

**В. Ф. Петриченко**, доктор сільськогосподарських наук

**С. Я. Кобак**, кандидат сільськогосподарських наук

**О. О. Темрієнко**

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН*

## **ОСОБЛИВОСТІ СИМБІОТРОФНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

*Наведено результати досліджень впливу бактеріальних препаратів Ризоактиву на основі штаму бульбочкових бактерій M-8 *Bradyrhizobium japonicum* та Фосфоентерину на основі штаму фосформабілізуючих бактерій 32-3 *Enterobacter nimipressuralis* і позакоренових підживлень водорозчинними добривами марки Омекс у поєднанні із гуматом калію у фазі 3-го трійчастого листка та повного цвітіння на продуктивність соєво-ризобіального симбіозу за наявності в ґрунті фонових популяцій ризобій сої. Визначено кількість біологічно фіксованого азоту (120,0—126,5 кг/га) та урожайність насіння сортів сої різної групи стиглості (2,69—2,80 т/га) за дії бактеріально-мінерального живлення. Виявлено, що бактеризація біопрепаратами Ризоактив та Фосфоентерин сприяє ефективній фіксації азоту з повітря і як наслідок збільшенню рівня урожайності насіння сої. Доведено, що в умовах Лісостепу Правобережного на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах бактеризація насіння біопрепаратами на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* та *Enterobacter nimipressuralis* у поєднанні із позакореновими підживленнями макро- та мікроелементами покращують фіксацію біологічного азоту з атмосфери на 69,0—71,1 кг/га та збільшують рівень урожайності насіння на 0,75—0,76 т/га, навіть на фоні ґрунтової популяції бульбочкових бактерій. Встановлена пряма залежність та сильні позитивні зв'язки між кількістю біологічно фіксованого азоту та урожайністю насіння сортів сої.*

**Ключові слова:** сорт, бактеризація, кількість біологічно фіксованого азоту, урожайність, насіння.

Однією з причин розбалансованості системи мінерального живлення сої є доступність елементів живлення, яка визначається вмістом їх розчинних форм. Фактори, що впливають на доступність елементів живлення рослин: реакція ґрунтового розчину, наявність цих елементів живлення в ґрунті, вологість ґрунту та сортові особливості. Від перебігу хімічних, фізико-хімічних та біологічних процесів у ґрунтовій системі залежить зниження доступності елементів за певної реакції ґрунтового розчину: утворення

нерозчинних сполук, зниження або збільшення рухливості елементів, збільшення конкуренції з іншими іонами.

Тому, впровадження в аграрне виробництво інтенсивних, з високим генетичним потенціалом сортів сої, потребує створення в кореневмісному шарі ґрунту високих концентрацій легкодоступних елементів живлення, зокрема сполук азоту, фосфору та інших. У зв'язку з цим посилення фіксації атмосферного азоту соєю у симбіозі з бульбочковими бактеріями та фосформобілізації виду *Bradyrhizobium japonicum* – один із екологічних та енергозберігаючих шляхів забезпечення рослин зв'язним азотом [1].

Одним із шляхів формування максимальної продуктивності сортів сої, в тому числі і симбіотичної, є розробка нових та удосконалення існуючих технологій вирощування цієї культури на основі бактеріально-мінерального живлення [2, 3]. Інокуляція насіння мікробними препаратами на основі азотфіксувальних та фосформобілізуючих бактерій, як елемент технології вирощування сої – це прямий шлях покращення азотного і фосфорного живлення її рослин. За оптимальних умов азотфіксації рослини сої можуть засвоювати від 70 до 280 кг/га атмосферного азоту, причому 20–35 % залишається в ґрунті з поживними та кореневими рештками [4, 5]. За рахунок ферментативної діяльності фосформобілізуючих мікроорганізмів, їх фізіологічної активності відбувається активне розчинення недоступних фосфатів ґрунту й засвоєння їх рослиною. У процесі метаболізму ці мікроорганізми продукують активні речовини (гормони, вітаміни тощо) і позитивно впливають на ріст і розвиток рослин та ризосферну мікрофлору [6, 7].

Крім цього, відсутність у кореневій зоні сільськогосподарських культур корисної специфічної мікрофлори провокує захоплення цієї екологічної ніші іншими нетиповими мікроорганізмами, в тому числі і фітопатогенними. З огляду на це, екологічна (як і економічна) доцільність інокуляції сої та інших сільськогосподарських культур не викликає сумніву [8].

Внесення повного мінерального добрива в ґрунт не завжди вирішує повністю проблему повного забезпечення потреби рослин у необхідних елементах мінерального живлення. У стресових ситуаціях (низькі або високі температури, нестача вологи тощо) засвоєння елементів живлення кореневою системою є недостатнім, що сповільнює темпи росту і розвитку рослин. Навіть, за оптимальної кількості в ґрунті доступних сполук макроелементів, їх засвоєння за несприятливих умов є недостатнім. Особливо знижується здатність засвоєння кореневою системою азоту. Їх нестача особливо загострюється в період формування генеративних органів. Внаслідок інтенсивного наростання вегетативної маси, вичерпуються запаси легкодоступних елементів живлення або їх засвоєння «не встигає за темпами росту рослин». Тому, в системі удобрення сої застосовують допоміжний спосіб застосування добрив у хелатних формах, що обумовлюється позакореневим (листяним) підживленням. Поглинання елементів здійснюється всіма надземними органами, включаючи листя, стебла, плоди

та ін. При цьому вони потрапляють безпосередньо в ту частину рослини, в якій, як правило, найбільш інтенсивніше проходять фізіологічні процеси, і саме там найчастіше зустрічається їх нестача. Слід відмітити, що ніякий інший захід не здатен так швидко і оперативно виправити дефіцит живлення рослин, як позакореневе підживлення [9, 10].

У зв'язку з цим, пошук шляхів створення оптимальних умов для інтенсивної азотфіксації та збільшення рівня урожайності насіння сої є важливою теоретичною проблемою, яка потребує наукового обґрунтування.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили упродовж 2015—2017 рр. в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах. Ґрунтовий покрив дослідних ділянок характеризувався середнім вмістом гумусу 2,66 % в орному шарі ґрунту, слабкою реакцією ґрунтового розчину рН 5,1—5,8, гідролітичною кислотністю в межах 1,86—2,16 мг-екв/100г ґрунту. При ступені насиченості основами 75—80 % сума вбирних основ складає 18,8—30,1 мг-екв /100 г ґрунту. Щільність складає 1,32 г/см<sup>3</sup>. Вміст рухомого фосфору становив 214 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 104 мг/кг ґрунту (за Чириковим), вміст азоту, що легко гідролізується 43,5 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом).

Передбачалось вивчення дії та взаємодії трьох факторів: А – сорт: Діадема Поділля (середньоранньостиглий), Оріана (ранньостиглий) (селекція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН); В – бактеризація насіння: без інокуляції, Ризоактив (2 л/т), Фосфоентерин (0,8 л/т), Ризоактив + Фосфоентерин; С – позакореневі підживлення: без підживлення, підживлення у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), підживлення у фазі повне цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), поєднання підживлень у фази 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та повне цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га).

Градація факторів 2 × 4 × 4, повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів систематичне. Площа облікової ділянки 25 м<sup>2</sup>, загальна площа ділянки 54 м<sup>2</sup>. Попередник – пшениця озима спельта. Система удобрення передбачала внесення фосфорних і калійних добрив (суперфосфат та калійна сіль) з розрахунку P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> під основний обробіток ґрунту та азотних у формі аміачної селітри (N<sub>30</sub>) під передпосівну культивуацію. Проводили протруєння насіння за 14 діб до сівби протруєнником Максим XL 035 FS (1 л/т насіння). Бактеризацію бактеріальними препаратами Ризоактив (*Bradyrhizobium japonicum* штам М-8) та Фосфоентерин (*Enterobacter nimipressuralis* штам 32-3) проводили за день до сівби. У період вегетації сої (фази 3-й трійчастий та повне цвітіння) на варіантах досліду згідно схеми проводили позакореневі підживлення добривами Омекс 3Х (0,5 л/га), Омекс Мікромакс (0,5 л/га), Агрогумат (0,5 л/га) (норма робочого розчину 250 л/га).

Омекс 3Х – містить: силіконовий прилипач з функцією реактивації; хелатуючий агент EDTA (етилендіамінтетраоцтової кислоти); комплекс

макро- та мікроелементів (N (амонійна і нітратна), P, K, Mg, S, Fe, Zn, Cu). Завдяки своїй унікальній формулі Омекс можливо застосовувати практично з усіма засобами захисту рослин, крім тих які містять фосегіл алюмінію. Виробник: г. КінгсЛінн, Англія.

Омекс Мікромакс – входить силіконовий прилипач з ефектом зволоження і реактивації; хелатуючий агент – EDTA; мікроелементи (Mg, S, Fe, Mn, B, Mo, Zn, Cu) у формі хелатів. Виробник: г. КінгсЛінн, Англія.

АгроГумат – містить чотири групи корисних ґрунтових мікроорганізмів: аммоніфікуючі, амілолітичні, педотрофи, уробактерії в кількості природного фону сапротелю; амінокислоти (треонін, метіонін, лізин, цистин та ін); вітаміни B1, B2, B3, B6, B12, C, Д, Е, РР провітамін А - каротіноди, фолієва кислота та ін.; ферменти, які каталізують окислювальні реакції і реакції гідролізу; білки, моно- і полісахариди, пектини, меланоїдіни, фітогормони. Виробник ТМ «Агрогумат».

Кількість фіксованого азоту визначали згідно методики Г. С. Посьпанова розрахунковим методом [11]. Облік врожаю – методом суцільного збирання і зважування насіння з кожної облікової ділянки із перерахунком на вологість 14 % [12]. Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим з використанням комп'ютерної програми Microsoft Exel [13].

**Результати досліджень.** Визначення кількості симбіотично фіксованого азоту соєю має важливе значення для сучасної аграрної науки, так як азот є основним біогенним елементом, який відіграє найважливішу роль у житті рослин і тварин. Відносний дефіцит зв'язаного азоту на поверхні Землі при практично невичерпному його запасі в атмосфері передбачає наявність певного етапу, що лімітує швидкість кругообігу даного елемента [14].

У середньому за три роки досліджень (2015—2017 рр.) найменшу кількість симбіотично фіксованого азоту відмічено на контрольному варіанті (без бактеризації насіння та позакореневих підживлень, проте на фоні ґрунтової популяції бульбочкових бактерій), як у сорту Оріана 51,0 кг/га, так і у сорту Діадема Поділля 55,4 кг/га (табл. 1).

Бактеризація насіння позитивно впливала на показник кількості фіксованого азоту посівами сої. Проведення обробки насіння сортів сої Ризоактивом забезпечувало підвищення кількості біологічно фіксованого азоту порівняно із контролем у середньому по досліді у сорту Оріана на 12,1 %, у сорту Діадема Поділля – на 10,9 %. Передпосівна обробка насіння тільки Фосфоентерином також позитивно впливала на цей показник, проте збільшення кількості фіксованого азоту було менше відповідно на 5,3 та 4,8 %. Це підтверджується попередніми дослідженнями, що аборигенні популяції бульбочкових бактерій суміщають з високою конкурентною здатністю слабку активність азотфіксації [15].

1. Кількість біологічно фіксованого азоту залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, кг/га (у середньому за 2015—2017 рр.) \*M ± m

Сорт	Позакореневі підживлення	Спосіб передпосівної обробки насіння							
		Без обробки		Ризоактив		Фосфоентерин		Ризоактив + Фосфоентерин	
Оріана	без підживлення	51,0	±13,0	58,8	±10,4	54,2	±13,5	62,3	±9,2
	у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3X 0,5л/га + Агрогумат 0,5 л/га	60,9	±13,7	66,0	±12,1	62,7	±7,5	70,0	±5,4
	у фазі цвітіння Омекс Мікромакс 0,5 л/га + Агрогумат 0,5 л/га	66,5	±13,6	71,0	±10,6	67,5	±5,4	76,0	±3,5
	у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3X 0,5л/га + Агрогумат 0,5 л/га та цвітіння Омекс Мікромакс 0,5 л/га + Агрогумат 0,5 л/га	70,0	±12,2	82,6	±8,7	77,2	±4,0	88,0	±4,8
Діадема Поділля	без підживлення	55,4	±17,7	62,3	±18,9	58,0	±18,3	68,6	±14,5
	у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3X 0,5л/га + Агрогумат 0,5 л/га	62,6	±15,9	70,5	±16,7	64,3	±17,3	75,7	±12,8
	у фазі цвітіння Омекс Мікромакс 0,5 л/га + Агрогумат 0,5 л/га	70,7	±16,5	77,7	±16,4	73,5	±10,8	85,9	±11,7
	у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3X 0,5л/га + Агрогумат 0,5 л/га та цвітіння Омекс Мікромакс 0,5 л/га + Агрогумат 0,5 л/га	80,0	±17,4	87,5	±17,2	85,8	±10,8	96,5	±11,8

Примітка \*M ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості

НІР<sub>0,05</sub> кг/га (у середньому за 2015—2017 рр.) А-5,2, В-7,3, С-7,3, АВ – 10,3; АС-10,3; ВС-14,6; АВС-20,6

Найбільш ефективним відмічено поєднання для передпосівної обробки насіння сої Ризоактиву і Фосфоентерину, що збільшувало кількість біологічно фіксованого азоту у сорту Оріана на 19,3 %, у сорту Діадема Поділля – на 21,6 % порівняно з контролем.

Обов'язковою умовою ефективної азотфіксації є наявність під час росту й розвитку сої достатньої кількості мікроелементів. Для задоволення потреб рослин сої мікроелементами, застосовують мікродобрива, які містять елементи живлення у доступній формі, що легко засвоюється.

Виявлено, що проведення двох позакореневих підживлень у фазі 3-го трійчастого листка та повне цвітіння добривами Омекс 3Х 0,5 л/га + Агрогумат 0,5 л/га та Омекс Мікромакс 0,5 л/га + Агрогумат 0,5 л/га підвищують фіксацію азоту у сортів Оріана на 40,5 % та Діадема Поділля – на 43,2 % порівняно із контролем.

Одноразові підживлення як у фазі 3-го трійчастого листка, так і у фазі повне цвітіння виявились менш ефективними та забезпечили збільшення кількості фіксованого азоту у сорту Оріана відповідно 14,7 та 24,2 %, у сорту Діадема Поділля – 11,8 та 26,0 %.

Максимальна кількість біологічного азоту у сортів Оріана 88,0 кг/га та Діадема Поділля 96,5 кг/га відмічено, де проводили бактеризацію насіння композицією Ризоактив + Фосфоентерин та два позакореневих підживлення у фазі 3-й трійчастий листок та повне цвітіння препаратами Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), що більше відповідно на 37,0 та 41,1 кг/га порівняно із контролем.

За результатами дисперсійного аналізу встановлено частку впливу від бактеризації насіння 16,7 % на рівень біологічно фіксованого азоту, частка від позакореневих підживлень становила 76,1 %. Вплив сорту на показник був найменшим і становив 4,1 %, інші – 3,1 %.

Застосування бактеризації насіння та позакореневих підживлень вплинуло не тільки на зміну кількості біологічно фіксованого азоту, але й на урожайність насіння сої. Виявлено аналогічний вплив цих чинників і на формування рівня урожайності насіння сої.

Максимальна урожайність насіння сої сорту Діадема Поділля (2,80 т/га) сформувалася на ділянках, де перед сівбою насіння сої обробляли інокулянтами Ризоактив + Фосфоентерин та проводили два позакореневі підживлення комплексними добривами Омекс XXX, Омекс Мікромакс та Агрогумат у фазі 3-го трійчастого листка та повного цвітіння, що більше на 0,76 т/га або 37,4 % порівняно з контролем. У сорту Оріана урожайність насіння була дещо нижчою і склала 2,69 т/га, що більше на 0,75 т/га або 38,8 % порівняно з контролем (табл. 2).

**2. Урожайність насіння сої залежно від бактеризації та позакоренових підживлень, т/га (у середньому за 2015—2017 рр.)**

Бактеризація	Позакореневі підживлення	Оріана			Діадема Поділля		
		Урожайність, т/га	Прибавка до контролю		Урожайність, т/га	Прибавка до контролю	
			т/га	%		т/га	%
Без обробки	1*	1,94	-	-	2,04	-	-
	2	2,12	0,18	9,5	2,24	0,20	9,6
	3	2,24	0,30	15,3	2,34	0,30	14,7
	4	2,35	0,41	21,0	2,46	0,42	20,4
Ризоактив	1	2,12	0,18	9,1	2,20	0,16	8,0
	2	2,32	0,38	19,4	2,43	0,39	19,0
	3	2,44	0,50	25,6	2,49	0,45	22,1
	4	2,54	0,60	30,9	2,61	0,57	27,8
Фосфо- ентерин	1	2,08	0,14	7,4	2,14	0,10	4,7
	2	2,31	0,37	18,9	2,39	0,35	17,3
	3	2,41	0,47	24,2	2,49	0,45	22,1
	4	2,51	0,57	29,6	2,59	0,55	27,1
Ризоактив + Фосфо- ентерин	1	2,21	0,27	13,9	2,29	0,25	12,4
	2	2,50	0,56	28,9	2,60	0,56	27,5
	3	2,59	0,65	33,3	2,69	0,65	31,9
	4	2,69	0,75	38,8	2,80	0,76	37,4

Примітка: А – сорт; В – бактеризація; С – позакореневі підживлення.

НР<sub>0,05</sub> т/га (у середньому за 2015—2017 рр.) А – 0,027; В – 0,039; С – 0,010; АВС – 0,111

\*1 – без підживлення (контроль); 2 – Омекс ХХХ (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) у фазі 3-й трійчастий листок; 3 – Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) у фазі повне цвітіння; 4 – Омекс ХХХ (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) у фазі 3-й трійчастий листок та повне цвітіння.

Серед способів бактеризації насіння сої найбільш ефективною виявилася композиція, яка включала бактеризацію насіння препаратами Ризоактив + Фосфентерин. Урожайність насіння сої сорту Оріана у середньому по досліді становила 2,50 т/га, сорту Діадема Поділля 2,60 т/га, що більше відповідно на 0,34 або 15,7 % та 0,33 т/га або 14,5 % порівняно з варіантом без передпосівної обробки насіння.

Дослідження Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН показали, що передпосівна обробка насіння сої фосформобілізуючими бактеріями забезпечила прибавку її урожайності на рівні 0,04—0,27 т/га або 1,9—12,6 % порівняно з варіантом, де проводили інокуляцію ризобіотом. Комплексна передпосівна обробка насіння сої фосформобілізуючими та азотфіксувальними штамами бактерій виявилась більш ефективною та забезпечила прибавку урожайності від 0,16 до 0,39 т/га або 8—19 % [16].

Встановлено високу ефективність позакоренових підживлень у посівах сої. Проведення подвійного позакоренового підживлення препаратами Омекс

XXX (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) у фазі 3-й трійчастий листок та Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) у фазі повне цвітіння забезпечило приривку урожайності насіння до контролю у сорту Оріана 0,43 т/га (20,6 %), у сорту Діадема Поділля 0,45 т/га (20,7 %).

Ефективність бактеризації різна і залежить від характеру взаємовідносин макро- і мікросимбіонта в кожному окремому випадку, комплексу екологічних умов, достатнього забезпечення макро- та мікроелементами. Слід відмітити, що соя має високу сортову специфічність до штаму бульбочкових бактерій, спонтанне зараження якими на наших ґрунтах мало ефективне. За результатами досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, які проводились впродовж 2001—2010 рр. виявлено, що найбільш адаптивними і комплементарними штамами бульбочкових бактерій в умовах Лісостепу Правобережного на сірих лісових ґрунтах є: 71-Т, 634 б, X-2, № 36 та № 22, які забезпечили найвищу урожайність насіння сої сорту Феміда 2,36—2,43 т/га та сорту Агат (2,81—2,84 т/га), що більше на 10,3—13,6 % порівняно з ділянками без інокуляції [17].

Відмічено сортову реакцію сої на обробку бактеріальним препаратом Ризоактив на основі штаму бульбочкових бактерій М-8. Сорт Діадема Поділля мав більшу з ним комплементарність, що обумовлюється кращими показниками біологічної фіксації азоту (62,3—96,5 кг/га) та урожайності насіння (2,20—2,80 т/га) порівняно із сортом Оріана (відповідно 58,8—88,0 кг/га та 2,12—2,69 т/га).

Виявлено позитивну пряму залежність між кількістю біологічно фіксованого азоту та урожайністю насіння сої. Тобто найвищий рівень урожайності насіння сортів сої, що досліджували відмічений на варіантах, де був найвищий показник кількості біологічно фіксованого азоту. Коефіцієнти кореляції становили у сорту Оріана  $r = 0,801$ , у сорту Діадема Поділля  $r = 0,784$ .

Ця залежність описується рівняннями лінійної регресії:

Сорт Оріана: $y_1 = 38,042 \cdot x_1 - 21,059$ , Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,641$	Сорт Діадема Поділля $y_2 = 43,738 \cdot x_2 - 32,627$ , Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,615$
--	--

де  $y_1, y_2$  – урожайність, т/га;  $x_1, x_2$  – кількість біологічно фіксованого азоту, кг/га.

**Висновки.** Доведено, що в умовах Лісостепу Правобережного на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах бактеризація насіння біопрепаратами на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* та *Enterobacter nimipressuralis* у поєднанні із позакореновими підживленнями макро- та мікроелементами покращують фіксацію біологічного азоту з атмосфери на 37,0—41,1 кг/га та збільшують рівень урожайності насіння на 0,75—0,76 т/га. Встановлена пряма залежність та сильні позитивні зв'язки між кількістю біологічно фіксованого азоту та урожайністю насіння сортів сої.



### Бібліографічний список

1. *Патыка В. Ф.* Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине / В. Ф. Патыка / Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Біологія. – 2014. – № 3 (60). – С. 10–15.
2. *Петриченко В. Ф.* Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. І. Колісник та ін. // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 10. – С. 15–19.
3. *Бабич А. О.* Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, С. І. Колісник, С. Я. Кобак та ін. // Корми і кормовиробництво. – 2011. – Вип. 69. – С. 113–121.
4. *Babych O. O.* The problem of photosynthesis and biological nitrogen fixation by leguminous crops / O. O. Babych, V. F. Petrychenko, F. F. Adamen / Bulletin of Agrarian Science. – 1996. – № 2. – С. 34–39.
5. *Patyka V. P.* Gel preparation risofobite for pre-sowing inoculation of soybean seeds. Guidelines; for ed. / V. P. Patyka, L. A. Pasechnik, N. V. Zhytkevych, T. T. Gnatyuk, G. B. Gulyaev, V. V. Krut, S. R. Zubachov, P. M. Halimonik, S. A. Shevchenko, V. P. Zhadan, O. O. Alekseev // Academician of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences. Kyiv: Print Kvik, 2017. – 16 с.
6. *Патика В. П.* Біологічний азот / В. П. Патика, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін. Київ: Світ, 2003. – 424 с.
7. *Токмакова Л. М.* Експериментальна ґрунтова мікробіологія / Л. М. Токмакова, В. В. Волкогон, О. В. Наджернична. Київ: Аграрна наука, 2010. – 464 с.
8. *Петриченко В. Ф.* Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист / В. Ф. Петриченко, В. П. Патика, Л. А. Пасічник та ін. Вінниця: Віндрук, 2016. – 106 с.
9. *Колісник С. І.* Шляхи оптимізації системи удобрення сої в умовах правобережного Лісостепу України / С. І. Колісник, О. М. Венедіктов, С. Я. Кобак // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 74. – С. 100–106.
10. *Петриченко В. Ф.* Соя / В. Ф. Петриченко, В. В. Лихочвор, С. В. Іванюк та ін. Вінниця: Діло, 2016. – 400 с.
11. *Посыпанов Г. С.* Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие / Г. С. Посыпанов. Москва: Агропромиздат, 1991. – С. 7–30.
12. *Єщенко В. О.* Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; За ред. В. О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.
13. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

14. *Волкогон В. В.* Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська та ін. Київ: Аграрна наука, 2006. – 312 с.

15. *Тихонович И. А.* Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов. Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2009. – 210 с.

16. *Колісник С. І.* Бактеріальні добрива для оптимізації азотного і фосфорного живлення сої, нуту, гороху, чини і сочевиці / С. І. Колісник, С. Я. Кобак, С. В. Дідович, М. П. Саєнко / Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 73. – С. 145–151.

17. *Kolisnyk S.* Inoculation as an element of energy saving in the cultivation technology of grain legumes under conditions of the Forest-Steppe of Ukraine /S. Kolisnyk, S. Kobak /Proceedings of the international scientific conference «Renewable energy and energy efficiency». Jelgava, Latvia, 28–30 of May 2012, 2012. – pp. 29–32.

*Надійшла до редколегії 22. 11. 2018 р.*

*Рецензенти С. І. Колісник, кандидат сільськогосподарських наук*