

ВПЛИВ ІНОКУЛЮВАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ У ПІВНІЧНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Камінський В.Ф.

Національний науковий центр “Інститут землеробства УААН”,
вул. Машинобудівників, 26, смт Чабани, Київська обл., 08162,
Україна

Показано роль бактеризації насіння як однієї з основних складових сучасних технологій вирощування зернобобових культур. Виявлено ступінь залежності інтенсивності росту, розвитку рослин сої та рівня реалізації генетичного потенціалу сортів Чернятка і Устя від дії інокуляції високоактивними штамами бульбочкових бактерій.

Ключові слова: соя, азотфіксація, штами бульбочкових бактерій, сорт, урожайність.

Серед факторів, що значною мірою впливають на ріст і розвиток рослин, формування рівня врожайності сої, важливе значення має бактеризація насіння. Цей прийом є однією із складових сучасних технологій вирощування культури, важливим елементом екологізації та енергозбереження [1-3].

Багатьма дослідниками встановлено, що інокулювання насіння сої високоактивними штамами бульбочкових бактерій сприяє підвищенню рівня врожайності цієї культури на 10-15 %, а в нових районах, де відсутні аборигенні популяції азотфіксувальних бактерій, – на 25-30 %, при цьому значно збільшується вміст білка в зерні [4-9].

Матеріали і методи. Досліди з вивчення ефективності впливу штамів азотфіксувальних бактерій на ріст, розвиток рослин, діяльність симбіотичних систем і продуктивність сої проводили протягом 1996-2003 рр. на сірих лісових ґрунтах у дослідному господарстві “Чабани” Інституту землеробства УААН.

За погодними умовами роки проведення досліджень значно різнилися між собою. Однак характерним для більшості з них були підвищені середньомісячні температурні показники та різке коливання інтенсивності випадання опадів, коли тривалі періоди посухи змінювалися періодами із затяжними дощами. Щодо значною

мірою відбивалося на процесах росту й розвитку рослин, а, відповідно, і на врожаї сої.

Об'єктами досліджень були штами бульбочкових бактерій селекції лабораторії ґрунтової мікробіології Інституту землеробства УААН: у дослідях 1996-2000 рр. – штами *Bradyrhizobium japonicum* № 1, № 2, № 3, № 4; у 2001-2003 рр. – *B. japonicum* НСБ; ДН; Д-2; Л-5. Як стандарт використовували штаму *B. japonicum* 634 б.

Фенологічні спостереження проводили за “Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур”; збільшення вегетативної маси та накопичення сухої речовини визначали в основні фази розвитку рослин шляхом відбору проб у двох несуміжних повтореннях; морфофізіологічні дослідження проводили за методикою Є.І. Ржанової; площу листової поверхні визначали методом “висічок”, фотосинтетичний потенціал посіву, чисту продуктивність фотосинтезу – згідно з методичними рекомендаціями щодо закладки дослідів і проведення досліджень з програмування урожаїв польових культур; ступінь інфікування сої бульбочковими бактеріями визначали згідно з методикою, розробленою ВНДІ с.-г. мікробіології; азотфіксувальну здатність – методом паралельного порівняння з небобовою культурою; структуру урожаю аналізували за методикою Майсуриана; облік урожаю проводили поділяючно, методом прямого комбайнування.

Результати та їх обговорення. Як засвідчили дані проведених нами протягом 1996-2003 рр. досліджень, бактеризація насіння сої сортів Чернятка (1996-2000 рр.) й Устя (2001-2003 рр.) позитивно впливала на формування врожайності культури. Виявлено, що більшість досліджуваних штамів бульбочкових бактерій при вирощуванні сої сорту Чернятка істотно не впливали на ріст і розвиток рослин, проте сприяли значному збільшенню, порівняно з контролем, величини індивідуальної продуктивності рослин, яка була обумовлена вищою абсолютною масою насіння. Саме високий рівень індивідуальної продуктивності досліджуваних рослин у поєднанні з підвищеною густиною стояння у посіві були визначальними чинниками формування відповідної врожайності сої.

У 1996-2000 рр. максимальну врожайність насіння сої було отримано за передпосівного інокулювання насіння штамом *B. japonicum* № 2 – 2,70 т/га, що на 0,58 т/га перевищувало показники контролю і на 0,28 т/га – урожайність у варіанті досліді з інокуляцією стандартним штамом. Заслуговує на увагу той факт, що

штам *B. japonicum* № 1 за роки досліджень забезпечував формування врожайності насіння на рівні стандарту – у середньому 2,42 т/га, що на 0,3 т/га перевищувало показник контрольного варіанта. Інокулювання насіння штамом *B. japonicum* № 3 хоча в цілому і давало переваги порівняно з контролем (2,28 т/га проти 2,12 т/га), однак цей результат був меншим, ніж у варіанті з використанням стандартного штаму *B. japonicum* 634 б (табл. 1).

Слід відмітити, що ефективність інокулювання насіння досліджуваними штамми значно різнилася залежно від умов року.

Сприятливими виявилися 1996 і 1997 рр., коли при врожайності відповідно 2,02 і 2,52 т/га у контрольних варіантах застосування штамів азотфіксувальних бактерій забезпечило приріст врожайності насіння в межах 0,59-0,84 і 0,49-1,12 т/га. Винятком був лише штам *B. japonicum* № 3, при інокулюванні яким насіння сої в 1997 р. врожайність культури практично не збільшилась (2,24 т/га проти 2,52 т/га, НІР₀₅ = 0,22 т/га).

Таблиця 1. Вплив інокулювання штамми бульбочкових бактерій на урожайність сої сорту Чернятка, т/га

Варіант досліджу	Рік					В середньому за 1996-2000 рр.	По відношенню до	
	1996	1997	1998	1999	2000		контролю	стандарту
Контроль (без інокулювання)	2,02	2,52	2,06	2,93	1,07	2,12	–	
Стандарт <i>B. japonicum</i> 634 б	2,65	3,36	2,45	2,88	0,73	2,42	0,30	–
<i>B. japonicum</i> № 1	2,83	3,01	2,68	2,84	0,72	2,42	0,30	0,00
<i>B. japonicum</i> № 2	2,86	3,64	2,51	3,35	1,13	2,70	0,58	0,28
<i>B. japonicum</i> № 3	2,72	2,24	2,08	3,47	0,90	2,28	0,16	-0,14
<i>B. japonicum</i> № 4	2,61	–	–	2,95	1,02	2,19*	–	
НІР ₀₅	0,16	0,22	0,21	0,37	0,08	0,29		

* – в середньому за 3 роки

Менш ефективним виявилось інокулювання насіння сої сорту Чернятка в 1998, 1999 і 2000 рр., коли досліджувані і стандартний штамми забезпечували менший, а в умовах 2000 р. практично нульо-

вий, за винятком штаму *B. japonicum* № 2, приріст урожаю насіння порівняно з контрольним варіантом.

Таким чином, як показали результати досліджень 1996-2000 рр., рівень позитивного впливу штамів бульбочкових бактерій на врожайність насіння сої сорту Чернятка значною мірою залежить від погодних умов року. Стабільно високим був вплив на врожайність культури лише штаму *B. japonicum* № 2, який у різні за метеоумовами роки забезпечував приріст урожаю насіння порівняно не лише з контрольним варіантом, а й варіантом із стандартним штамом.

Проведені в 2001-2003 рр. дослідження з вивчення ефективності впливу штамів *B. japonicum* Л-5; Д-2; НСБ; ДН, на продуктивність ранньостиглого сорту Устя підтвердили, що залежно від умов року вони можуть впливати не тільки на інтегральний показник росту й розвитку рослин – урожайність, а й на формування окремих її елементів та на відповідні процеси. Так, виявлено різний за інтенсивністю і напрямом дії їхній вплив на формування і функціонування симбіотичних систем, зокрема, на величину маси бульбочок на кореневій системі рослин сої.

Згідно з даними, одержаними в 2001-2003 рр., маса бульбочок на корінні рослин, інокульованих штамами азотфіксувальних бактерій, в середньому на 0,15-0,35 г перевищувала показник контрольного варіанту дослідів (0,67 г). Варто при цьому відмітити, що досліджувані штами азотфіксувальних бактерій відзначалися комплексністю дії: вони впливали не лише на формування та функціонування симбіотичних систем рослина – штаму бактерії, а й на відповідні морфофізіологічні показники, що характеризують ріст і розвиток як рослини в цілому, так і окремих її органів, а також на інтенсивність процесів накопичення й трансформації пластичних речовин у рослині.

Як свідчать одержані результати, у варіантах дослідів, у яких застосовувались досліджувані штами бактерій, змінювалися темпи формування і функціонування листової поверхні рослин сої, накопичення сухої речовини, а також співвідношення її кількості в основних органах рослин. Зокрема, в період цвітіння сої максимальна величина площі листової поверхні (386,3 см²/рослину) була відмічена у варіанті з використанням штаму *B. japonicum* НСБ за абсолютного показника на контрольному варіанті 226,4 см²/рослину. Інші досліджувані штами забезпечували фор-

мування листкової поверхні, яка мала площу 245,8-308,2 см² / рослину. В подальшому це перевищення при використанні штамів *B. japonicum* зберігалось і в період наливання бобів: площа листкової поверхні на 100,8-232,1 см²/рослину переважала показник контрольного варіанта (462,3 см²/рослину). Винятком був лише варіант з використанням стандартного штаму *B. japonicum* 634 б, коли площа листкової поверхні рослин сої не перевищувала величини контрольного варіанту (440,0 см² на рослину).

Вищі абсолютні показники площі листкової поверхні рослин у варіантах дослідів з інокулюванням насіння забезпечили відповідні показники листкового індексу і фотосинтетичного потенціалу посівів сої, які на початок її цвітіння були відповідно на 0,18-0,93 м²/м² і 0,02-0,17 млн м²/га за добу, а в період наливання бобів – на 0,06-1,38 м²/м² та 0,12-0,49 млн м²/га за добу більшими за абсолютні величини у контрольному (без інокулювання насіння) варіанті, де вони становили 1,32 і 2,68 м²/м² та 0,24 і 1,04 млн м²/га за добу, відповідно. При цьому на час цвітіння рослин максимальними величини листкового індексу і фотосинтетичного потенціалу посівів, як і площі листкової поверхні, були у варіанті за використання штаму *B. japonicum* НСБ (2,25 м²/м² і 0,41 млн м²/га за добу), а на період наливання бобів – штамів *B. japonicum* ДН (4,06 м²/м²) і НСБ (1,53 млн м²/га за добу).

Високий листковий індекс та фотосинтетичний потенціал посіву у варіантах з інокулюванням насіння досліджуваними штамми бактерій не супроводжувався відповідним збільшенням величини чистої продуктивності фотосинтезу і кількості накопиченої органами рослин сухої речовини. Лише в першій половині періоду вегетації окремі варіанти при використанні штамів азотфіксуючих бактерій забезпечували дещо вищу чисту продуктивність фотосинтезу, яка в контролі становила 7,93 і 6,98 г/м² за добу.

Інтенсивне збільшення площі листкової поверхні протягом наступних періодів вегетації у варіантах з інокуляцією досліджуваними штамми бактерій не супроводжувалось відповідним зростанням темпів формування й накопичення сухої речовини, і вже в період наливання бобів показники приросту маси сої були нижчими від рівня контролю за абсолютних величин на 2,13-5,01 г/м². Найменш інтенсивно формування сухої речовини відбувалося у варіантах з максимальними розмірами асиміляційної поверхні. Розвиток великої площі листкової поверхні у варіантах з

інокулюванням насіння сої азотфіксувальними штамми супроводжується, ймовірно, інтенсивнішою респірацією, що, у свою чергу, зумовлює зниження чистої продуктивності фотосинтезу, внаслідок чого уповільнюються темпи накопичення сухої речовини рослинами. Особливо чітко ця закономірність проявилася у фазі наливання бобів, коли за абсолютними показниками маси сухої речовини лише варіанти із застосуванням стандартного штаму бульбочкових бактерій, а також штамів ДН і Л-5 мали переваги над показниками контролю (12,55 г/роsl.), де ці величини становили відповідно 13,53; 12,80 і 12,99 г. Показники решти варіантів значно поступалися контрольним, досягаючи рівня 9,13-10,96 г на рослину.

У першій половині періоду вегетації, при високих кількісних показниках продуктивності фотосинтезу, маса сухої речовини рослин у варіантах дослідів з інокулюванням насіння була дещо більшою, ніж у контролі (2,83-3,86 проти 2,70 г/роsl.) за вищого відсотка листків у співвідношенні листя-стебла.

Виявлено, що зміни в симбіотичних і фотосинтетичних системах, які настають під дією бульбочкових бактерій, зумовлюють відповідні темпи росту й розвитку рослин сої і таким чином впливають на продуктивність культури, що підтверджують показники врожаю насіння, одержаного за роки досліджень.

Виявлено також істотну різницю в ефективності дії цих штамів бульбочкових бактерій на врожай насіння сої, зумовлену погодними умовами в роки досліджень (табл. 2). Так, у 2001 р. найефективнішими були штами *B. japonicum* Д-2 і ДН, які забезпечили врожайність насіння культури на рівні 2,61 і 2,64 т/га (у контролі – 1,81 т/га), при застосуванні штаму-стандарту – 2,01, при застосуванні інших штамів – 2,25-2,50 т/га за величини $НП_{05} = 0,12$ т/га.

У 2002 р. сприятливі умови для реалізації потенціалу сорту Устя склалися у варіантах дослідів, у яких були використані штами азотфіксувальних бактерій Л-5 і ДН, що забезпечило формування врожайності насіння на рівні 2,22 і 2,64 т/га, тобто, на 0,60 і 0,81 т/га вище рівня врожайності в контрольному варіанті та на 0,42 і 0,63 т/га – за показники при застосуванні стандартного штаму.

В останній, 2003-й рік досліджень, який відзначався несприятливими щодо ефективності дії штамів умовами, найвищу врожайність сої (2,95 т/га) було отримано при інокулюванні насіння штамом *B. japonicum* Л-5. Інші штами щодо впливу на рівень урожайності (1,60-2,15 т/га) йому поступалися.

Отже, більшість досліджуваних штамів бульбочкових бактерій по-різному реагували на умови окремих років, у зв'язку з чим різним був рівень урожаю, сформований при їх застосуванні.

Таблиця 2. Вплив передпосівної інокуляції насіння новими штамами бульбочкових бактерій на врожайність насіння сої сорту Устя, т/га

Варіант досліджу	Рік			У середньому за 2001-2003 рр.	По відношенню до контролю	По відношенню до стандарту
	2001	2002	2003			
Контроль (без інокулювання)	1,81	1,62	1,57	1,67	–	–
Стандартний штамі <i>B. japonicum</i> 634 б	2,01	1,80	1,82	1,88	0,21	–
Штамі <i>B. japonicum</i> Л-5	2,41	2,22	2,95	2,53	0,86	0,65
Штамі <i>B. japonicum</i> Д-2	2,61	2,10	2,15	2,29	0,62	0,41
Штамі <i>B. japonicum</i> НСБ	2,25	1,93	1,63	1,94	0,27	0,06
Штамі <i>B. japonicum</i> ДН	2,64	2,43	1,60	2,23	0,56	0,35
НІР ₀₅	0,12	0,11	0,11	0,11	–	–

Таким чином, у Північному Лісостепу України штамами азотфіксувальних бактерій, забезпечуючи підвищення врожайності сої, в той же час не відзначаються високим рівнем стабільності їхньої дії, оскільки, залежно від метеорологічних умов, відмічаються значні коливання інтенсивності формування і функціонування асиміляційної поверхні посівів, продуктивності фотосинтезу, ступеня розвитку і діяльності симбіотичних систем і, зрештою, урожайності рослин.

Серед досліджуваних штамів бульбочкових бактерій при вирощуванні сої сорту Чернятка найефективнішим виявився штамі *B. japonicum* №2, який у середньому за 1996-2000 рр. забезпечив урожайність насіння сої 2,70 т/га, що на 0,58 т/га перевищувало показник контрольного варіанту і на 0,28 т/га – при застосуванні стандартного штаму, а при вирощуванні сорту Устя – штамі *B. japonicum*

Л-5, який сприяв формуванню урожайності насіння на рівні 2,53 т/га проти 1,67 т/га у контролі і 1,88 т/га – в разі застосування стандартного штаму.

1. Трепачев Е.П. Значение биологического и минерального азота в проблеме белка // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 150-153.

2. Куликов Н.Ф. Роль симбиотрофного питания сои в рациональном использовании минеральных удобрений и повышении качества зерна в Приморском крае: Лекция / Приморский СХИ. – Уссурийск, 1995. – 18 с.

3. Тур Н.С., Загоруйко А.В. Агротехнические основы возделывания сои. – Краснодар: КГАУ, 1994. – 44 с.

4. Бабич А.А. Научные основы интенсивной технологии возделывания сои // Вестн. с.-х. науки. – 1986. – № 6. – С. 109-116.

5. Гуцаленко А.П. Интенсивная технология возделывания сои на зерно в Молдове. – Кишинев, 1991. – 49 с.

6. Карягин Ю.Г. Соя. – Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 128 с.

7. Онофраш Л.Ф., Якимова М.Ф., Ковальжиу А.И., Волоскова М.М. Проблемы биологического азота в условиях Молдовы // Экология и биотехнология азотфиксирующих почвенных микроорганизмов: Сб. научн. тр. ВНИИСХМ. – С.-Пб, 1991. – Т. 61. – С. 84-92.

8. Сатаева Л.В., Садыков Б.Ф., Установ Н.Ю. Влияние различных штаммов клубеньковых бактерий на урожайность сои // Эффективные приемы воспроизводства плодородия почв, совершенствование технологий возделывания, создание и внедрение новых сортов сельскохозяйственных культур. – Уфа, 1995. – С. 194-201.

9. Толкачев Н.З. Потенциальные возможности симбиотической азотфиксации при выращивании сои на юге Украины // Микробиол. журн. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 34-40.

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛИРОВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Каминский В.Ф.

Национальный научный центр “Институт земледелия УААН”,
пгт. Чабаны

Показана роль бактеризации семян как одной из основных составляющих современных технологий возделывания зернобобовых культур. Выявлена степень зависимости интенсивности роста и развития растений сои и уровня реализации генетического потенциала сортов Черныатка и Устя от действия инокулирования.

Ключевые слова: соя, азотфиксация, штаммы клубеньковых бактерий, сорт, продуктивность.

THE EFFECT OF INOCULATION ON THE SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Kaminskiy V.F.

Institute of Agriculture, UAAS, Chabani

The role of seed inoculation as one of basic components of the modern soybean growing technologies is shown. It was found out that the degree of soybean plant growth and development intensity and a level of genetic potential realization of Chernyatka and Ustyia varieties depend on the action of inoculation.

Key words: soybean, nitrogen fixation, nitrogen-fixing bacteria strains, variety, productivity.