобів, (середнє за 2010–2013 рр.)

Варіант удобрення	Кількість бульбочок, шт/рослину		Біомаса бульбочок, мг/рослину		Нітрогеназна активність, кмоль етилену/росл. за год.		Урожайність, т/га	
	*проведення передпосівної інокуляції							
	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Аннушка								
Без добрив (контроль)	12,4	57,2	58	324	2,16	2,29	2,45	2,63
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	32,1	60,6	66	561	2,20	2,32	3,09	3,37
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	39,1	62,4	73	673	2,23	2,47	3,48	3,69
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	10,4	11,4	22	47	2,27	2,24	3,40	3,47
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	9,1	11,2	18	42	2,22	2,24	3,36	3,34
Устя								
Без добрив (контроль)	13,4	52,1	60	369	2,07	2,18	1,99	2,16
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	19,5	56,4	84	639	2,12	2,25	2,48	2,74
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	22,3	58,8	82	768	2,23	2,31	3,07	3,20
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	17,2	27,8	47	94	2,24	2,25	3,06	3,08
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	10,1	20,9	22	53	2,21	2,22	2,91	2,92
НІР _{0,5}	2,1		34		0,12		0,27	

*Примітка: б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння.

На цьому варіанті основні показники симбіотичної діяльності рослин сої сорту Аннушка сягнули найвищого значення, порівняно з іншими варіантами нашого досліджу: кількість бульбочок в середньому за роки проведення

досліджень – 62,4 шт/рослину, біомаса бульбочок – 673 мг/рослину та нітрогеназна активність склала 2,47 мкмоль етилену/год на рослину. У сорту Устя дані показники становили: кількість бульбочок – 58,8 шт/рослину, біомаса бульбочок – 768 мг/рослину та нітрогеназна активність 3,07 мкмоль етилену/год на рослину. Подальше збільшення добрив до $N_{120}P_{60}K_{60}$ призвело до зниження урожайності сої оскільки азотні добрива у нормі від 90 кг/га д. р. і вище пригнічують азотфіксацію, де бульбочки хоча і утворювалися у невеликій кількості, проте нітрогеназна активність майже не відбувалась. Тому на варіантах з максимальними дозами азотних добрив, як за використання інокуляції насіння, так і без неї, урожайність досліджуваних сортів була майже на одному рівні. Оскільки азотфіксації з повітря не відбувалося через відсутність нітрогеназної активності, то на цих варіантах, рослини мали виключно мінеральну форму живлення. Збільшення норм азоту з N_{60} до N_{120} знижувало ефективність інокуляції у обох сортів сої. Симбіотична діяльність посівів сої найвищою була у фазу наливу бобів за удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокуляції насіння ризогуміном. Нітрогеназна активність бульбочок сої при цьому становила 4,446 мкмоль C_2H_4 /год на рослину у сорту Аннушка і 3,971 мкмоль C_2H_4 /год на рослину у сорту Устя.

Слід зазначити, що у всіх сортів, урожайність на варіантах без удобрення та при застосуванні інокуляції була навіть дещо вищою ніж на варіантах з внесенням добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ без інокуляції насіння. Тому очевидно як з економічної, так і з екологічної точки зору доцільніше використовувати природний азот (за рахунок проведення передпосівної інокуляції насіння) на противагу використанню мінерального азоту для отримання врожаю в таких межах.

Висновки. Під час досліджень щодо впливу мінерального азоту на ефективність симбіотичної діяльності з'ясувалося, що в ґрунтово–кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України, високоефективним є внесення азотних добрив у нормі 60 кг/га д. р. включно сприяє підвищенню нітрогеназної активності бульбочок, за рахунок чого суттєво підвищується урожайність

порівняно з варіантами без інокуляції насіння. Також було з'ясовано, що високі дози азотних добрив (від 90 до 120 кг/га д. р.) пригнічують діяльність бульбочкових бактерій, в результаті чого нітрогеназна активність майже відсутня і урожайність на даних варіантах майже однакова, як на варіантах із проведенням інокуляції насіння, так і без неї.

Література:

1. Маслак О. Стабільність ринку сої [Електронний ресурс] : Газета «Агробізнес сьогодні». – 2013. - №10 (257). – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/component/content/article/32-2011-05-11-22-31-13/637-2011-09-21-10-30-59.html/>
2. Передпосівна обробка насіння сої [В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.І. Колісник, О.М. Венедіктов, С.В. Іванюк та інші]. – Посібник українського хлібороба. – 2009. – С. 244-246.
3. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур [С.І. Мельник, В.А. Жилкін, М.М. Гаврилюк, В.С. Сніговий, М.М. Лісовий та інші]. – Міністерство аграрної політики України, Українська академія аграрних наук – К., 2007. – 55 с.
4. До питання біологічно активних речовин сої / М.Ф. Кулик, О.В. Жмудь, А.О. Бабич, Т.В. Засуха, Ю.В. Обертюх, Я.М. Кулик, Н.Б. Зелінська // Вісник аграрної науки. – 2000. - № 10. – С. 28-33.
5. Агафонов Е. В. Применение минеральных и бактериальных удобрений под сою / Агафонов Е. В., Агафонова Л. Н., Гужвин С. А. // Агрохим. вестник, – 2005. – № 5. – С. 18–20.
6. Адамень Ф. Ф. Эффективность инокуляции сои / Ф. Ф. Адамень. – Симферополь: Таврида, 1995. – 42 с.
7. Бородычев В. В. Минеральное питание сои / В. В. Бородычев, М. Н. Лытов // Агрохим. вестн. – 2005. – № 5. – С. 20–22.

8. Волкогон В. В. Методичні рекомендації по визначенню активності азотфіксації в ґрунті та кореневій зоні рослин ацетиленовим методом / В. В. Волкогон. – Чернігів, 1997. – 14 с.

References:

1. Maslak O. Stabil'nist' rynku soyi [Elektronnyy resurs] : Hazeta «Ahrobiznes s'ohodni». – 2013. - #10 (257). – Rezhym dostupu: <http://agro-business.com.ua/component/content/article/32-2011-05-11-22-31-13/637-2011-09-21-10-30-59.html/>
2. Peredposivna obrobka nasinnya soyi [V.F. Petrychenko, A.O. Babych, S.I. Kolisnyk, O.M. Venediktov, S.V. Ivanyuk ta inshi]. – Posibnyk ukrayins'koho khliboroba. – 2009. – S. 244-246.
3. Rekomendatsiyi z efektyvnoho zastosuvannya mikrobnikh preparativ u tekhnolohiyakh vyroshchuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur [S.I. Mel'nyk, V.A. Zhylykin, M.M. Havrylyuk, V.S. Snihovyy, M.M. Lisovyy ta inshi]. – Ministerstvo ahraryoi polityky Ukrayiny, Ukrayins'ka akademiya ahrarykh nauk – K., 2007. – 55 s.
4. Do pytannya biolohichno aktyvnykh rehovyn soyi / M.F. Kulyk, O.V. Zhmud', A.O. Babych, T.V. Zasukha, Yu.V. Obertyukh, Ya.M. Kulyk, N.B. Zelins'ka // Visnyk ahraryoi nauky. – 2000. - # 10. – S. 28-33.
5. Ahafonov E. V. Prymenenye myneral'nykh y bakteryal'nykh udobrenyy pod soyu / Ahafonov E. V., Ahafonova L. N., Huzhryn S. A. // Ahrokhym. vestnyk, – 2005. – # 5. – S. 18–20.
6. Adamen' F. F. Эффеktyvnost' ynokulyatsyy soy / F. F. Adamen'. – Symferopol': Tavryda, 1995. – 42 s.
7. Borodychev V. V. Myneral'noe pytanye soy / V. V. Borodychev, M. N. Лытов // Ahrokhym. vestn. – 2005. – # 5. – S. 20–22.
8. Volkohon V. V. Metodychni rekomendatsiyi po vyznachennyyu aktyvnosti azotfiksatsiyi v ґрунті та кореневій зоні рослн атсетиленовым методом / V. V. Volkohon. – Chernihiv, 1997. – 14 s.