Сільськогосподарська мікробіологія. — 2016. — Вип. 23. — С. 24–29.
ISSN 1997-3004

УДК 631.16:633:16

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ

Ю. М. Халеп, С. Ф. Козар

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14027, Україна; e-mail: ismav@online.ua

Наведено результати досліджень ефективності передпосівної обробки насіння сої інокулянтами на основі бульбочкових бактерій Bradyrhizobium japonicum і асоціативних діазотрофів Azospirillum brasilense за основними економічними та енергетичними показниками. Встановлено, що найвищі рівні досліджуваних показників досягаються за використання змішаних культур азотфіксувальних мікроорганізмів. Високу економічну і енергетичну ефективність також спостерігали при інокуляції сої чистою культурою бульбочкових бактерій. Водночас, не виявлено вірогідного позитивного впливу азоспірил, застосованих окремо, на досліджувані показники.

Ключові слова: *економічна і енергетична ефективність, Bradyrhizobium japonicum, Azospirillum brasilense, соя.*

Інокулянти на основі корисних ґрунтових мікроорганізмів здатні забезпечити формування ефективно функціонуючої рослинно-мікробної системи з високою продуктивністю [1]. Нашими попередніми дослідженнями показано, що комплексна передпосівна обробка насіння сої бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* і асоціативними діазотрофами *Azospirillum brasilense* сприяє збільшенню кількості й маси бульбочок, а також підвищенню активності азотфіксації у кореневій зоні рослин [2]. Доведено, що застосування змішаних культур азотфіксувальних мікроорганізмів дозволяє підвищити урожайність сої порівняно з інокуляцією чистою культурою бульбочкових бактерій.

Разом з тим, одним із основних критеріїв оцінки будь-якого виробничого засобу або агрозаходу є економічна ефективність від його застосування. Саме цим керується переважна частина аграрних товаровиробників при виборі певного товару серед великого різноманіття представлених на ринку інновацій.

Важливим вектором оцінки розробленої інновації, передусім в народногосподарському аспекті, є також аналіз її енергетичної ефективності, особливо з урахуванням того, що економічні показники не завжди можуть бути об’єктивними, оскільки знаходяться під впливом низки зовнішніх чинників (інфляційні процеси, кон’юнктура ринку тощо).

З цією метою нами досліджено вплив застосування різних інокулянтів на основі *B. japonicum* і *A. brasilense* у технології вирощування сої на основні показники економічної та енергетичної ефективності виробництва.

Матеріали і методи. В основу розрахунків покладено усереднені показники урожайності, які отримано у польових дослідах у 2011–2013 рр. Ефективність інокулянтів на основі *B. japonicum* М-8 [3], *A. brasilense* 18-2 [4], *A. brasilense* 410 [5], культивованих у чистих і змішаних культурах, перевіряли на сої сорту Легенда при вирощуванні на лучно-чорноземному ґрунті. Планування і проведення польових дослідів, облік урожаю та статистичну обробку одержаних даних здійснено згідно загальноприйнятих методик [6].

Схема польових дослідів:

1. Контроль (без бактеризації).
2. Передпосівна бактеризація насіння сої *B. japonicum* М-8.
3. Передпосівна бактеризація *A. brasilense* 410.
4. Передпосівна бактеризація *A. brasilense* 18-2.

© Ю. М. Халеп, С. Ф. Козар, 2016

5. Передпосівна бактеризація *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410.
6. Передпосівна бактеризація *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 18-2.

Визначення показників економічної ефективності здійснено за використання методик [7; 8] та загальноприйнятих методичних підходів, які ґрунтуються на порівнянні результатів від проведення певного агрозаходу із витратами на його застосування. З цією метою нами проаналізовано такі основні показники економічної ефективності: собівартість одиниці продукції, прибуток, рівень рентабельності виробництва, окупність додаткових витрат. Під час визначення витрат, пов'язаних із бактеризацією, нами враховано зміну не лише тих показників, які безпосередньо пов'язані з інокуляцією (прямі витрати: вартість інокулянту, витрати на проведення бактеризації, на доробку і транспортування додаткового урожаю тощо), а також і зміну накладних витрат, які при калькуляції собівартості продукції розподіляють пропорційно прямим. З цією метою розраховували повну собівартість продукції, оскільки прибуток, як один із кінцевих показників економічної ефективності, є різницею між ціною та повною собівартістю продукції. Застосування такого методологічного і методичного підходу дещо підвищує розрахунковий рівень витрат на бактеризацію, але, в той же час, сприяє об'єктивнішій оцінці економічної ефективності даного агрозаходу.

Оскільки польові дослідження проведено на порівняно невеликих ділянках, для визначення економічної ефективності різних варіантів досліду нами застосовано моделювання технологічних витрат в умовах виробничих масштабів із використанням типових технологій. Технологічні операції, витрати ресурсів і алгоритм калькуляції продукції прийнято відповідно до методики ННЦ «Інститут аграрної економіки» НААН [9; 10] із включенням додаткових витрат, пов'язаних із застосуванням досліджуваних інокулянтів. Ціни на ресурси і сільськогосподарську продукцію прийнято на середньому рівні 2015 р.

Для визначення енергетичної ефективності бактеризації витрати усіх видів матеріальних ресурсів та отриманий урожай переводили в енергетичні еквіваленти за методиками [11–14].

Результати та обговорення. Економічний аналіз застосування мікробних засобів поліпшення живлення сільськогосподарських культур свідчить, що, як правило, інокулянти є високоефективними за низкою показників, зокрема, за рентабельністю, собівартістю отримуваної продукції, окупністю додатковим прибутком додаткових витрат тощо. Основні показники економічної ефективності застосування інокулянтів на основі бульбочкових бактерій і азоспірил при виробництві зерна сої наведено в табл. 1.

Аналіз показників свідчить, що в усіх досліджуваних варіантах спостерігається прибуткове виробництво сої. Так, по контрольному варіанту рівень витрат із розрахунку на 1 га посівної площі складає 4884 грн., при цьому розрахунковий розмір виручки становить 15 018 грн./га і, відповідно, отримано прибутку у розмірі 10 134 грн./га, а рентабельність виробництва сягає 207,5 %. За бактеризації розмір витрат із розрахунку на одиницю площі зростає. Так, по варіанту із передпосівною обробкою насіння сої *B. japonicum* М-8 із розрахунку на 1 га витрачено 4990 грн., що на 2,2 % більше, ніж у контрольному варіанті. По варіанту із бактеризацією *A. brasilense* 410 ці показники становлять 4973 грн. або 1,8 % відповідно, по варіанту із бактеризацією *A. brasilense* 18-2 — 4971 грн. або 1,8 %, по варіанту із сумісною бактеризацією *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410 — 5007 грн. або 2,5 %, а по варіанту з комплексною бактеризацією *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 18-2 — 5000 грн. або 2,4 % відповідно. При цьому розрахунковий розмір виручки від реалізації зерна із розрахунку на 1 га змінюється пропорційно до зміни рівня урожайності.

При застосуванні інокулянта на основі чистої культури бульбочкових бактерій виручка становить 18 411 грн./га, при застосуванні азоспірил вона коливалася в межах 14 873–15 379 грн./га, а при комплексній бактеризації діазотрофами знаходилась у межах 20 072–21 371 грн./га. Під впливом зміни витрат та виручки змінюються і показники прибутковості виробництва. Так, по варіанту з *B. japonicum* М-8 розмір прибутку із розрахунку на 1 га посівної площі становить 13 421 грн., а рівень рентабельності — 269,0 %. По варіанту з *A. brasilense* 410 ці показники складають 10 406 грн. та 209,2 % відповідно, по варіанту *A. brasilense* 18-2 —

Таблиця 1. ***Основні показники економічної ефективності передпосівної бактеризації діазотрофами B. japonicum і A. brasilense при виробництві зерна сої сорту Легенда***

Показники		Контроль (без бактеризації)	Передпосівна бактеризація насіння сої *B. japonicum* М-8	Передпосівна бактеризація *A. brasilense* 410	Передпосівна бактеризація *A. brasilense* 18-2	Передпосівна бактеризація *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410	Передпосівна бактеризація *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 18-2
Урожайність	т/га	2,08	2,55	2,13	2,06	2,96	2,78
	у % до контролю	×	122,6	102,4	99,0	142,3	133,7
Витрати на 1 га (повна собівартість)	грн.	4884	4990	4973	4971	5007	5000
	у % до контролю	×	102,2	101,8	101,8	102,5	102,4
Собівартість 1 т продукції, грн.		2348	1957	2335	2413	1692	1798
Виручка від реалізації на 1 га, грн.		15 018	18 411	15 379	14 873	21 371	20 072
Прибуток на 1 га, грн.		10 134	13 421	10 406	9902	16 364	15 072
Рівень рентабельності, %		207,5	269,0	209,2	199,2	326,8	301,4
Окупність додатковим прибутком додаткових витрат, грн./грн.		×	31,01	3,06	–2,67	50,65	42,57

9902 грн. та 199,2 %, по варіанту з *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410 — 16 364 грн. та 326,8 %, по варіанту *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 18-2 — 15 072 грн. та 301,4 % відповідно.

Результати порівняльного аналізу свідчать, що економічна ефективність досліджуваних інокулянтів по відношенню до контрольного варіанту залежить від отриманого приросту урожайності при передпосівній бактеризації і відповідних витратах. У варіантах, де інокулянт містив бульбочкові бактерії сої, спостерігається значне випередження темпів росту урожайності у порівнянні з витратами. Результатом є зменшення собівартості продукції. При цьому пропорційно до урожайності зростає і розмір виручки із розрахунку на 1 га, тобто збільшується дохідна частина. За комплексного впливу зазначених чинників зростає прибутковість виробництва, а окупність кожної додаткової гривні, витраченої на застосування інокулянтів, становить 31,01–50,65 грн. додаткового прибутку. Найвищим рівнем економічної ефективності характеризується варіант з комплексною передпосівною бактеризацією *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410.

У той же час слід зазначити, що по варіанту з використанням лише *A. brasilense* 410 спостерігається незначна різниця між приростом урожайності та витратами, тому і рівень економічної ефективності є мінімальним, а по варіанту з іншим штамом азоспірил зростання витрат супроводжується незначним зменшенням урожайності — в результаті отримано погіршення економічних показників у порівнянні із контрольним варіантом.

Основні показники енергетичної ефективності виробництва зерна сої при застосуванні інокулянтів на основі чистих і змішаних культур наведено в табл. 2.

Таблиця 2. ***Основні показники енергетичної ефективності передпосівної бактеризації діазотрофами B. japonicum і A. brasilense при виробництві зерна сої сорту Легенда***

Показники		Контроль (без бактеризації)	Передпосівна бактеризація насіння сої *B. japonicum* М-8	Передпосівна бактеризація *A. brasilense* 410	Передпосівна бактеризація *A. brasilense* 18-2	Передпосівна бактеризація *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410	Передпосівна бактеризація *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 18-2
Витрати антропогенної енергії	МДж/га	10 886	11 173	10 973	10 940	11 369	11 283
	у % до контролю	×	102,6	100,8	100,5	104,4	103,6
Енергія господарськи цінної частини урожаю (зерно), МДж/га		37 652	46 160	38 557	37 290	53 582	50 324
Коефіцієнт енергетичної ефективності (по зерну)		3,46	4,13	3,51	3,41	4,71	4,46
Коефіцієнт енергетичної ефективності додаткових витрат енергії (по зерну)		×	29,62	10,38	–6,72	33,01	31,93

Із матеріалів табл. 2 можна зробити висновок, що усі представлені варіанти вирощування сої в цілому забезпечують досить високий рівень енергетичної ефективності виробництва. Так, по контрольному варіанту при витратах антропогенної енергії у розмірі 10 886 МДж із розрахунку на 1 га посівної площі енерговміст отриманого зерна становить 37 562 МДж, відповідно, коефіцієнт енергетичної ефективності дорівнює 3,46. У варіанті із застосуванням інокулянта на основі чистої культури бульбочкових бактерій ці показники складають, відповідно, 11 173 МДж, 46 160 МДж та 4,13; у варіанті з *A. brasilense* 410 — 10 973 МДж, 38 557 МДж та 3,51; у варіанті з *A. brasilense* 18-2 — 10 940 МДж, 37 290 МДж та 3,41; у варіанті з комплексною бактеризацією *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410 — 11 369 МДж, 53 582 МДж та 4,71; а з бактеризацією *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 18-2 — 11 283 МДж, 50 324 МДж та 4,46.

За результатами порівняльного аналізу та співставлення їх із даними табл. 1 можна зробити висновок щодо подібності тенденцій економічної та енергетичної ефективності досліджуваних інокулянтів. Так, у варіантах з інокулянтами на основі *B. japonicum* М-8, як у чистій культурі, так і в комплексі з азоспірилами, спостерігається значне відставання темпів росту витрат антропогенної енергії у порівнянні зі збільшенням урожайності. В результаті коефіцієнти енергетичної ефективності (відношення енергії врожаю зерна до загальних витрат антропогенної енергії на його отримання) по даних варіантах є набагато вищими порівняно з контролем, а додаткові витрати енергії, пов’язані із застосуванням інокулянтів, у 29,62–33,01 разів окупаються енергією додаткового урожаю. У той же час варіант з *A. brasilense* 410 характеризується значно меншим рівнем енергетичної ефективності при вирощуванні сої у порівнянні з вище зазначеними варіантами, а за коефіцієнтом енергетичної ефективності лише незначно перевищує контрольний варіант. По варіанту з *A. brasilense* 18-2 спостерігається погіршення показників енергетичної ефективності порівняно з контролем.

Узагальнюючи проведений аналіз впливу передпосівної бактеризації на економічну та енергетичну ефективність виробництва

сої, слід зазначити, що різні варіанти інокулянтів на основі бульбочкових бактерій *B. japonicum* і асоціативних діазотрофів *A. brasilense* демонструють неоднакові результати. Так, варіанти, де застосовували комплексну бактеризацію, характеризуються вищим рівнем як економічної, так і енергетичної ефективності порівняно з варіантом без інокуляції та варіантом з чистою культурою бульбочкових бактерій, при цьому найвищий рівень ефективності забезпечує сумісне використання *B. japonicum* М-8 і *A. brasilense* 410. Зазначене є результатом відставання росту витратної частини, пов'язаної із застосуванням інокулянтів на основі зазначених мікроорганізмів, порівняно зі збільшенням урожайності зерна. У той же час не виявлено позитивного впливу *A. brasilense*, застосованих окремо, на досліджувані показники, або він був мінімальним.

1. Мікробні препарати в землеробстві. Теорія і практика / [В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська та ін.]. — К. : Аграрна наука, 2006. — 312 с.

2. Козар С. Ф. Вплив комплексної бактеризації на продуктивність сої / С. Ф. Козар // Вісник аграрної науки. — 2015. — № 5. — С. 49–53.

3. Пат. 39545 А Україна, МПК6 C12N 1/20, C12R 1/41, C05F 11/08, A01N 63/00, A01P 21/00, A01C 1/06. Штам бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* M-8 kirchner, який використовують для приготування бактеріального препарату, що підвищує урожайність сої / М. З. Толкачов, В. П. Патика, І. О. Каменєва, Л. Ю. Грітчіна ; заявник і патентовласник: Південний філіал Інституту сільськогосподарської мікробіології Української академії аграрних наук. — № 2000105680, заявл. 06.10.2000 ; опубл. 15.06.2001, бюл. № 5.

4. А. с. 1796603 СССР, МКИ C05F 11/08, C12N 1/12. Штамм бактерий *Azospirillum brasilense* для производства бактериального удобрения под кострец безостый / [В. В. Волкогон, Н. Н. Мальцева, Л. И. Онищенко и др.]. — опубл. 23.02.93, бюл. № 7.

5. Пат. 40542 Україна, МПК C05F 11/08, C12N 1/20. Штам бактерій *Azospirillum brasilense* для виробництва бактеріального добрива під гречку / В. І. Лохова, О. В. Надкернична ; заявник і патентовласник: Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської мікробіології УААН, № 4323845/SU, заявл. 02.11.1987 ; опубл. 16.07.2001, бюл. № 6.

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М. : Колос, 1985. — 376 с.

7. Методика випробування і застосування пестицидів / [С. О. Трибель, Д. Д. Січкарьова, М. П. Секунд та ін.] ; за ред. С. О. Трибеля. — К. : Світ, 2001. — 448 с.

8. Определение экономической эффективности в земледелии и животноводстве разработок по сельскохозяйственной микробиологии (методические рекомендации). — Чернигов : УкрНИИСХМ УААН, 1991. — 98 с.

9. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві: теорія, методологія, практика. Т. 1. Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур / за ред. П. Т. Саблука, Ю. Ф. Мельника, М. В. Зубця, В. Я. Месель-Веселяка. — К., 2008. — 698 с.

10. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві: теорія, методологія, практика. Т. 2. Нормативна собівартість і ціни на сільськогосподарську продукцію / за ред. П. Т. Саблука, Ю. Ф. Мельника, М. В. Зубця, В. Я. Месель-Веселяка. — К., 2008. — 650 с.

11. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації / Ю. О. Тараріко, О. Є. Несмашна, Л. Д. Глущенко. — К. : Нора-прінт, 2001. — 60 с.

12. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (Науково-методичне забезпечення) / [Ю. О. Тараріко, О. М. Несмашна, Л. Д. Глущенко та ін.]. — К. : Аграрна наука, 2005. — 200 с.

13. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / под ред. Е. И. Базарова, Е. В. Глинки. — М., 1983. — 45 с.

14. Жученко А. А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве / А. А. Жученко, Э. Ф. Казанцев, В. Н. Афанасьев. — Кишинёв : Штиинца, 1983. — 82 с.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИ ЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ БАКТЕРИЗАЦИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОИ

Ю. Н. Халеп, С. Ф. Козар

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, г. Чернигов

Приведены результаты исследований эффективности предпосевной обработки семян сои инокулянтом на основе клубеньковых бактерий Bradyrhizobium japonicum и ассоциативных диазотрофов Azospirillum brasilense по основным экономическим и энергетическим показателям. Установлено, что высокие уровни исследуемых показателей достигаются при использовании смешанных культур азотфиксирующих микроорганизмов. Высокую экономическую и энергетическую эффективность также наблюдали при инокуляции сои чистой культурой клубеньковых бактерий. В то же время, не выявлено достоверного положительного влияния азоспирилл, применённых отдельно, на исследуемые показатели.

Ключевые слова: *экономическая и энергетическая эффективность, Bradyrhizobium japonicum, Azospirillum brasilense, соя.*

ECONOMIC AND ENERGETIC EFFICIENCY OF COMPLEX BACTERIZATION IN SOYBEAN CULTIVATION

Y. M. Khalep, S. F. Kozar

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv

The results of efficiency studies by major economic and energetic parameters of pre-treatment of soybean with inoculants based on rhizobia Bradyrhizobium japonicum and associative diazotrophs Azospirillum brasilense are provided. It was established that the highest levels of the studied parameters are achieved using mixed cultures of nitrogen fixing microorganisms. The high economic and energetic efficiency was also observed during inoculation of soybean with rhizobia pure culture. However, no significant positive impact of A. brasilense applied separately was found in terms of studied parameters.

Key words: *economic and energetic efficiency, Bradyrhizobium japonicum, Azospirillum brasilense, soybean.*