

УДК: 635.655:631.5

**СИМБІОТИЧНА
ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА
УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА
ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

О.О. ТЕМРІЄНКО, аспірант
Інститут кормів та сільського
господарства Поділля НААН

Вивчено вплив комплексного застосування інокуляції бактеріальними препаратами на основі азотфіксувальних та фосформобілізуєчих бактерій Ризоактив (2,0 л/т) + Фосфоентерин (0,8 л/т) та обробки посівів у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) на основні показники симбіотичної продуктивності посівів сої (кількість та маса активних бульбочок, активний симбіотичний потенціал) та урожайність насіння сортів сої різної групи стиглості: Оріана (ранньостиглий) і Діадема Поділля (середньоранньостиглий). Встановлено сильний позитивний зв'язок між факторами, що вивчались та показниками симбіотичної продуктивності ($r = 0,889-0,953$). Максимальні показники симбіотичного апарату рослин сої та урожайність насіння сорту Оріана (2,69 т/га) і сорту Діадема Поділля (2,80 т/га) було одержано на ділянках, де проводили подвійну інокуляцію насіння бактеріальними препаратами Ризоактив (2,0 л/т) + Фосфоентерин (0,8 л/т) та позакореневі підживлення у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га).

Ключові слова: соя, інокуляція, позакореневі підживлення, кількість та маса бульбочок, активний симбіотичний потенціал, урожайність.

Табл. 2. Літ. 13.

Постановка проблеми. Соя є однією з основних високобілкових і олійних культур як в Україні, так і у всьому світі. За останні 5 років в Україні посівна площа під культурою зросла від 1357 у 2013 році до 1994 тис. га у 2017 році, а у 2015 році вона перейшла межу 2 млн. га. Урожайність насіння сої за ці роки коливалась від 1,70 до 2,29 т/га. Тому актуальним та важливим завданням на перспективу є зростання врожайності та валового збору насіння сої на основі удосконалення сортових технологій її вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, розв'язання якої буде значним вкладом у вирішенні проблеми рослинного білка, формування власних білкових ресурсів, підвищення родючості ґрунту та зміцнення економіки України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових робіт вітчизняних та зарубіжних вчених щодо формування продуктивності сої

залежно від технологічних прийомів вирощування показує, що збільшенню урожайності насіння сої сприяють мінеральні добрива, інокуляція насіння [1], а також вона залежить від сортових особливостей [2].

Формування високої урожайності сої, як і більшості сільськогосподарських культур, в значній мірі обумовлюється наявністю в ґрунті доступних для рослин поживних речовин, особливо сполук азоту. Проте, через високу вартість енергоресурсів і низьку платоспроможність товаровиробників застосування мінерального азоту в останні роки різко скоротилося. У зв'язку з цим виникла необхідність в альтернативному шляху вирішення цієї проблеми, яка б базувалася на застосуванні економічно виправданих і екологічно безпечних прийомів технології. Вже відомо про важливу особливість бобових рослин, зокрема сої, – біологічно фіксувати азот з повітря за допомогою бульбочкових бактерій. За оптимальних умов азотфіксації рослини сої можуть засвоювати до 70–280 кг/га азоту, причому 20–35 % із цієї кількості залишається в ґрунті з поживними рештками. Тому, для підвищення ефективності фіксації молекулярного азоту, підвищення продуктивності рослин і покращення якості урожаю важливе значення має обробка насіння цих культур бактеріальними препаратами, виготовлених на основі активних штамів бульбочкових бактерій. Нехтування прийомом бактеризації насіння призводить до того, що соя перетворюється у споживача азоту, а не азотфіксатора, особливо на тих ґрунтах, де її висівають вперше. Попередні дослідження Інституту кормів та сільського господарства Поділля показують, що обробка насіння різними штамми бульбочкових бактерій сприяла збільшенню рівня урожайності на 0,08-0,26 т/га [3].

Крім цього, позитивно на рівень урожайності насіння сої впливала інокуляція насіння сої бактеріальними препаратами на основі азотфіксувальних бактерій як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Прибавка урожайності насіння сої сорту Монада становила від 0,14 до 0,60 т/га або 7-28 % [4].

Для формування врожаю сільськогосподарські культури, в т.ч. і соя використовують із ґрунту й добрив макро- та мікроелементи. З-поміж них фосфору належить одне з провідних місць. Він входить у біологічні сполуки, серед яких важливе значення мають нуклеїнові кислоти, зокрема рибонуклеїнова (РНК) і дезоксирибонуклеїнова (ДНК). Основна роль ДНК – передача спадкових властивостей і перенесення біологічної інформації, а РНК бере участь у синтезі білків. У ґрунті фосфор знаходиться як в органічних, так і мінеральних сполуках, зокрема у формі апатитів, оксиапатитів, фторапатитів, фосфоритів, фосфатів і ін. Механізм засвоєння цього елемента із названих мінералів досить складний. Він полягає у виділенні кореневою системою рослин продуктів життєдіяльності, які впливають на мінеральні сполуки. Так, дихання супроводжується утворенням вуглекислого газу, який за наявності

води переходить у вуглекислоту, що сприяє розчиненню фосфатів [5]. Існує також багато мікроорганізмів, які переводять нерозчинені сполуки фосфатів у легкозасвоюваний стан. Інтенсивність цих процесів залежить від фізико-хімічного та видового складу ґрунту, а також від запасів у ньому валового фосфору. Л. В. Булавенко і ін. [6] відзначають, що в ґрунтах України міститься від 3,8 до 22,9 т/га фосфору у вигляді орґанофосфатів і первинних мінералів. Вчені країни вже тривалий час працюють у цьому напрямі і домоглися певних успіхів. Зокрема вони виділили штами бактерій, які інтенсивно розчиняють фосфати мінеральної частини ґрунту. На їх основі створено біопрепарати, які пройшли апробацію, виробниче випробування і вже зареєстровані та рекомендовані для використання в сільськогосподарському виробництві [7].

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 % в порівнянні з варіантом, де проводили інокуляцію ризобіфітом. 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 % [8].

Крім того, однією з причин розбалансованості системи живлення сої є доступність елементів живлення. Доступність елементів живлення для рослин визначається вмістом їх розчинних форм.

Фактори, що впливають на доступність елементів живлення рослин: реакція ґрунтового розчину, взаємовплив елементів живлення, вологість ґрунту. Зниження доступності елементів за певної реакції ґрунтового розчину: утворення нерозчинних сполук, зниження або збільшення рухливості елементів (повільне пересування або вимивання), збільшення конкуренції з іншими іонами [9].

Позакореневе підживлення – це агротехнічний прийом, який застосовується для швидкої корекції дисбалансу елементів живлення і збільшення споживання їх кореневою системою. У рослини, як єдиного цілого організму, існує тісний зв'язок між усіма життєво важливими процесами, зокрема, між корневим і позакорневим живленнями. Тому позакореневі підживлення потрібно розглядати як технологічний прийом, який за певних умов підвищує ефективність внесення у ґрунт добрив та використання родючості ґрунту.

Доведено, що застосування позакореневого підживлення підвищує споживання елементів живлення з ґрунту на 15-20, а в деяких випадках - на 30 % [9].

Формулювання цілей статті. Тому наші дослідження ми спрямували на вивчення впливу позакорневих підживлень комплексними водорозчинними добривами у поєднанні із антистресантами та інокуляцією насіння бактеріальними препаратами на основі азотфіксувальних та

фосформобілізуючих бактерій на формування та функціонування симбіотичного апарату сої та рівень урожайності її насіння.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводилося протягом 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, слабокислою 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/см³. 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) [10].

Передбачалось вивчення дії та взаємодії трьох факторів: А – сорт: Діадема Поділля, Оріана; В – спосіб передпосівної обробки 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 цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), поєднання підживлень у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га).

Градація факторів 2x4x4, повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів систематичне. Площа облікової ділянки 25 м², загальна площа ділянки 54 м². Попередник – пшениця озима спельта. Система удобрення передбачала внесення фосфорних і калійних добрив (суперфосфат та калійна сіль) з розрахунку Р₆₀К₆₀ під основний обробіток ґрунту та азотних у формі аміачної селітри (N₃₀) під передпосівну культивуацію. Проводили протруєння насіння за 14 діб до сівби протруйником Максим XL 035 FS (1 л/т насіння). Інокуляцію бактеріальними препаратами Ризогумін та Фосфоентерин проводили за день до сівби. У період вегетації згідно схеми досліду застосовували позакореневі підживлення (норма робочого розчину 250 л/га) [10].

При проведенні досліджень керувались «Основами наукових досліджень в агрономії» [11]. Оцінку роботи симбіотичного апарату визначали згідно методики Г.С. Посыпанова [12].

Ефективність бобово-ризобіального симбіозу залежить від формування та функціонування симбіотичного апарату. Частіше за все в якості цих показників використовують кількість та масу бульбочок на одній рослині. Визначення загальної кількості та маси бульбочок дає змогу оцінити потенційні можливості симбіотичної фіксації азоту рослин сої. Проте, не всі кореневі бульбочки здатні до азотфіксації, а лише ті, які містять червоний пігмент леггемоглобін. Тому, для того, щоб об'єктивно оцінити дольову участь симбіотично фіксованого азоту у формуванні урожаю сої необхідно визначити кількість та масу активних бульбочок. Наші дослідження показали, що найбільш інтенсивно бульбочки

наростали до фази кінець цвітіння, після чого інтенсивність наростання різко знижувалась до фази фізіологічної стиглості. Зменшення інтенсивності азотфіксації у пізні фази росту і розвитку рослин пояснюють послабленням транслокації асимілятів із листків у корені та бульбочки, внаслідок зниження здатності до експорту фотоасимілятів. Активність фіксації азоту однією бульбочкою може відрізнятись у кілька разів, а іноді і десятків разів. Наприклад, рослини з 10 бульбочками і 50 можуть фіксувати однакову кількість азоту. Справа в тому, що для формування ефективних бульбочок необхідна певна кількість бактерій симбіонтів, які зможуть конкурувати в ґрунті з іншими більш активними мікроорганізмами [13].

У середньому за 2015-2017 рр. найбільш сприятливі умови для формування максимальної кількості активних бульбочок у сортів сої Оріана (32,6 шт./рослину) та Діадема Поділля (36,3 шт./рослину) відмічено на варіанті, де проводили два позакореневі підживлення у фази 3-й трійчастий листок Омекс ХХХ (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та повне цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) на фоні інокуляції насіння бактеріальними препаратами Ризоактив + Фосфоентерин, що більше відповідно на 18,3 та 14,7 шт., ніж на контролі та становило 76 та 77 % від загальної кількості бульбочкових бактерій (табл. 1).

Таблиця 1

Показники симбіотичної продуктивності різних сортів сої залежно від інокуляції та позакореневих підживлень (у середньому 2015-2017 рр.),

***M ± m**

Сорт	Інокуляція	Позакореневі підживлення	Кількість активних бульбочок, шт./рослину	Маса активних бульбочок, мг/рослину	АСП, тис.кг·днів/га за весь період
			Фаза кінець цвітіння		
Оріана	Контроль	1*	14,3 ± 5,5	224,5 ± 70,3	12,15 ± 3,1
		2	18,5 ± 6,5	275,3 ± 80,7	14,49 ± 3,9
		3	20,7 ± 7,4	313,4 ± 93,4	15,84 ± 4,1
		4	22,8 ± 8,7	332,2 ± 101,5	16,67 ± 4,5
	Ризоактив	1	16,3 ± 5,6	293,6 ± 93,3	13,99 ± 3,8
		2	22,6 ± 8,0	367,2 ± 123,1	15,72 ± 4,5
		3	25,5 ± 8,5	389,8 ± 118,4	16,91 ± 5,0
		4	31,1 ± 8,9	465,4 ± 151,2	19,66 ± 5,6
	Фосфоентерин	1	15,9 ± 5,7	256,5 ± 72,1	12,89 ± 3,4
		2	21,6 ± 7,4	363,2 ± 115,6	14,92 ± 4,1
		3	25,6 ± 8,3	403,1 ± 115,2	16,07 ± 4,1
		4	29,7 ± 8,8	473,6 ± 157,4	18,38 ± 5,0
	Ризоактив + Фосфоентерин	1	18,7 ± 5,9	334,5 ± 98,2	14,84 ± 4,1
		2	27,2 ± 9,8	439,0 ± 131,3	16,66 ± 4,5
		3	29,2 ± 10,1	467,4 ± 130,1	18,09 ± 4,6
		4	32,6 ± 9,5	513,0 ± 151,6	20,96 ± 5,2

Діадема Поділля	Контроль	1*	21,6±7,8	260,6 ±96,4	13,19 ±2,8
		2	22,4±7,3	272,5 ±92,8	14,90 ±3,5
		3	24,3±8,0	290,8 ±89,1	16,84 ±4,1
		4	25,3±7,8	294,7 ±93,2	19,05 ±4,6
	Ризоактив	1	23,4±8,7	407,9 ±171,5	13,42 ±2,8
		2	26,4±8,4	466,6 ±193,4	16,32 ±4,2
		3	28,9±8,6	527,6 ±234,5	18,50 ±4,8
		4	33,5±9,3	572,9 ±253,3	20,83 ±5,2
	Фосфоентерин	1	23,5±7,7	395,2 ±157,9	13,34 ±2,9
		2	26,3±7,5	449,3 ±181,9	15,32 ±3,8
		3	29,3±7,8	524,3 ±218,3	17,51 ±4,5
		4	32,0±7,2	533,8 ±212,9	20,43 ±5,0
	Ризоактив + Фосфоентерин	1	26,2±8,6	483,2 ±196,8	15,86 ±3,9
		2	30,3±8,5	523,8 ±222,4	17,30 ±4,4
		3	32,0±8,9	549,5 ±218,0	19,26 ±5,0
		4	36,3±7,5	606,9 ±260,1	22,97 ±5,6

Примітка: 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

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

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

На цьому варіанті спостерігалась також найвища маса бульбочок. Маса активних бульбочок у сорту Оріана становила 513,0 мг/рослину та у сорту Діадема Поділля – 606,9 мг/рослину, що більше у 2,2 рази, ніж на контролі.

На контрольному варіанті, який не включав обробки насіння інокулянтами та позакоренових підживлень кількість активних бульбочок у сорту Оріана становила 14,3 шт./рослину та їх маса 224,5 мг, у сорту Діадема Поділля – 21,6 шт./рослину та 260,6 мг. Бульбочки були дрібними та малоактивними.

Позитивно на формування симбіотичного апарату сої впливала передпосівна обробка бактеріальними препаратами. За обробки насіння сої Ризоактивом у середньому по досліді в сортів Оріана та Діадема Поділля сформувалось 23,9 та 28,1 шт./рослину активних бульбочок, що більше на 25,0 та 20 % в порівнянні з контрольним варіантом.

Бактеризація насіння Фосфоентерином сприяла покращенню поживного режиму в посівах сої та підвищила кількість активних бульбочок у сорту Оріана та Діадема Поділля відповідно на 21 % та 18 % порівняно з контролем без обробки насіння. Проте за обробки насіння тільки Фосфоентерином кількість активних бульбочок була менша, ніж за обробки Ризоактивом на 1-3 %. Це говорить про те, що фосформобілізуючі бактерії більше відповідають за активізацію процесу мобілізації неорганічних і органічних фосфатів у доступні форми для живлення рослин сої, тим самим покращуючи умови для активного симбіозу.

Тому більш ефективним виявилось комплексне застосування бактеріальних препаратів на основі азотфіксувальних та фосформобілізуючих бактерій (Ризоактив + Фосфоентерин) для обробки насіння, що забезпечило відчутне зростання кількості бульбочок на коренях сої. У сорту Оріана кількість активних бульбочок збільшилась на 41 %, у сорту Діадема Поділля – на 33 %. За проведення одноразових позакореневих підживлень препаратами Омекс Мікромакс (0,5 л/га), Агрогумат (0,5 л/га), Омекс ХХХ (0,5 л/га) або у фазу 3-й трійчастий листок, або повне цвітіння ефективнішим виявилось друге. Проте найбільшу кількість активних бульбочок у середньому по досліді відмічено у сорту сої Оріана (29,1 шт./рослину) та Діадема Поділля (31,8 шт./рослину) за проведення подвійного позакореневого підживлення у фазі 3-й трійчастий листок Омекс ХХХ (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та повного цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), що більше за контроль на 78,5 та 34,7 %.

Аналогічна залежність спостерігалась із масою активних бульбочок.

Слід відмітити, що сорт сої Діадема Поділля незалежно від факторів, що досліджувались мав більшу кількість бульбочок на коренях рослини 27,6 шт./рослину та вищу їх масу 447,5 мг/рослину, ніж сорт Оріана – 23,3 шт./рослину та 363,1 мг/рослину відповідно.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу визначено залежність кількості та маси бульбочок від факторів, які вивчались в досліді. Встановлена залежність подана рівнянням лінійної регресії:

Сорт Оріана:

$$y_1 = 13,26 + 6,375 \cdot x_1 + 2,4225 \cdot x_2,$$

$$y_2 = 215,9025 + 84,3875 \cdot x_1 + 46,1275 \cdot x_2,$$

Коефіцієнт множинної кореляції $r = 0,953$, $r = 0,948$.

Сорт Діадема Поділля

$$y_3 = 20,005 + 4,05 \cdot x_1 + 2,3675 \cdot x_2,$$

$$y_4 = 269,545 + 57,675 \cdot x_1 + 80,17 \cdot x_2,$$

Коефіцієнт множинної кореляції $r = 0,933$, $r = 0,889$.

де y_1 , y_3 – кількість бульбочок, шт. / рослину; y_2 , y_4 – маса бульбочок, мг/рослину; x_1 – позакореневі підживлення, л/га, x_2 – проведення інокуляції насіння, л/т.

Суттєвим показником, який характеризує роботу симбіотичного апарату є загальний та активний симбіотичний потенціал. Як правило значення загального симбіотичного потенціалу завжди більше, ніж активного, адже тривалість загального симбіозу визначається від появи перших бульбочок на коренях сої до повного їх розпаду, а тривалість активного симбіозу – від появи червоного пігменту в бульбочках до його руйнування. Активний симбіотичний потенціал в тій чи іншій мірі показує участь окремих факторів на накопичення біологічного азоту.

Виявлено, що найвищий показник активного симбіотичного потенціалу за весь період у сорту Оріана (20,96 тис.кг•діб/га) та у сорту Діадема Поділля (22,97 тис.кг•діб/га) сформувався на варіанті досліду, де проводили два позакореневі підживлення у фази 3-й трійчастий листок Омекс ХХХ (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та повне цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) на фоні інокуляції насіння бактеріальними препаратами Ризоактив + Фосфоентерин, що більше відповідно на 8,81 та 9,78 тис.кг•діб/га проти контролю та становило відповідно 67 та 77 % від загального симбіотичного потенціалу. Вплив інокуляції та позакореневих підживлень на формування активного симбіотичного потенціалу був аналогічним за формуванням кількості та маси активних бульбочок.

На основі кореляційно-регресійного аналізу визначено залежність активного симбіотичного потенціалу від факторів, які вивчались:

Сорт Оріана:

$$y_1 = 11,980 + 2,7375 \cdot x_1 + 0,9550 \cdot x_2,$$

Коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,968$, $R^2 = 0,937$.

Сорт Діадема Поділля

$$y_2 = 12,3625 + 3,4375 \cdot x_1 + 0,9250 \cdot x_2,$$

Коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,949$, $R^2 = 0,901$.

де y_1 , y_2 – активний симбіотичний потенціал, тис.кг•діб/га; x_1 – позакореневі підживлення, л/га, x_2 – проведення інокуляції насіння, л/т.

У середньому за роки досліджень 2015-2017 рр. урожайність насіння сої коливалась в межах у сорту Оріана від 1,94 до 2,69 т/га, у сорту Діадема Поділля від 2,04 до 2,80 т/га (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність насіння сої залежно від способу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, т/га (у середньому за 2015-2017 рр.)

Спосіб передпосівної обробки насіння (В)	Позакореневі підживлення (С)	Урожайність, т/га	Прибавка до контролю	
			т/га	%
Оріана (А)				
без інокуляції	1*	1,94	-	-
	2	2,12	0,18	9,5
	3	2,24	0,30	15,3
	4	2,35	0,41	21,0
Ризоактив	1	2,12	0,18	9,1
	2	2,32	0,38	19,4
	3	2,44	0,50	25,6
	4	2,54	0,60	30,9
Фосфоентерин	1	2,08	0,14	7,4
	2	2,31	0,37	18,9
	3	2,41	0,47	24,2
	4	2,51	0,57	29,6

прод. табл.2

Ризоактив + Фосфоенетрин	1	2,21	0,27	13,9
	2	2,50	0,56	28,9
	3	2,59	0,65	33,3
	4	2,69	0,75	38,8
Діадема Поділля (А)				
без інокуляції	1*	2,04	-	-
	2	2,24	0,20	9,6
	3	2,34	0,30	14,7
	4	2,46	0,42	20,4
Ризоактив	1	2,20	0,16	8,0
	2	2,43	0,39	19,0
	3	2,49	0,45	22,1
	4	2,61	0,57	27,8
Фосфоентерин	1	2,14	0,10	4,7
	2	2,39	0,35	17,3
	3	2,49	0,45	22,1
	4	2,59	0,55	27,1
Ризоактив + Фосфоенетрин	1	2,29	0,25	12,4
	2	2,60	0,56	27,5
	3	2,69	0,65	31,9
	4	2,80	0,76	37,4

*Примітка: 1 - без підживлення, 2 – підживлення у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), 3 – підживлення у фазі цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), 4 – поєднання підживлень у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га).

НІР₀₅ т/га: А – 0,019; В – 0,026; С – 0,026; АВС – 0,074

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Максимальний урожай у сорту Оріана 2,69 т/га та у сорту Діадема Поділля 2,80 т/га одержали за обробки насіння бактеріальними препаратами Ризогумін + Фосфоентерин та проведення позакореневих підживлень у фазі 3-й трійчастий листок Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) та цвітіння Омекс Мікромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га), що більше відповідно на 38,8 та 37,4 % порівняно з контролем (без обробки насіння та позакореневих підживлень).

Слід відмітити, що сорти однаково реагували на як на спосіб передпосівної обробки насіння, так і на позакореневі підживлення комплексними добривами на хелатній основі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, в умовах правобережного Лісостепу України на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах формування та функціонування симбіотичного апарату сої можна регулювати агротехнічними прийомами, зокрема способом передпосівної обробки насіння та позакореневими підживленнями. Відмічено, що рівень урожайності зерна сої знаходиться в прямій залежності від роботи симбіотичного апарату. На варіантах, де відмічено максимальну кількість та масу активних бульбочок, максимальний показник активного симбіотичного

потенціалу, відмічено найвищий рівень урожаю насіння сої сортів Оріана (2,69 т/га) та Діадема Поділля (2,80 т/га).

Результати наших досліджень свідчать, що відсоток кількості активних бульбочок у рослин сої у фазі кінець цвітіння становив 76-77 % від їх загальної кількості, тому виникає необхідність подальшого пошуку шляхів, які б дали можливість на 100 % використати потенційні можливості симбіотичного апарату сої.

Список використаної літератури

1. Board J.E., Harville B.G., Kamal M. Radiation-use efficiency in relation to row spacing for late-planted soubean. *Field Crop Res.* 1994. Vol. 36 (1). P. 13–19
2. Ефимов А.Г. Урожайность различных сортов сои в зависимости от площадей питания. *Научн.-техн. бюл. ВНИИМК.* 1986. Вып. 1. С. 22-25
3. Венедіктов О.М. Вплив різних штамів бактеріальних препаратів на активність симбіозу та урожайність насіння сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник.* 2011. Вип. 70. С. 93-100.
4. Кобак С.Я., Сереветник О.В., Чорна В.М. Обов'язковий елемент технології вирощування сої – бартеризація. *Агробізнес сьогодні.* 2017. 3 (364). С.86-89.
5. Мишустин Е. Н. *Микробиология.* Москва: Колос, 1970. 340 с.
6. Булавенко Л. В., Бега З.Т., Курдиш И.К. Мобилизация фосфора некоторыми микроорганизмами из труднорастворимых неорганосфосфатов. *Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології.* 2000. № 6. С. 55-56.
7. Канівець В. І. З історії відділу ґрунтової мікробіології. *Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології.* 1999. 4. С. 4-6.
8. Кобак С.Я., Шкатула Ю.М. Вплив мікробних препаратів на урожайність насіння сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія.* 2012. № 16. С. 581-585.
9. Кобак С., Колісник С., Сереветник О., Чорна В. Абортивність сої: добриво для вирішення проблеми. URL: <https://propozitsiya.com/ua/abortivnist-u-soyi-prichini-ta-shlyahi-virishennya-problemi>.
10. Темрієнко О.О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник.* 2018. №100. Т. 2. С.75-85.
11. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії; за ред. В.О. Єщенка. Київ: Дія, 2005. 288 с.
12. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: *Справочное пособие.* Москва: Агропромиздат, 1991. С. 7-30.

13. Савченко В.О. Формування урожайності та якості зерна бобів кормових залежно від способу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця, 2014. 21 с.

Список використаної літератури у транслітерації/ References

1. Board J.E., Harville B.G., Kamal M. Radiation-use efficiency in relation to row spacing for late-planted soubean. *Field Crop Res.* 1994. Vol. 36 (1). P. 13-19.
2. Efymov A.H. Urozhainost razlychnykh sortov soy v zavysymosti ot ploshchadei pytanyia [*The yield of different soybean varieties depending on the nutrition areas*]. Nauchn.-tekhn. biul. VNIYMK – *Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops*. 1986. Выр. 1. P. 22-25.
3. Venediktov O.M. Vplyv riznykh shtamiv bakterialnykh preparativ na aktyvnist symbiozu ta urozhainist nasinnia soi v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [*Effect of different strains of bacterial preparations on the activity of symbiosis and yield of soybean seeds under conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine*]. Kormy i kormovyrobnytstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – *Feeds and Feed Production: interdepartmental thematic collection of scientific papers*. 2011. Vyp. 70. P. 93-100.
4. Kobak S.Ya., Serevetnyk O.V., Chorna V.M. Obov'iazkovyi element tekhnolohii vyroshchuvannia soi – barteryzatsiia [*Barterization as an obligatory element of the technology of soybean cultivation is*]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*. 2017. 3 (364). P. 86-89.
5. Myshustyn E. N. *Mykrobiolohiya [Microbiology]*. Moskva: Kolos, 1970. 340 p.
6. Bulavenko L. V., Beha Z.T., kurdysh Y.K. Mobylyzatsyia fosfora nekotorymy mykroorhanyzmamy yz trudnorastvorymykh neorhanofosfatov [*Mobilization of phosphorus by some microorganisms from hardly soluble non-organophosphates*]. *Biuleten Instytutu silskohospodarskoi mikrobiolohii – Bulletin of the Institute of Agricultural Microbiology*. 2000. № 6. P. 55-56.
7. Kanivets V. I. Z istorii viddilu gruntovoi mikrobiolohii [*From the history of the Department of Soil Microbiology*]. *Biuleten Instytutu silskohospodarskoi mikrobiolohii – Bulletin of the Institute of Agricultural Microbiology*. 1999. 4. P. 4-6.
8. Kobak S.Ya., Shkatula Yu.M. Vplyv mikrobnnykh preparativ na urozhainist nasinnia soi v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [*Effect of microbial preparations on the yield of soybean seeds under conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine*]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: ahronomiia – Bulletin of Lviv National Agrarian University: Agronomy*. 2012. № 16. P. 581-585.

9. Kobak S., Kolisnyk S., Serevetnyk O., Chorna V. Abortivnist soyi: dobryvo dlya vyrishennya problemy [Abortion of soybeans: fertilizer to solve the problem]. URL: <https://propozitsiya.com/ua/abortivnist-u-soyi-prichini-ta-shlyahi-virishennya-problemi>.

10. Temriyenko O.O. Fotosyntetychna ta nasinnyeva produktyvnist posiviv soyi zalezno vid texnologichnyx pryjomiv vyroshhuvannya v umovax Lisostepu Pravoberezhnogo [Photosynthetic and seed yield of soybean crops depending on technological methods of cultivation in the conditions of the Forest-steppe of the Pravoberezhny]. Tavrijskyj naukovyj visnyk – Taurian scientific bulletin. 2018. №100. T. 2. P.75-85.

11. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii [*Fundamentals of scientific research in Agronomy*]; za red. V.O. Yeshchenka. Kyiv: Diia, 2005. 288 p.

12. Посыпанов Н.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие [*Methods of studying biological fixation of nitrogen in the air: A reference manual*]. Moskva: Ahropromyzzdat, 1991. P. 7-30.

13. Savchenko V.O. Formuvannia urozhainosti ta yakosti zerna bobiv kormovykh zalezno vid sposobu peredposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevnykh pidzhyvlen v umovakh Lisostepu pravoberezhnogo [*Formation of Yield Capacity and Quality of Faba Bean Grain Depending on the Method of Presowing Seed Treatment and Foliar Nutrition under Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe*].: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk. Instytut kormiv ta silskoho hospodarstva Podillia NAAN. Vinnytsia, 2014. 21 p.

АННОТАЦИЯ
СИМБИОТИЧЕСКИЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ
СЕМЯН СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ И
ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ
ПРАВОБЕРЕЖНОЙ

Изучено влияние комплексного применения инокуляции бактериальными препаратами на основе азотфиксирующих и фосформобилизующих бактерий Ризоактив (2,0 л/т) + Фосфоентерин (0,8 л/т) и обработки посевов в фазах 3-й тройничный лист Омекс 3Х (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) и цветения Омекс Микромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) на основные показатели симбиотической продуктивности посевов сои (количество и масса активных клубеньков, активный симбиотический потенциал) и урожайность семян сортов сои различной группы спелости: Ориана (раннеспелый) и Диадема Подолья (среднераннеспелый). Установлена сильная положительная связь между изучаемыми факторами и показателями симбиотической производительности ($r = 0,889-0,953$). Максимальные показатели симбиотического аппарата растений сои и урожайность семян сорта Ориана

(2,69 т/га) и сорта Диадема Подолья (2,80 т/га) было получено на участках, где проводили двойную инокуляцию семян бактериальными препаратами Ризоактив (2,0 л/т) + Фосфоентерин (0,8 л/т) и внекорневые подкормки в фазе 3-й тройничной лист Омекс 3X (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га) и цветения Омекс Микромакс (0,5 л/га) + Агрогумат (0,5 л/га).

Ключевые слова: соя, инокуляция, внекорневые подкормки, количество и масса клубеньков, активный симбиотический потенциал, урожайность.

Табл. 2. Лит. 13.

ANNOTATION

SYMBIOTIC PRODUCTIVITY AND CROP CAPACITY OF SOYBEAN SEEDS DEPENDING ON INOCULATION AND FOLIAR NUTRITION IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE RIGHT-BANK

It is studied influence of complex application of inoculation with bacterial preparations on the basis of nitrogen fixing and phosphormobilizing bacteria Risoactive (2.0 l/t) + Phosphophetrain (0.8 l/t) and treatment of crops in the phase of the 3rd triple leaf Omex 3X (0.5 l/ha) + Agrohumat (0.5 l/ha) and blossom Omex Micromax (0.5 l/ha) + Agrohumat (0.5 l/ha) on the main indicators of symbiotic productivity of soybean crops (number and weight of active tubers, active symbiotic potential) and yield of soybean seeds of different groups of ripeness: Oriana variety (early-ripe) and Diadema of Podillya (middle-ripe). A strong positive correlation was found between the factors which were studied and the indicators of symbiotic productivity ($r = 0.889-0.953$). The maximum indicators of the symbiotic plant of soybean and the yield of Oriana seeds variety (2.69 t/ha) and Diadema of Podillya variety (2.80 t/ha) were obtained in areas where double inoculation of seeds with bacterial preparations Risoactive (2.0 l/t) + Phosphopheterine (0.8 l/t) and foliar nutrition in phase of the 3rd triple leaf Omex 3X (0.5 l/ha) + Agrohumate (0.5 l/ha) and blossom Omex Micromax (0.5 l/ha) + Agrohuman (0.5 l/ha).

Key words: soybean, inoculation, foliar nutrition, number and weight of tubers, active symbiotic potential, yield.

Tabl. 2. Lit. 13.

Інформація про автора

Темрієнко Ольга Олександрівна – аспірант Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (21100, м. Вінниця, проспект Юності, 16. e-mail: olga.temrienko@gmail.com).

Темрієнко Ольга Александровна – аспірант Інституту кормов и сельського хазяйства Подолья НААН (г. Винница, проспект Юности, 16. e-mail: olga.temrienko@gmail.com).

Temriyenko Olga Oleksandryvna – postgraduate Institute of feeds and agriculture of Podillia of the National academy of agrarian sciences of Ukraine (16, Yunotsi avenue, Vinnytsia, 21100. e-mail: olga.temrienko@gmail.com).