

ВПЛИВ АКТИВНИХ ШТАМІВ БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БОБОВИХ РОСЛИН

Надкернична О.В., Ковалевська Т.М., Крутило Д.В., Горбань В.П., Воробей В.С.

Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН,
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027, Україна

*Наведені результати вивчення ефективності нових активних штамів бульбочкових бактерій люпину, гороху, сої в польових та виробничих дослідах. Показано, що штами *Bradyrhizobium sp. (Lupinus) 5500/4*, *Rhizobium leguminosarum bv.viciae T2*, *Bradyrhizobium japonicum KH10* забезпечують стабільний приріст урожаю бобових культур порівняно з відповідними штамами-еталонами і можуть бути використані у виробництві бактеріальних препаратів.*

Ключові слова: *бульбочкові бактерії, люпин, соя, горох.*

Мікробні препарати дедалі ширше використовуються в різних галузях сільськогосподарського виробництва. Це зумовлено їх високою ефективністю, комплексним позитивним впливом на рослини, безпечністю для навколишнього середовища. Останнім часом значно зріс попит на біопрепарати землеудобрювальної дії, які поліпшують мінеральне живлення рослин та підвищують їхню продуктивність. Чільне місце серед них посідають препарати для бобових культур. Вони давно застосовуються в рослинництві як основний засіб підвищення активності симбіотичної азотфіксації та забезпечення рослин біологічним азотом. Результати ґрунтового вивчення цих препаратів та способів їх використання наведені в публікаціях багатьох вітчизняних та зарубіжних учених [1-4].

Основним компонентом біопрепаратів для підвищення урожайності бобових культур є активний штам певного виду бульбочкових бактерій. Інші компоненти, зокрема тверді носії (торф, вермикуліт, перліт), біологічно активні речовини, мікроелементи застосовуються для поліпшення якості препаратів та забезпечення стабільності їхніх основних характеристик. Суть застосування біопрепарату полягає в тому, щоб разом із насінням у ґрунт внести велику кількість клітин активного штаму бульбочкових бактерій,

що збільшує ймовірність утворення бульбочок на рослині саме за участю цих мікроорганізмів. Тому основними факторами, які визначають ефективність препарату у виробничих умовах, є активність штаму бульбочкових бактерій, а також рівень родючості ґрунту, погодні умови у вегетаційний період, агротехніка вирощування культури.

У зв'язку з цим в Інституті сільськогосподарської мікробіології протягом багатьох років проводиться пошук активних штамів бульбочкових бактерій та відбір кращих із них для розробки бактеріальних препаратів. В лабораторії біологічного азоту створена колекція перспективних штамів бульбочкових бактерій – симбіонтів різних видів бобових рослин (сої, люпину, гороху, люцерни, квасолі, козлятника та ін.), яка входить до складу Колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів інституту. Для всіх штамів визначені такі показники, як вірулентність, активність азотфіксації, здатність використовувати різні джерела вуглецю та азоту.

За роки досліджень накопичено значний фактичний матеріал, який дозволяє оцінити ефективність отриманих штамів бульбочкових бактерій та дію препаратів, створених на їх основі, на різні сорти бобових рослин у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Матеріали і методи. Ефективність перспективних штамів бульбочкових бактерій люпину (шт. 5500/4, шт. 8л, шт. 3а), сої (шт. 43, шт. КН10), гороху (шт. Т2) вивчали у польових та виробничих дослідах, проведених на базі Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН, Інституту землеробства УААН, Інституту кормів УААН, Чернігівського інституту АПВ, Луганського інституту селекції і технологій.

Ефективність впливу штамів на продуктивність рослин порівнювали з ефективністю впливу місцевих популяцій бульбочкових бактерій (контроль – без інокуляції) та з відповідними штамми-еталонами – *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) 367 а, *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae* 250 а, *Bradyrhizobium japonicum* 634 б.

Досліди проводили з районованими й перспективними сортами люпину (Гарант, Харчовий, Либідь, Чернігівець, Гай, Оригінальний), сої (Устя, Феміда, Подільська 416, Агат, Краса Поділля, Нива), гороху (Орловчанин, Комет, Харчовий, Схід, Беркут), гібридними формами козлятника лікарського.

Для передпосівної бактеризації насіння використовували ризоторфін на основі відповідного штаму бульбочкових бактерій,

з розрахунку 0,2 кг препарату на гектарну норму насіння. Титр бульбочкових бактерій у препаратах складав $2-2,5 \cdot 10^9$ клітин в 1 г препарату. Інокуляцію насіння біопрепаратом проводили у день сівби за загальноприйнятими методами. Планування та проведення дослідів, спостереження та облік врожаю здійснювали за методиками, розробленими Б.О. Доспеховим [5].

Результати та їх обговорення. Було проведено більше 40 польових та виробничих дослідів і в більшості з них досліджувалиштами бульбочкових бактерій забезпечували достовірний приріст урожаю порівняно з контрольними варіантами.

В табл. 1, 2 наведено результати випробувань штамів *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) 5500/4, 3а та 8л. Інтродукція цих штамів бактерій сприяла збільшенню урожайності зерна люпину білого порівняно до штаму-еталону на 13,0-17,6 %, а урожайності люпину жовтого – на 8,5-10,6 %. У порівнянні з контрольним варіантом (без інокуляції) приріст урожаю зерна був вищим і коливався в межах від 10,0 до 37,9 % для люпину білого та від 10,1 до 33,0 % – для люпину жовтого. Слід зазначити, що в селекційній роботі з ризобіями враховувались не лише високі показники ефективності штамів, але і їх здатність забезпечувати стабільний приріст урожаю за різних погодних умов. За сумою показників кращим є штам *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) 5500/4, який рекомендується використовувати для виготовлення біопрепаратів як для люпину жовтого, так і для люпину білого [6]. Інокуляція насіння цим штамом ризобій позитивно позначається на загальному стані рослин: вони мають кращі біометричні показники, посилюється процес азотфіксації, підвищується їхня стійкість до фітопатогенів, що в цілому сприяє формуванню більшого урожаю [7,8].

Значна увага приділялась селекції активних штамів бульбочкових бактерій гороху, які могли б витримувати конкуренцію з аборигенними популяціями цих мікроорганізмів. В результаті селекційної роботи отримано штам *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae* T2, який за своїми симбіотичними властивостями переважає еталонний. В середньому за роки досліджень цей штам сприяв підвищенню урожайності зеленої маси гороху порівняно до контролю на 21,4 %, порівняно до стандартного штаму 250а – на 16,5 % (табл. 3). Штам T2 позитивно впливав також на зернову продуктивність гороху, але приріст урожайності коливався в широких межах, що вказує на необхідність подальшої

Таблиця 1. Ефективність перспективних штамів бульбочкових бактерій люпину в польових та виробничих дослідях з люпином білим

Штами мікроорганізмів	Кількість проведених дослідів	Кількість дослідів із достовірним збільшенням урожаю, %	Урожайність зерна, ц/га*	Збільшення урожайності від інокуляції**	
				ц/га	%
Контроль (штам-еталон <i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 367а)	9	88,9	26,1	–	–
<i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 5500/4			29,5	3,4	13,0
Контроль (штам-еталон <i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 367а)	5	80,0	24,3	–	–
<i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 3а			27,7	3,4	14,0
Контроль (штам-еталон <i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 367а)	3	66,7	26,1	–	–
<i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 8л			30,7	4,6	17,6

Примітка: * – усереднені показники урожайності за всіма проведеними дослідями;

** – усереднені показники приросту урожайності за проведеними дослідями

Таблиця 2. Ефективність перспективних штамів бульбочкових бактерій люпину в польових та виробничих дослідях з люпином жовтим

Штами мікроорганізмів	Кількість проведених дослідів	Кількість дослідів із достовірним збільшенням урожаю, %	Урожайність зерна, ц/га*	Збільшення урожайності від інокуляції**	
				ц/га	%
Контроль (штам-еталон <i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 367a)	4	100,0	16,1	–	–
<i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 5500/4			17,8	1,7	10,6
Контроль (штам-еталон <i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 367a)	4	75,0	15,2	–	–
<i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 3a			16,5	1,3	8,5
Контроль (штам-еталон <i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 367a)	5	80,0	13,6	–	–
<i>Bradyrhizobium sp. (Lupinus)</i> шт. 8л			14,8	1,2	8,8

Примітка: * – усереднені показники урожайності за всіма проведеними дослідями;

** – усереднені показники приросту урожайності за проведеними дослідями

Таблиця 3. Ефективність штаму *R. leguminosarum* *bv. viceae* T2 в польових дослідях з горохом

Штами мікроорганізмів	Кількість проведених дослідів	Кількість дослідів із достовірним збільшенням урожаю, %	Урожайність зеленої маси, ц/га*	Збільшення урожайності по відношенню до контролю **		Збільшення урожайності по відношенню до стандартного штаму**	
				ц/га	%	ц/га	%
Контроль (без інокуляції)	6	83,3	155,7	–	–	–	–
Контроль (штам-еталон <i>R. leguminosarum</i> <i>bv. viceae</i> шт. 250а)			162,3	6,6	4,2	–	–
<i>R. leguminosarum</i> <i>bv. viceae</i> шт. T2			189,1	33,4	21,4	26,8	16,5

Примітка: * – усереднені показники урожайності за всіма проведеними дослідями;

** – усереднені показники приросту урожайності за проведеними дослідями

його перевірки у виробничих умовах. Потрібно відмітити, що при інокуляції сортів гороху, які мають звичайний тип листа й стебла, зростала їх стійкість до вилягання.

Відомо, що соя для України є порівняно новою культурою, тому в ґрунтах тих районів, де вона не вирощувалась, бульбочкових бактерій сої немає. Застосування мікробних препаратів у таких регіонах є обов'язковою передумовою для одержання високих, стабільних урожаїв цієї культури. Методом аналітичної селекції нами отримано два штами бульбочкових бактерій сої (*Bradyrhizobium japonicum* шт. 43 та шт. КН10), які забезпечували достовірний приріст урожайності зерна сої у більшості проведених дослідів. Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що інокуляція насіння цими штамми забезпечує приріст урожайності порівняно з контрольними величинами і з показниками, отриманими при застосуванні штаму – еталону 634 б. Штами *B. japonicum* 43 та КН10 сприяли зростанню продуктивності сої в середньому на 4,9-5,7 ц/га, при усереднених показниках урожайності в контролі 21,4-21,5 ц/га (табл. 4). За ефективністю дії досліджувані штами в середньому на 11,4-12,5 % перевищують стандартний штам бульбочкових бактерій сої 634 б (табл. 5). Штам КН10 запропоновано для мікробіологічного виробництва як основа біопрепарату для сої [9]. Слід відмітити, що нові штами бульбочкових бактерій сої мають комплексний вплив на рослину-живителя, при їх інтродукції зростає активність симбіотичної азотфіксації, збільшується вміст хлорофілів у листі, підвищується стійкість рослин до бактеріальних та грибних хвороб.

На основі селекціонованих штамів ризобій за відомою технологією [2] розроблено мікробні препарати на торф'яній основі. Результати перевірки у виробничих умовах свідчать про їх високу ефективність. Так, в умовах східного Лісостепу біопрепарат на основі штаму *B. japonicum* КН10 сприяє збільшенню урожайності зерна сої порівняно до контролю на 21-24 %. **В умовах Полісся**, за наявності численної місцевої популяції бульбочкових бактерій люпину, біопрепарат на основі штаму *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) 5500/4 забезпечує приріст урожайності зерна люпину 10,1-44,2 %.

У селекційній роботі зі штамми велика увага приділялась їхній специфічності. Так, за літературними даними та результатами власних досліджень, штами ризобій люпину утворюють ефективний симбіоз як з люпином білим, так і з люпином

Таблиця 4. Ефективність перспективних штамів бульбочкових бактерій сої порівняно до контролю (без інокуляції)

Штами мікроорганізмів	Кількість проведених дослідів	Кількість дослідів із достовірним збільшенням урожаю, %	Урожайність зерна, ц/га*	Збільшення урожайності від інокуляції**	
				ц/га	%
Контроль (без інокуляції)	5	80,0	21,4	–	–
<i>B. japonicum</i> шт. 43			26,3	4,9	22,9
Контроль (без інокуляції)	5	100,0	21,5	–	–
<i>B. japonicum</i> шт. КН10			27,2	5,7	26,5

Примітка: * – усереднені показники урожайності за всіма проведеними дослідями;

** – усереднені показники приросту урожайності за проведеними дослідями

Таблиця 5. Ефективність перспективних штамів бульбочкових бактерій сої порівняно до стандартного штаму *B. japonicum* 634 б

Штами мікроорганізмів	Кількість проведених дослідів	Кількість дослідів із достовірним збільшенням урожаю, %	Урожайність зерна, ц/га*	Збільшення урожайності від інокуляції**	
				ц/га	%
Контроль (штам-еталон <i>B. japonicum</i> 634б)	5	80,0	23,6	–	–
<i>B. japonicum</i> шт. 43			26,3	2,7	11,4
Контроль (штам-еталон <i>B. japonicum</i> 634б)	5	100,0	24,0	–	–
<i>B. japonicum</i> шт. КН10			27,0	3,0	12,5

Примітка: * – усереднені показники урожайності за всіма проведеними дослідями;

** – усереднені показники приросту урожайності за проведеними дослідями

жовтим. Тоді як активний штам *Rhizobium galegae* КЗ, виділений з бульбочок козлятника східного, формує неефективний симбіоз з козлятником лікарським. У перший рік вирощування за інокуляції цим штамом на коренях козлятника лікарського формується до 800 бульбочок на рослину, однак їх нітрогеназна активність не перевищує 4,9 мкг азоту на рослину за годину.

Таким чином, в результаті багаторічної селекційної роботи отримано нові штами бульбочкових бактерій люпину, гороху та сої, які забезпечують стабільний приріст урожаю, ефективніші за штами-еталони і можуть бути використані для виробництва біопрепаратів для цих культур.

1. Доросинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. – Л.: Колос, 1970. – 192 с.

2. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применения препаратов на их основе (методические рекомендации). – Л., 1991. – 60 с.

3. Біологічний азот / В.П. Патица, С.Я. Коць, В.В. Волкогон та ін. – К.: Світ, 2003. – 424 с.

4. Курдиш И.К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. – К.: КВЦ, 2001. – 142 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1983. – 335 с.

6. Пат. 70005 А Україна, С05F11/08, С12N1/20. Штам бактерій *Bradyrhizobium sp. (Lupinus)* для виготовлення бактеріального добрива під люпин / Ковалевська Т.М., Горбань В.П., Губанова Л.С. – Заявл. 22.12.2003; Опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9.

7. Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Ефективність симбіозу *Bradyrhizobium sp. (Lupinus)* з люпином жовтим при його вирощуванні на штучному інфекційному фоні // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. – 2001. – № 9 – С. 63-65.

8. Ковалевська Т.М., Надкернична О.В., Козар С.Ф., Горбань В.П. Вплив бульбочкових бактерій на ураженість люпину кореневими гнилями // Агроєкол. журн. – 2002. – № 4. – С. 51-54.

9. Пат. 69993 А Україна, МКИ С 05 F 11/08, С 12 N 1/20. Штам бактерій *Bradyrhizobium japonicum* для одержання бактеріального добрива під сою / Д.В. Крутило, Т.М. Ковалевська. – Заявл. 22.12.03; Опубл. 15.09.04, Бюл. № 9.

ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ ШТАММОВ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

**Надкernичная Е.В., Ковалевская Т.М., Крутило Д.В.,
Горбань В.П., Воробей В.С.**

Институт сельскохозяйственной микробиологии УААН, г. Чернигов

*Приведены результаты изучения эффективности новых активных штаммов клубеньковых бактерий люпина, гороха, сои в полевых и производственных опытах. Показано, что штаммы *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) 5500/4, *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae T2, *Bradyrhizobium japonicum* KH10 обеспечивают стабильную прибавку урожая бобовых культур по сравнению со штаммами-эталоном и могут быть использованы для производства бактериальных препаратов.*

Ключевые слова: клубеньковые бактерии, люпин, соя, горох.

THE INFLUENCE OF ACTIVE STRAINS OF NODULE BACTERIA ON EFFICIENCY OF LEGUMINOUS PLANTS

**Nadkernichna E.V., Kovalevska T.M., Krutilo D.V.,
Gorban V.P., Vorobej V.S.**

Institute of Agricultural Microbiology UAAN, Chernigov

*The results of efficiency studying of new active strains of lupine, peas and soybean nodule bacteria in field and manufacture experiments are given. It is shown, that strains *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) 5500/4, *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae T2, *Bradyrhizobium japonicum* KH10 provide stable increase of leguminous culture crop in comparison with standard strains and they can be used to bacterial preparations manufacture.*

Key words: nodule bacteria, lupine, soybean, peas.