Сільськогосподарська мікробіологія. 2020. Вип. 31. С. 64–71.
ISSN 1997-3004

https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.64-71
УДК 579.64:602.3:631.847.211:635.657

ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БАКТЕРИЗАЦІЇ НУТУ ШТАМОМ *MESORHIZOBIUM CICERI* ND-64

О. В. Логоша, Ю. М. Халеп, Ю. О. Воробей

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна; e-mail: olga.logosha94@gmail.com

Мета. *Дослідити вплив інокуляції насіння нуту суспензією штаму Mesorhizobium ciceri ND-64 на урожайність культури, розрахувати економічну та біоенергетичну ефективність бактеризації насіння.* ***Методи.*** *Мікробіологічні, польового досліду, економічні, статистичні.* ***Результати.*** *Показано, що передпосівна інокуляція насіння нуту штамом M. ciceri ND-64 за вирощування цієї культури в умовах Полісся України сприяла підвищенню ефективності бобово-ризобіального симбіозу. Впродовж трьох років досліджень відзначали підвищення структурних показників: кількість бобів на рослині — на 15–42 %, насінин з рослини — на 12–32 %, маси насінин з рослини — на 12–37 %, маси 1000 насінин — на 6–9 % щодо позитивного (з інокуляцією референтним штамом M. ciceri H-12) та абсолютного (без інокуляції) контролів відповідно. Урожайність нуту сорту Пам'ять зростала на 12,8–26,5 %. Розмір прибутку за використання для бактеризації насіння бактеріальної суспензії M. ciceri ND-64 із розрахунку на 1 га посівної площі складав 10 795 грн, а рівень рентабельності становив 106,1 %. Окупність кожної гривні додаткових витрат додатковим прибутком становила 19,43 грн за інокуляції M. ciceri H-12 та 30,88 грн за використання M. ciceri ND-64. При витратах антропогенної енергії у розмірі 10 479 МДж у варіанті з бактеризацією M. ciceri ND-64 із розрахунку на 1 га посівної площі енерговміст отриманого зерна становив 26 181 МДж, відповідно, коефіцієнт енергетичної ефективності складав 2,50. Додаткові витрати енергії, пов'язані із застосуванням M. ciceri ND-64, у 16,56 разів окупалися енергією додаткового урожаю.* ***Висновки.*** *Застосування M. ciceri ND-64 для передпосівної інокуляції насіння нуту сорту Пам'ять забезпечило підвищення кількості насінин з рослини на 42 %, маси насінин з рослини на 32 %, маси 1000 насінин на 9 % та зростання врожайності культури на 26,5 % щодо контролю за вирощування культури в зоні Полісся впродовж трьох років досліджень. Економічна та енергетична ефективність застосування передпосівної бактеризації M. ciceri ND-64 за усіма показниками є ефективнішою, якщо порівняти з інокуляцією M. ciceri H-12.*

Ключові слова: *біоенергетична ефективність, економічна ефективність, інокуляція, нут, Mesorhizobium ciceri, урожайність.*

Вступ. За вирощування зернобобових культур дедалі більшого значення набувають мікробні препарати на основі корисних ґрунтових мікроорганізмів, які підвищують продуктивність рослин та родючість ґрунтів. Застосування біологічних інокулянтів на основі ризобій у виробництві бобових культур дозволяє підвищувати врожайність та знижувати собівартість продукції. Бульбочкові бактерії, завдяки механізмам біологічної фіксації молекулярного азоту та перетворенню його в доступну для рослин форму, здатні значною мірою забезпечувати потреби культур у цьому елементі.

Однією з найпоширеніших бобових культур у світі є нут, який за посівними площами посідає третє місце. Насіння нуту за доступністю та кількістю амінокислот, особливо метіоніну та триптофану, переважає інші бобові культури і є важливим джерелом

© О. В. Логоша, Ю. М. Халеп, Ю. О. Воробей, 2020

рослинного білка, що обумовлює важливе значення цієї культури у харчовій промисловості [1; 2]. Основними виробниками та споживачами продукції цієї культури є країни з посушливим кліматом [3; 4], що пов'язано з високою посухостійкістю рослин.

Площі посівів нуту в Україні зосереджено здебільшого у південних регіонах країни, але зміна погодних умов сприяє їх розширенню в центральних та навіть північних областях [5; 6].

Вирощування нуту в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, особливо в нових районах, передбачає включення до технологій такого агрозаходу, як передпосівна бактеризація насіння активними та високоефективними штамами *Mesorhizobium ciceri*, що сприятиме реалізації симбіотичного потенціалу рослин, підвищенню стійкості до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов та зростанню урожайності [7; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технології вирощування нуту добре вивчені для Степової та Лісостепової зони. Оцінку економічної та біоенергетичної ефективності цих технологій було проведено багатьма вітчизняними вченими, зокрема Каленською С. М. [9], Дідович С. В. [10]. У зоні Полісся подібні дослідження раніше не проводили.

Матеріали і методи. Польові дослідження виконували в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН у 2017–2019 роках за такою схемою:

1. Контроль (без інокуляції).
2. Інокуляція *M. ciceri* Н-12.
3. Інокуляція *M. ciceri* ND-64.

M. ciceri Н-12 — референтний штам, який нині використовується у виробництві [11]. *M. ciceri* ND-64 — новий штам, виділений нами з кореневих бульбочок рослин нуту сорту Пам'ять, відібраних в Одеській області [12]. Для польових дослідів використовували насіння нуту сорту Пам'ять. Ґрунт — чорнозем вилугуваний неглибокий легкосуглинковий на лесовидних суглинках (вміст гумусу в орному шарі — 3,01 %, рухомих форм фосфору — 210–240 мг P_2O_5, обмінного калію (за Кірсановим) — 160–170 мг K_2O на 1 кг ґрунту, pH водне — 6,5).

Розрахунок показників економічної ефективності вирощування нуту за впливу інокуляції насіння біопрепаратами проведено за використання методик [13; 14] та методичних підходів, що ґрунтуються на порівнянні результатів застосування певного агрозаходу із витратами на його проведення. Досліджено такі основні показники економічної ефективності: собівартість одиниці продукції, прибуток, рівень рентабельності виробництва, окупність додаткових витрат. У процесі обчислення витрат, пов'язаних із застосуванням мікробних препаратів, нами враховано зміну як тих показників, що безпосередньо пов'язані з інокуляцією (прямі витрати: вартість препарату, витрати на проведення бактеризації, на доробку і транспортування додаткового урожаю тощо), так і зміну накладних витрат, які під час калькулювання собівартості продукції розподіляють пропорційно прямим. З цією метою розраховано 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 застосування препаратів, але водночас сприяє об'єктивнішій оцінці економічної ефективності досліджуваних агрозаходів.

Оскільки польові дослідження проведено на невеликих за розмірами ділянках, для визначення економічної ефективності різних варіантів досліду нами застосовано моделювання технологічних витрат в умовах виробничих масштабів за використання типових технологій вирощування нуту. За такої умови основні агротехнічні операції змодельовано згідно з методичними рекомендаціями і науковими статтями [9; 15–16], нормативи витрат ресурсів і алгоритм калькулювання продукції прийнято згідно з методикою ціноутворення і нормативних витрат [17; 18] із включенням додаткових операцій та витрат, пов'язаних із застосуванням досліджуваних мікробних препаратів. Ціни на основні види ресурсів та сільськогосподарську продукцію прийнято на середньому рівні 2018 р. згідно зі статистичними даними.

Для розрахунку основних показників енергетичної ефективності застосування досліджуваних засобів інокуляції насіння нуту витрати усіх видів використаних ресурсів та отримана продукція було переведено в енер-

гетичні еквіваленти згідно з методиками біоенергетичної оцінки [19; 20].

Результати та їх обговорення. В умовах польових дослідів, проведених у зоні Полісся (дослідне поле Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, в ґрунті якого відсутня аборигенна популяція ризобій нуту), було показано, що інокуляція насіння *M. ciceri* ND-64 сприяє підвищенню структурних показників урожаю цієї культури. Так, у середньому за три роки досліджень спостерігали зростання кількості бобів на рослині — на 15–42 %, насінин з рослини — на 12–32 %, маси насінин з рослини — на 12–37 %, маси 1000 насінин — на 6–9 % щодо позитивного (з інокуляцією *M. ciceri* H-12) та абсолютного (без інокуляції) контролів відповідно (табл. 1).

Інокуляція насіння нуту суспензією штаму *M. ciceri* ND-64 сприяла вірогідному збільшенню врожайності рослин нуту. Середній приріст (за три роки) становив 0,31 т/га або 26,5 %, що на 12,8 % перевищував прибавку в позитивному контролі (табл. 2).

Основні показники економічної ефективності застосування для інокуляції насіння штамів *M. ciceri* у виробництві нуту наведено в табл. 3.

Аналіз зазначених показників свідчить, що в усіх досліджуваних варіантах виробництво нуту виявилося прибутковим. Так, у контрольному варіанті розмір витрат із розрахунку на 1 га посівної площі склав 10 039 грн, водночас розрахунковий розмір виручки становив 16 579 грн/га і, відповідно, отримано прибутку у розмірі 6540 грн/га, а рівень рентабельності виробництва сягав 65,1 %. За проведення інокуляції насіння суспензіями досліджуваних штамів розмір витрат із розрахунку на одиницю посівної площі зростав. Так, у варіанті з використанням штаму *M. ciceri* H-12 із розрахунку на 1 га витрачено 10 150 грн, що на 1,1 % більше, ніж у контрольному варіанті. У варіанті з інокуляцією *M. ciceri* ND-64 ці показники становили 10 177 грн (зростання на 1,4 %). Розрахунковий розмір виручки від реалізації зерна нуту з розрахунку на 1 га змінювався пропорційно до зміни рівня урожайності. Так, за інокуляції *M. ciceri* H-12 виручка становила 18 846 грн/га, а за використання *M. ciceri* ND-64 — 20 972 грн/га. Відповідно до зміни витрат та виручки змінюються і показники прибутковості виробництва. Так, у варіанті з інокуляцією *M. ciceri* H-12 розмір прибутку з розрахунку на 1 га посівної площі склав 8696 грн, а рівень рентабельності — 85,7 %. За інокуляції насіння *M. ciceri* ND-64 ці показники становили 10 795 грн та 106,1 % відповідно.

За результатами порівняльного аналізу виявлено, що зміна показників економічної ефективності застосування досліджуваних штамів щодо контрольного варіанту залежить від отриманого приросту урожайності

Таблиця 1. ***Вплив інокуляції насіння нуту на структурні показники врожаю культури***

Варіанти досліду	Кількість бобів, од./рослину	Кількість насінин, од./рослину	Маса насіння, г/рослину	Маса 1000 насінин, г
Контроль (без інокуляції)	29,92	22,94	5,64	255
Інокуляція *M. ciceri* H-12	36,92	27,07	6,95	264
Інокуляція *M. ciceri* ND-64	42,49	30,24	7,73	278
$НІР_{05}$	33,28	26,13	5,34	61

Таблиця 2. ***Вплив інокуляції насіння штамами M. ciceri на врожайність нуту***

Варіанти досліду	Врожайність, т/га				Приріст	
	2017 р.	2018 р.	2019 р.	середнє	т/га	%
Контроль (без інокуляції)	1,12	1,24	1,15	1,17	–	–
Інокуляція *M. ciceri* H-12	1,26	1,45	1,29	1,33	0,16	13,7
Інокуляція *M. ciceri* ND-64	1,37	1,59	1,48	1,48	0,31	26,5
$НІР_{05}$	0,15	0,08	0,14	–	–	–

Таблиця 3. ***Економічна ефективність застосування інокулянтів за вирощування нуту***

Показники	Контроль	Інокуляція *M. ciceri* H-12			Інокуляція *M. ciceri* ND-64		
		значення	відхилення, +/–		значення	відхилення, +/–	
			абсолютне	відносне, %		абсолютне	відносне, %
Урожайність, т/га	1,17	1,33	+0,16	+13,7	1,48	+0,31	+26,5
Розрахункові витрати на 1 га, грн	10 039	10 150	+111	+1,1	10 177	+138	+1,4
Собівартість 1 т, грн	8580	7631	–949	–11,1	6876	–1704	–19,9
Розрахункова виручка на 1 га, грн	16 579	18 846	+2267	+13,7	20972	+4393	+26,5
Розрахунковий прибуток на 1 га, грн	6540	8696	+2156	+33,0	10795	+4255	+65,1
Розрахунковий рівень рентабельності, %	65,1	85,7	+20,6 в. п.	×	106,1	+41,0 в. п.	×
Окупність додаткових витрат по прибутку, грн/грн	×	19,43	×	×	30,88	×	×

та відповідних витрат. В обох дослідних варіантах спостерігали значне випередження темпів росту урожайності проти витрат. Результатом є зменшення собівартості продукції. Водночас пропорційно до урожайності зростав і розмір виручки із розрахунку на 1 га, відповідно збільшувалася і дохідна частина. За поєднаного впливу зазначених факторів зростала прибутковість виробництва нуту, а окупність кожної гривні додаткових витрат, пов'язаних із застосуванням досліджуваних штамів, додатковим прибутком становила 19,43 грн за інокуляції *M. ciceri* H-12 та 30,88 грн за використання *M. ciceri* ND-64.

Основні показники енергетичної ефективності виробництва зерна нуту в контрольному та дослідних варіантах наведено в табл. 4.

Таблиця 4. ***Основні показники енергетичної ефективності застосування інокулянтів при вирощуванні нуту***

Показники	Контроль	Інокуляція *M. ciceri* H-12			Інокуляція *M. ciceri* ND-64		
		значення	відхилення, +/–		значення	відхилення, +/–	
			абсолютне	відносне, %		абсолютне	відносне, %
Урожайність, т/га	1,17	1,33	0,16	13,7	1,48	0,31	26,5
Витрати антропогенної енергії на 1 га, МДж	10 148	10 350	202	2,0	10 479	331	3,3
Витрати антропогенної енергії на 1 т зерна, МДж	8674	7782	–892	–10,3	7081	–1593	–18,4
Енерговміст урожаю, МДж/га	20 697	23 528	2830	13,7	26 181	5484	26,5
Коефіцієнт енергетичної ефективності	2,04	2,27	0,23	11,5	2,50	0,46	22,5
Коефіцієнт енергетичної ефективності додаткових витрат енергії	×	14,04	×	×	16,56	×	×

За результатами аналізу даних табл. 4 можна зробити висновок, що всі представлені варіанти вирощування нуту загалом демонструють досить високий рівень енергетичної ефективності щодо енерговмісту отриманої продукції до енерговитрат на її виробництво. Так, у контрольному варіанті за витрат антропогенної енергії у розмірі 10 148 МДж із розрахунку на 1 га посівної площі енерговміст отриманого зерна становить 20 697 МДж, відповідно й коефіцієнт енергетичної ефективності складає 2,04. За застосування *M. ciceri* H-12 для інокуляції насіння ці показники складають, відповідно, 10 350 МДж, 23 528 МДж та 2,27, а за інокуляції *M. ciceri* ND-64 — 10 479 МДж, 26 181 МДж та 2,50. Водночас результати порівняльного аналізу наведених показників свідчать, що у варіантах із застосуванням для інокуляції суспензій бактерій *M. ciceri* спостерігається значне відставання темпів росту витрат антропогенної енергії із розрахунку на 1 га посівної площі, якщо порівняти зі збільшенням урожайності, та, відповідно, енерговмісту отриманої продукції. У результаті коефіцієнти енергетичної ефективності в цих варіантах є значно вищими проти контролю, а додаткові витрати енергії, пов'язані із застосуванням бактеріальних суспензій у 14,04 (за інокуляції *M. ciceri* H-12) та 16,56 разів (за використання *M. ciceri* ND-64) окупаються енергією додаткового урожаю.

Висновки. Застосування для інокуляції насіння нуту сорту Пам'ять *M. ciceri* ND-64 забезпечило зростання кількості зерен з рослини (на 42 %), маси насінин з рослини (на 32 %) та врожайності культури (на 26,5 %) щодо контролю за вирощування в зоні Полісся впродовж трьох років досліджень.

Економічна та енергетична ефективність передпосівної бактеризації *M. ciceri* ND-64 за вирощування нуту за всіма показниками є ефективнішою, якщо порівняти з показниками, отриманими за інокуляції *M. ciceri* H-12 та у контрольному варіанті.

Рекомендуємо штам *M. ciceri* ND-64 для виробництва мікробних препаратів для інокуляції насіння нуту з метою формування ефективного бобово-ризобіального симбіозу та підвищення продуктивності культури.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Cobos M. J., Izquierdo I., Sanz M. A., Tomás A., Gil J., Flores F., Rubio J. Genotype and environment effects on sensory, nutritional, and physical traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Spanish journal of agricultural research.* 2016. V. 14(4). https://doi.org/10.5424/sjar/2016144-8719

2. Frias J., Vidal-Valverde C., Sotomayor S., Diaz-Pollan C., Urbano G. Influence of processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *European food research and technology*. 2000. V. 210. P. 340–345. http://doi.org/10.1007/s002170050560

3. Fierro M., Palmieri D., De Curtis F., Vitullo D., Rubio J., Gil J., Lima G., Millan T. Genetic andagronomic characterization of chickpea landraces for resistance to Fusarium oxysporum f. sp. ciceris. *Phytopathologia mediterranea.* 2019. V. 58(2). P. 239–248. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediter-10612

4. Olika E., Abera S., Fikre A. Physicochemical properties and effect of processing methods on mineral composition and antinutritional factors of improved chickpea (Cicer arietinum L.) varieties grown in Ethiopia. *International journal of food science*. 2019. V. 2019, 7 p. https://doi.org/10.1155/2019/9614570

5. Пасічник С. М. Скринінг зразків нуту з комплексом цінних господарських ознак. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип.113. С. 125–134. http://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134365

6. Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця — перспективні зернобобові культури для вирощування на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 104–107.

7. Логоша О. В., Воробей Ю. О., Усманова Т. О. Ефективність бактеризації насіння нуту сорту Скарб новим штамом Mesorhizobium ciceri. *Вісник аграрної науки*. 2019. Вип. 10. С. 32–36. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk2019010-05

8. Elias N. V., Herridge D. F. Naturalised populations of mesorhizobia in chickpea (Cicer arietinum L.) cropping soils: effects on nodule occupancy and productivity of commercial chickpea. 2014. *Plant and Soil*. № 387(1–2). P. 233–249. https://doi.org/10.1007/s11104-014-2298-z

9. Каленська С. М., Новицька Н. В., Барзо І. Т. Економічна ефективність вирощування нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. 2014. *Молодий вчений*. № 10(13). С. 18–20.

10. Дідович С. В. Формування та функціонування симбіозу Mesorhizobium ciceri – Cicer arietinum в агроценозах південного Степу України: автореф. дис. … канд. с.-г. наук / Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН, Чернігів, 2007.

11. Штам бульбочкових бактерій Mesorhizobium ciceri H-12, активний симбіотичний азотфіксатор, який використовують для приготування бактеріального препарату, що підвищує врожайність нуту: пат. 17664 Україна. МПК C12N 1/00, C12P 1/04, М. З. Толкачов, С. В. Дідович, І. О. Каменєва; заявник і патентовласник: Південний філіал Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН; заявл. 13.03.06; опубл. 16.10.06, Бюл. № 10.

12. Штам бульбочкових бактерій *Mesorhizobium ciceri* ND-64 (IMB-7835) для одержання бактеріального препарату під нут: пат. 141783 Україна. МПК C12N 1/02, C05F 11/08, О. В. Логоша, Ю. О. Воробей, Т. О. Усманова; заявник і патентовласник: Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України; заявл. 21.10.2019; опубл. 27.04.2020, Бюл. № 8.

13. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів / За ред. С. О. Трибеля. К. : Світ, 2001. 448 с.

14. Определение экономической эффективности в земледелии и животноводстве разработок по сельскохозяйственной микробиологии. Методические рекомендации. Ч. : УкрНИИСХМ УААН, 1991. 98 с.

15. Бушулян О. В., Січкар О. І. Сучасна технологія вирощування нуту. Методичні рекомендації. Одеса : СГІ-НЦНС, 2011. 32 с.

16. Бушулян О. В., Січкар О. І., Бабаянц О. В. Сучасна інтегрована система захисту посівів нуту. Методичні рекомендації. Одеса : СГІ-НЦНС, 2017. 26 с.

17. 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.

18. 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.

19. Тараріко Ю. О., Несмашна О. М., Глущенко Л. Д. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва. К. : Аграрна наука, 2005. 200 с.

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

Отримано 06.03.2020

https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.64-71
UDC 579.64:602.3:631.847.211:635.657

ECONOMIC AND BIOENERGY EFFICIENCY OF CHICKPEA BACTERIZATION BY *MESORHIZOBIUM CICERI* ND-64

O. V. Lohosha, Yu. M. Khalep, Yu. O. Vorobei

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv
e-mail: olga.logosha94@gmail.com

Objective. *Study the effect of chickpea seed inoculation with a suspension of Mesorhizobium ciceri ND-64 on crop yields, calculate the economic and bioenergy efficiency of seed bacterization.* ***Methods.*** *Microbiological, field experiment, economic, statistical.* ***Results.*** *It was shown that presowing inoculation of chickpea seeds with M. ciceri ND-64 during cultivation of this culture in Polissia of Ukraine conditions contributed to the increased efficiency of legume-rhizobial symbiosis. During three years of research there was an increase in structural parameters: the number of beans per plant — by 15–42 %, seeds from the plant — by 12–32 %, weight of seeds from the plant — by 12–37 %, weight of 1000 seeds — by 6–9 % relative to positive (with inoculation using reference strain of M. ciceri H-12) and absolute (without inoculation) controls, respectively. The yield of Pamiat variety chickpeas increased by 12.8–26.5 %. The amount of profit when bacterial suspension of M. ciceri ND-64 was applied for seed bacterization per 1 ha of sown area was UAH 10,795 and the level of profitability was 106.1 %. The payback of each hryvnia of additional costs with additional income was UAH 19.43 after inoculation with M. ciceri H-12 and UAH 30.88 after*

M. ciceri ND-64. With anthropogenic energy consumption of 10,479 MJ in the variant with bacterization using M. ciceri ND-64 per 1 ha of sown area, the energy content of the obtained grain was 26,181 MJ, respectively, the energy efficiency coefficient was 2.50. The additional energy costs associated with the use of M. ciceri ND-64 were 16.56 times paid back by the energy of the additional crop. ***Conclusion.*** *The use of M. ciceri ND-64 for pre-sowing inoculation of chickpea seeds of Pamiat variety provided an increase in the number of seeds from the plant by 42 %, weight of seeds from the plant by 32 %, weight of 1000 seeds by 9 % and increase crop yields by 26.5 % relative to control when the crop was cultivated in Polissia area during three years of research. All parameters of economic and energy efficiency of pre-sowing bacterization with M. ciceri ND-64 are more effective in comparison with inoculation using M. ciceri H-12.*

Key words: *bioenergy efficiency, economic efficiency, inoculation, chickpea, Mesorhizobium ciceri, yield.*

REFERENCES

1. Cobos, M. J., Izquierdo, I., Sanz, M. A., Tomás, A., Gil, J., Flores, F., & Rubio, J. (2016). Genotype and environment effects on sensory, nutritional, and physical traits in chickpea (Cicer arietinum L.). *Spanish journal of agricultural research, 14*(4). https://doi.org/10.5424/sjar/2016144-8719.

2. Frias, J., Vidal-Valverde, C., Sotomayor, S., Diaz-Pollan, C., & Urbano, G. (2000). Influence of processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *European food research and technology, 210,* 340–345. http://doi.org/10.1007/s002170050560.

3. Fierro, M., Palmieri, D., De Curtis, F., Vitullo, D., Rubio, J., Gil, J., Lima, G., & Millan, T. (2019). Genetic andagronomic characterization of chickpea landraces for resistance to Fusarium oxysporum f. sp. ciceris. *Phytopathologia mediterranea, 58*(2), 239–248. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediter-10612

4. Olika, E., Abera, S., & Fikre, A. (2019). Physicochemical properties and effect of processing methods on mineral composition and antinutritional factors of improved chickpea (Cicer arietinum L.) varieties grown in Ethiopia. *International journal of food science*, *2019,* 7. https://doi.org/10.1155/2019/9614570

5. Pasichnyk, S. M. (2018). Skryning zrazkiv nutu z kompleksom cinnyh gospodars'kyh oznak. [Screening of chickpeas samples with a complex of valuable economic features]. *Selekcija i nasinnyctvo – Breeding and seed production, 113,* 125–134 [in Ukrainian]. http://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134365

6. Petkevych, Z. Z., & Mel'nichenko, G. V. (2016). Nut, sochevycja — perspektyvni zernobobovi kul'tury dlja vyroshhuvannja na pivdni Ukrai'ny [Chickpeas, lentils are perspective leguminous crops for growing in the south of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo — Irrigated agriculture, 65*, 104–107 [in Ukrainian].

7. Logosha, O. V., Vorobej, Ju. O., & Usmanova, T. O. (2019). Efektyvnist' bakteryzacii' nasinnja nutu sortu Skarb novym shtamom *Mesorhizobium ciceri* [Efficiency of bacterization of chickpea seeds of the Treasure variety with a new strain of *Mesorhizobium ciceri*]. *Visnyk agrarnoi' nauky — Bulletin of agrarian science, 10,* 32–36 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk2019010-05

8. Elias, N. V., & Herridge, D. F. (2014). Naturalised populations of mesorhizobia in chickpea (Cicer arietinum L.) cropping soils: effects on nodule occupancy and productivity of commercial chickpea. *Plant and Soil*, *387(1-2),* 233–249. https://doi.org/10.1007/s11104-014-2298-z

9. Kalens'ka, S. M., Novyc'ka, N. V., & Barzo, I. T. (2014). Ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannja nutu v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ny [Economic efficiency of chickpea cultivation in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Molodyj vchenyj — Young scientist, 10(13),* 18–20 [in Ukrainian].

10. Didovych, S. V. (2007). Formation and functioning of symbiosis of Mesorhizobium ciceri – Cicer arietinum in agrocenoses of the southern steppe of Ukraine (Unpublished candidate thesis). Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv [in Ukrainian].

11. Pat. № 17664 UA, МПК S12N 1/00, S12P 1/04. Shtam bul'bochkovyh bakterij Mesorhizobium ciceri N-12, aktyvnyj symbiotychnyj azotfiksator, jakyj vykorystovujut' dlja prygotuvannja bakterial'nogo preparatu, shho pidvyshhuje vrozhajnist' nutu. Tolkachov, M. Z., Didovych, S. V., Kamenjeva, I. O., Publ. 16.10.06 [in Ukrainian].

12. Pat. № 141783 UA, МПК S12N 1/02, S05F 11/08. Shtam bul'bochkovyh bakterij Mesorhizobium ciceri ND-64 (IMB-7835) dlja oderzhannja bakterial'nogo preparatu pid nut. Logosha O. V., Vorobej Ju. O., Usmanova T. O. Publ. 27.04.2020 [in Ukrainian].

13. Trybel', S. O., Sigar'ova, D. D., Sekun, M. P., Ivashhenko, O. O. (Eds.). (2001). *Metodyka vyprobuvannja i zastosuvannja pestycydiv* [Methods of testing and application of pesticides]. K.: Svit [in

Ukrainian].

14. *Opredelenie ekonomicheskoy effektivnosti v zemledelii i zhivotnovodstve razrabotok po sel'skokhozyaystvennoy mikrobiologii*. (1991). Metodicheskie rekomendatsii. [The definition of economic efficiency in agriculture and livestock development of agricultural microbiology] Ch.: UkrNIISKhM UAAN [in Russian].

15. Bushuljan, O. V., & Sichkar, O. I. (2011). *Suchasna tehnologija vyroshhuvannja nutu* [Modern technology for growing chickpeas]. Metodychni rekomendacii'. Odesa: SGI-NCNS [in Ukrainian].

16. Bushuljan, O. V., Sichkar, O. I., & Babajanc, O. V. (2017). *Suchasna integrovana systema zahystu posiviv nutu* [Modern integrated system of protection of chickpea crops]. Metodychni rekomendacii'. Odesa: SGI-NCNS [in Ukrainian].

17. Sabluk, P. T., Melnik, Yu. F., Zubets, M. V, Mesel-Veselyak, V. Ya. (Eds.). (2008). *Cinoutvorennja ta normatyvni vytraty v sil's'komu gospodarstvi: teorija, metodologija, praktyka. T. 1. Teorija cinoutvorennja ta tehnologichni karty vyroshhuvannja sil's'kogospodars'kyh kul'tur* [Pricing and regulatory costs in agriculture theory, methodology, practice. T. 1. The theory of pricing and technological maps of cultivation of crops]. Kyiv [in Ukrainian].

18. Sabluk, P. T., Melnik, Yu. F., Zubets, M. V, Mesel-Veselyak, V. Ya., Mesel'-Veseljaka, V. Ja. (Eds.). (2008). *Cinoutvorennja ta normatyvni vytraty v sil's'komu gospodarstvi: teorija, metodologija, praktyka. T. 2. Normatyvna sobivartist' i ciny na sil's'kogospodars'ku produkciju* [Pricing and regulatory costs in agriculture theory, methodology, practice. T. 2. Regulatory cost and prices of agricultural products]. Kyiv [in Ukrainian].

19. Tarariko, Ju. O., Nesmashna, O. M., Glushhenko, L. D. (2005). *Bioenergetychna ocinka sil's'kogospodars'kogo vyrobnyctva* [Bioenergetic evaluation of agricultural production]. K.: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

20. Bazarova, E. I., Glinka, E. V. M. (Eds.). (1983). *Metodika bioenergeticheskoy otsenki tekhnologiy proizvodstva produktsii rastenievodstva* [Methods of bioenergy assessment of crop production technologies]. Moskva [in Russian].

Received 06.03.2020