

УДК 581.133:632.3:632.952

## СИМБІОТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБКИ НАСІННЯ ФУНГІЦИДАМИ

А.В. ПАВЛИЩЕ, Р.А. ЯКИМЧУК, С.В. ОМЕЛЬЧУК, А.В. ЖЕМОЙДА,  
С.Я. КОЦЬ

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України  
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17  
e-mail: zapadenka2015@gmail.com*

В умовах польового дослідження вивчено реакцію симбіотичного апарату та насінневу продуктивність сої за різних способів обробки насіння фунгіцидами. Показано, що завчасне протруювання насіння не впливало на вегетативну масу рослин, процес формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу на відміну від обробки фунгіцидами в день посіву. Доведено, що в польових умовах токсичність фунгіцидів за обох способів обробки насіння була нижчою порівняно з умовами вегетаційних модельних дослідів і значно менше знижувалась урожайність рослин сої. Виявлено, що урожай насіння сої підвищувався за використання фунгіцидів стандак топ (обробка за 14 діб) і аканто плюс (обробка по вегетації). Насіннева продуктивність рослин в інших варіантах дослідження була на рівні контролю.

*Ключові слова: Bradyrhizobium japonicum, соя, симбіоз, азотфіксувальна активність, фунгіциди, стандак топ, февер, аканто плюс, насіннева продуктивність.*

Соя — одна з найперспективніших зернобобових культур, яка займає лідерські позиції як на світовому ринку, так і на ринку України. Перш за все це зумовлено унікальним хімічним складом її насіння. Вона є джерелом збалансованого за амінокислотним складом і вмістом екологічно чистого білка, що на 90 % засвоюється організмом людини [1, 2]. Проте у разі збільшення посівних площ сої не можна залишити поза увагою зростання масового виявлення хвороб на цій культурі, зумовлених фітопатогенами, які призводять до втрати 30—40 % врожаю зерна [3]. Основними причинами збільшення чисельності хвороб є ввезення інфікованого матеріалу з інших країн, недотримання технології вирощування, зберігання, транспортування сої [4]. Патогени є одними з найнегативніших стресових чинників біотичної природи, які впливають на рослини і можуть уражати їх у різних фази росту й розвитку — від проростання насіння до повної стиглості. Це різноманітні типи мікроорганізмів — від вірусів, бактерій, оомицетів до найпростіших і грибів. Найпоширенішими грибними захворюваннями є пероноспороз, септоріоз, антракноз, кореневі гнилі, церкоспороз, борошниста роса, аскохітоз; бактеріальними — сім'ядольний бактеріоз; вірусними — жовта і зморшкувата мозаїка та ін.

© А.В. ПАВЛИЩЕ, Р.А. ЯКИМЧУК, С.В. ОМЕЛЬЧУК, А.В. ЖЕМОЙДА, С.Я. КОЦЬ, 2018

[5, 6]. У разі зараження рослин патогенними організмами знижуються якісні показники урожаю, зокрема з'являються зморшкватість, втисненість, плямистість, сіруватий наліт на поверхні насіння, змінюється його колір [3]. Тому посіви сої необхідно захищати від хвороб, що найчастіше забезпечують застосуванням хімічних препаратів. Дедалі частіше у технології вирощування сої використовують фунгіциди. Їх класифікують за трьома основними принципами: залежно від характеру дії на збудників хвороб, призначення і хімічної природи. Сьогодні виробники пропонують широкий вибір захисних препаратів із різноспрямованим спектром впливу (системні й контактні) та речовинами різних хімічних класів (триазоли, стробілурини, феноли та ін.) [6]. Це дає найвищий ефект від їх застосування.

Для сої, як і для багатьох інших бобових культур, фіксація атмосферного азоту є основою продукційного процесу [7]. Проте для досягнення високих урожаїв технологія вирощування сої має включати інокуляцію насіння високоефективними штамми бульбочкових бактерій [1, 8]. При цьому дія фунгіцидів на ризобії та симбіотичні системи сої, створені за їх участю, досліджена мало і в літературі представлена тільки окремими даними [9—14]. Інтенсивне застосування протруйників може спричинити серйозні негативні наслідки у разі їх токсичної дії на бульбочкові бактерії. Характер впливу засобів захисту залежить від хімічної будови речовини, концентрації, способу застосування, терміну та норми внесення [15]. Фунгіциди захищають бобові рослини від фітопатогенів, підвищують продуктивність рослин сої, але при цьому знижують частку біологічного азоту в урожаї на 22—70 %, а іноді й повністю інгібують симбіотичну азотфіксацію [8, 10, 16].

Сумісне застосування фунгіцидів та інокуляції потребує детальнішого вивчення для забезпечення ефективного формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу, захисту від фітопатогенних мікроорганізмів і, як наслідок, отримання високого врожаю. Раніше в модельних дослідах вивчили дію протруйників на формування і функціонування симбіотичного апарату рослин сої. Було виявлено негативний вплив низки фунгіцидів на інтенсивність фотосинтезу й азотфіксуювальну активність рослин сої, причому сила цього впливу залежала від препарату та способу його застосування [17]. Проте в польових умовах виявляється дія різноманітних екологічних чинників (абіотичних, біотичних, антропогенних), які впливають на взаємовідносини бульбочкових бактерій з рослиною-хазяїном, дослідження яких може розширити знання щодо впливу фізіологічно активних речовин із фунгіцидною активністю на бобово-ризобіальний симбіоз [18].

Метою нашої роботи було з'ясування впливу фунгіцидів стандак топ, февер та аканто плюс на процес формування і функціонування симбіозу соя—*Bradyrhizobium japonicum* та його продуктивність у польових умовах.

## Методика

Об'єктами дослідження були симбіотичні системи сої сорту Алмаз та високоактивного виробничого штаму бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 6346.

Культуру ризобій вирощували на манітно-дріжджовому середовищі протягом 8 діб за температури 28 °С. Насіння упродовж 1 год інокулювали бактеріальною суспензією із титром  $10^8$  кл/мл. Для досягнення поставленої мети використовували протруйники трьох виробників із різними спектром дії та діючою речовиною. Насіння обробляли такими фунгіцидами: стандак топ (діюча речовина фінпроніл (250 г/л, клас фенілпіразоли) + тіофанат метил (225 г/л, клас бензimidазоли) + піраклостробін (25 г/л, клас стробілурини)); февер (діюча речовина протіоконазол, клас триазоли); із розрахунку одна норма діючої речовини кожного препарату, зазначена виробником. Обробку аканто плюс (діюча речовина пікоксистробін (200 г/л, клас стробілурини) + ципроконазол (80 г/л, клас триазоли)) проводили по вегетації у фазу бутонізації. Щоб дослідити токсичний вплив препаратів на симбіотичний апарат рослин сої, насінневий матеріал протруювали в різні терміни — за 14 діб (завчасна обробка) і безпосередньо перед висіванням.

Схема досліду включала: контрольні рослини, тільки інокульовані ризобіями; варіанти із завчасним протруюванням насіння та бактеризацією у день посіву; варіанти рослин сої з обробкою насіння фунгіцидами у день посіву з наступною інокуляцією.

Ефективність формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу та продуктивність рослин сої досліджували в умовах польового досліду на базі агробіостанції Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (грунт — темно-сірий опідзолений, рН 5,4—5,7, вміст гумусу 1,6—2,0 %, фосфору, калію та легкогідролізованого азоту — відповідно по 9,3—12,2, 13,1—17,6 і 12,1—12,7 мг/100 г ґрунту). Сою висівали в першій декаді травня на глибину 3—5 см із розрахунку 600 тис. схожих насінин на 1 га. Облікова площа ділянок 5 м<sup>2</sup>. Повторність — чотириразова, розміщення — рендомізоване. Рослинний матеріал для аналізу відбирали у фази масового цвітіння рослин та утворення бобів. Визначали вегетативну масу рослин, кількість і масу кореневих бульбочок, активність функціонування симбіотичних систем. Азотфіксувальну активність досліджували ацетиленовим методом [19] на хроматографі Agilent GC system 6850 (США). Проби відбирали у чотириразовій біологічній повторності. Урожай зерна обліковували ручним збиранням із наступним його зважуванням. Отримані дані оброблено статистично з використанням критерію Стьюдента. Значення  $p \leq 0,05$  розглядали як критерій значущості різниці.

## Результати та обговорення

Сучасні фунгіциди — це ефективні високоселективні сполуки, які діють на специфічні біохімічні складники, що є важливими для росту і розвитку патогена, або стимулюють захисні механізми рослин. Хоча першочерговим завданням передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур є захист рослин від шкідників і хвороб, необхідно враховувати вплив фунгіцидів і на рослинний організм у цілому [20].

Під час дослідження було встановлено, що термін обробки насіння обраними препаратами по-різному впливав на ростові показ-

ники рослин сої (рис. 1, 2). Завчасна обробка насіння фунгіцидами стандак топ і февер не пригнічувала формування вегетативної маси рослин, що була на рівні контролю протягом обох досліджених фаз. Зокрема, у фазу масового цвітіння надземна маса рослин за завчасного протруювання февером була на 11 % більшою за контрольні значення (див. рис. 1), у фазу утворення бобів — на рівні контролю.

Проте негативний ефект від дії протруйників простежувався за їх внесення в день посіву. У фазу масового цвітіння стандак топ знижував наростання надземної маси на 24 %, февер — на 18 % (див. рис. 1), у фазу утворення бобів — відповідно на 13 і 24 % порівняно з рослинами контрольного варіанта. Обробка рослин по вегетації фунгіци-

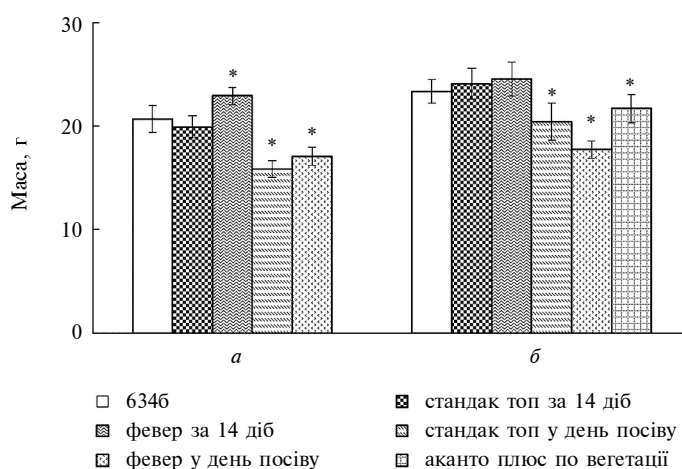


Рис. 1. Зміна маси надземної частини рослин сої за обробки її насіння фунгіцидами та інокуляції *Bradyrhizobium japonicum* 6346 у польових умовах. Тут і на рис. 2:

\* — статистично вірогідна різниця відносно контролю; а — фаза масового цвітіння; б — фаза утворення бобів

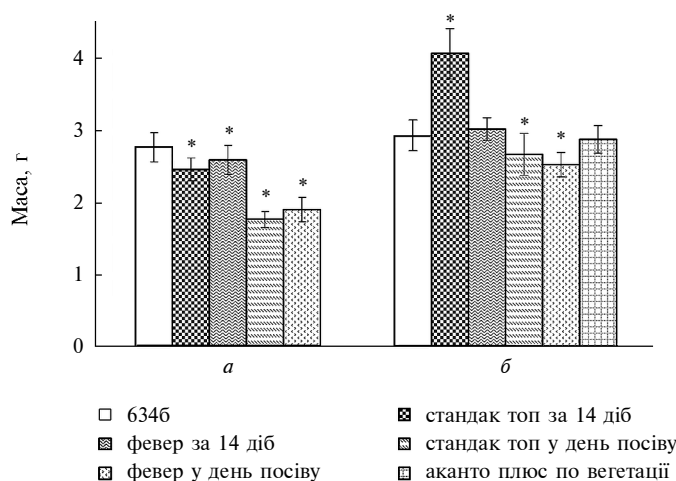


Рис. 2. Зміна маси кореневої системи рослин сої за обробки її насіння фунгіцидами та інокуляції *Bradyrhizobium japonicum* 6346 у польових умовах

дом аканто плюс істотно не впливала на розвиток надземної маси рослин сої.

Дія протруйників на формування кореневої системи сої у фазу масового цвітіння виявилась досить значною і зменшувала її масу від 7 % (за завчасної обробки февером) до 36 % (стандак топ, нанесений у день посіву). У фазу утворення бобів фунгіциди, якими обробляли насіння за 14 діб до посіву, не пригнічували (февер) і навіть стимулювали (стандак топ) на 39 % відносно контролю наростання кореневої маси. Обробка рослин по вегетації фунгіцидом аканто плюс істотно не впливала на розвиток маси кореня і була на рівні показників контрольних рослин (див. рис. 2).

Рослини сої контрольного варіанта й оброблені фунгіцидами різними способами чітко відрізнялися. Фунгіцид февер за завчасної обробки ним насіння сої позитивно впливав на морфологічні показники рослин, чинив виражену ристрегулювальну дію. Найбільше ристові показники рослин сої пригнічувались за обробки її насіння фунгіцидом у день посіву.

У літературі є відомості стосовно чутливості симбіотичних систем до впливу різних чинників навколишнього середовища, а саме: температури повітря, кількості азоту в ґрунті, його вологості, рН, ступеня аерації, наявності поживних речовин, макро- і мікроелементів, розвитку кореневої системи рослин і застосованих засобів захисту рослин [21]. Ми з'ясували, що за завчасної обробки насіння сої фунгіцидами вони не пригнічували процес формування та функціонування симбіотичного апарату на відміну від протруювання насіння у день посіву (табл. 1, 2). У фазу масового цвітіння кількість і маса кореневих бульбочок сої були більшими за обробки її насіння фунгіцидом аканто плюс порівняно як із контролем, так і відносно рослин інших досліджених варіантів (рис. 3). За обробки насіння фунгіцидом стандарта топ рослини сої формували більшу кількість та масу кореневих бульбочок порівняно з рослинами варіанта із застосуванням фунгіциду феверу. Токсична дія досліджених препаратів за їх застосування у день посіву була більш вираженою, ймовірно, через сильніший вплив на формування та функціонування симбіотичного апарату.

Не слід забувати і про вплив чинників навколишнього середовища (опади, ґрунтові мікроорганізми та ін.), які також можуть частково зменшувати токсичність протруйників. Аканто плюс є двохкомпонентним системним фунгіцидом, який забезпечує рівномірний захист як оброблених частин рослин, так і нового приросту, що особливо актуально впродовж активного розвитку культури [20]. Оскільки рослини сої обприскували фунгіцидом аканто плюс у фазу бутонізації і препарат потрапляв безпосередньо на листову поверхню, а не на кореневі бульбочки, він не пригнічував їх функціонування.

Бобово-ризобіальний симбіоз — це результат мутуалістичної взаємодії систематично віддалених один від одного організмів: бобових рослин (Fabaceae — макросимбіонт) і бульбочкових бактерій (*Rhizobium* — мікросимбіонт). Хоча вірулентність бульбочкових бактерій має важливе значення при утворенні ефективного симбіозу, ви-

рішальне значення в цьому процесі належить азотфіксувальній активності утворених бульбочок.

Дослідженнями останніх років доведено, що негативний вплив фунгіцидів на ефективність бобово-ризобіального симбіозу пов'язаний із порушенням регуляторної системи сигналіngu між макро- і мікросимбіонтами, блокуванням активності генів нодуляції та зниженням рівня ризобіального *Nod*-фактора [13, 14]. Виявлено також, що кожна з досліджених хімічних речовин конкурентно обмежувала активацію генного *Nod*-фактора залежно від її концентрації та інгібувальної дії. Вчені довели, що пестициди здатні пригнічувати синтез та секрецію флавоноїдних речовин, що виробляються рослиною, і тим самим порушувати бобово-ризобіальний сигналінг.

У наших дослідях було встановлено, що фунгіциди здебільшого не пригнічували процес фіксації атмосферного азоту (див. табл. 2). У фазу масового цвітіння азот інтенсивніше фіксували рослини, вирощені із завчасно протруєного насіння, порівняно з обробленим фунгіцидами у день посіву. Азотфіксувальна активність за дії фунгіцидів стандак топ (за 14 діб) і аканто плюс була вищою відносно рослин контрольного варіанта відповідно на 18 і 16 %. За польових умов негативний ефект протруйників на симбіотичні системи рослин сої може ослаблюватися внаслідок сорбційних процесів у ґрунті, діяльності вільноіснуючої мікрофлори ризосфери, а також унаслідок зменшення ураження рослин патогенами, що підтверджено результатами наших досліджень.

Інтегральним показником ефективності функціонування симбіотичного апарату рослин сої є їх насіннева продуктивність [1]. За використання фунгіцидів стандак топ (обробка за 14 діб) і аканто плюс урожай рослин сої зростав відповідно на 10 і 16 % відносно контролю (див. табл. 2). Такий результат, імовірно, є наслідком активного

ТАБЛИЦЯ 1. Кількість і маса корневих бульбочок у рослин сої сорту Алмаз за обробки насіння фунгіцидами та інокуляції *Bradyrhizobium japonicum*, штам 6346 у польових умовах

Варіант	Фаза розвитку рослин			
	Масове цвітіння		Утворення бобів	
	Кількість бульбочок, шт.	Маса бульбочок, г	Кількість бульбочок, шт.	Маса бульбочок, г
Контроль (без обробки)	22,25 ± 1,90	0,81 ± 0,14	21,25 ± 1,38	0,79 ± 0,06
Обробка фунгіцидами за 14 діб до посіву				
Стандак топ	28,75 ± 2,02*	0,83 ± 0,08	19,25 ± 1,00*	0,75 ± 0,05
Февер	22,00 ± 2,00	0,70 ± 0,06*	24,25 ± 1,49*	0,84 ± 0,08*
Обробка фунгіцидами у день посіву				
Стандак топ	23,75 ± 0,63*	0,64 ± 0,06*	14,75 ± 0,63*	0,80 ± 0,22
Февер	13,00 ± 1,00*	0,54 ± 0,05*	11,10 ± 1,00*	0,38 ± 0,03*
Обробка рослин по вегетації				
Аканто плюс	Не досліджували		23,00 ± 0,82*	0,99 ± 0,07*

\* Тут і в табл. 2 статистично вірогідна різниця відносно контролю.

ТАБЛИЦЯ 2. Азотфіксувальна активність та урожайність сої за обробки її насіння фунгіцидами та інокуляції *Bradyrhizobium japonicum* штам 6346 у польових умовах

Варіант	Фаза розвитку рослин		Урожайність, ц/га
	Масове цвітіння	Утворення бобів	
	АФА, мкмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /(рослину · год)		
Контроль (без обробки)	1,86 ± 0,14	1,85 ± 0,12	18,30 ± 0,61
Обробка фунгіцидами за 14 діб до посіву			
Стандак топ	2,19 ± 0,21*	1,08 ± 0,08*	20,20 ± 1,03*
Февер	1,79 ± 0,08	1,36 ± 0,07*	17,80 ± 0,26
Обробка фунгіцидами у день посіву			
Стандак топ	1,69 ± 0,26	0,99 ± 0,06*	18,30 ± 0,48
Февер	1,44 ± 0,05*	0,79 ± 0,06*	18,20 ± 0,70
Обробка рослин по вегетації			
Аканто плюс	Не досліджували	2,16 ± 0,15*	21,20 ± 0,32*

функціонування бобово-ризобіального симбіозу в цих рослинах, оскільки, як відомо, існує залежність між насінневою продуктивністю та ефективністю функціонування бобово-ризобіального симбіозу [1]. Між рослинами інших досліджених варіантів істотної різниці показників насінневої продуктивності не виявлено.

Отже, ми встановили, що в польових умовах токсичний вплив фунгіцидів на формування і функціонування симбіотичних систем рослин сої пом'якшується порівняно з аналогічними дослідженнями проведеними в умовах модельних вегетаційних дослідів, у піщаній культурі, що може бути пов'язано з сорбційними процесами у ґрунті та діяльністю вільноіснуючої мікрофлори ризосфери. З'ясовано, що

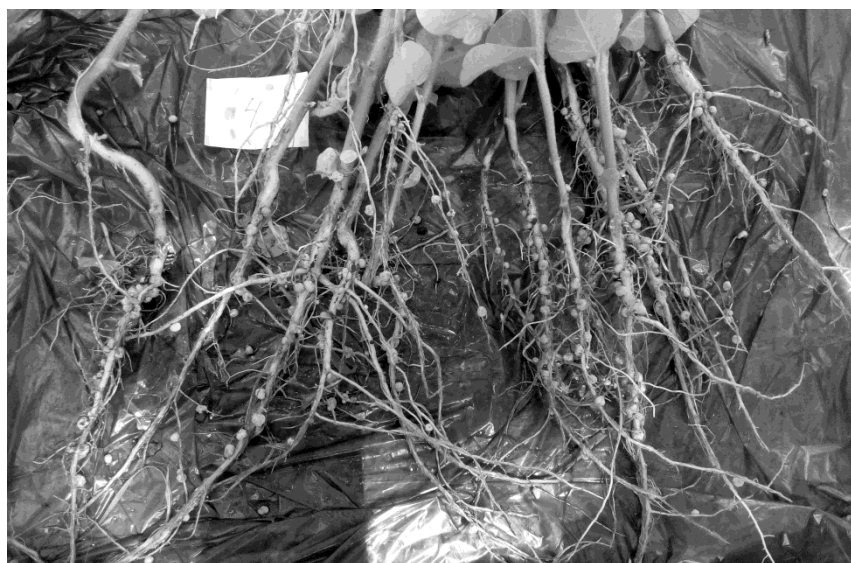


Рис. 3. Кореневі бульбочки рослин сої, оброблених фунгіцидом аканто плюс

завчасне протруювання насіння менш токсично впливало на формування вегетативної маси рослин, нодуляційну й азотфіксувальну активність. Здогадно, це може бути пов'язано з різним ступенем впливу власне на рослини, а також на формування і функціонування симбіотичного апарату. Встановлено позитивний вплив фунгіцидів стандак топ (обробка за 14 діб) і аканто плюс на урожайність рослин сої в умовах польового досліду. Отримані результати є основою для подальших пошуків шляхів поліпшення елементів технології вирощування сої, для забезпечення формування і функціонування ефективного бобово-ризобіального симбіозу при захисті рослин від фітопатогенів.

## ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В., Корнійчук О.В., Колісник С.І., Кобак С.Я., Задорожний В.С., Чорнолата Л.П., Кулик М.Ф., Обертюх Ю.В., Вороньцька І.С., Патица В.П., Гнатюк Т.Т., Алексеев О.О., Калініченко А.В., Коць С.Я., Береговенко С.К., Захарова О.М. Соя. Вінниця: Діло, 2016. 400 с.
2. Кобак С.Я., Колісник С.І., Серветник О.В. Найбільш поширені хвороби сої та ефективність препаратів компанії BASF для їх контролю. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 10. С. 46—47.
3. Миколаєвський В.П., Сергієнко В.Г., Титова Л.В. Розвиток хвороб та продуктивність сої різних сортів за обробки насіння мікробними препаратами. *Агробіологія*. 2016. № 2. С. 96—103.
4. Січкач В.І. Пестициди та азотфіксація зернобобових культур. *Спецвипуск журн. Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту*. 2015. С. 32—34.
5. Шугурова Н.О., Дударева Г.Ф., Григорчук Н.Ф. Оцінка стійкості сої до основних грибних та бактеріальних хвороб. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту олійних культур НААН*. 2012. № 17. С. 82—85. doi: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znriok\\_2012\\_17\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znriok_2012_17_15)
6. Євтушенко М.Д., Марютін Ф.М., Туренко В.П. Фітофармакологія: Підручник. К.: Вища освіта, 2004. 432 с.
7. Патица В.П., Гнатюк Т.Т., Булеца Н.М., Кириленко Л.В. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*. 2015. № 2. С. 12—20.
8. Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник НАН України*. 2014. № 3. С. 57—66.
9. Вознюк С.В., Титова Л.В., Ляска С.І., Іутинська Г.О. Вплив фунгіцидів та комплексного інокулянту Ековітал на ризосферний мікробіоценоз, стійкість до захворювань та продуктивність сої. *Мікробіол. журн*. 2015. 77, № 4. С. 8—14.
10. Новицька Н.В., Джемесюк О.В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*. 2017. № 1—2. С. 43—47.
11. Омельчук С.В., Жемойда А.В., Павлише А.В. Формування, функціонування та продуктивність соєво-ризобіального симбіозу за дії фунгіцидів ламардор і максим. *Фізіологія рослин і генетика*. 2017. 49, № 1. С. 54—63.
12. Токмакова Л.М., Тараріко Ю.О., Трепач А.О., Лепеха О.П., Ларченко І.В. Дія сучасних протруйників насіння сільськогосподарських культур на життєдіяльність та функціональну активність біологічних агентів мікробних препаратів. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С. 120—131.
13. Moawad H., Abd El-Rahim W.M., Shawky H., Higazy A.M., Daw Z.Y. Evidence of fungicides degradation by Rhizobia. *Agricultural Sciences*. 2014. 5. P. 618—624. doi: <https://doi.org/10.4236/as.2014.57065>
14. Niewiadomska A., Klama J. Pesticide side effect on the symbiotic efficiency and nitrogenase activity of *Rhizobiaceae* bacteria family. *Polish journal of microbial*. 2005. 54(1). P. 43—48.



15. Bikrol A., Saxena N., Singh K. Response of *Glycine max* in relation to nitrogen fixation as influenced by fungicide seed treatment. *African J. Biotechnol.* 2005. **4**(7). P. 667–671. doi <https://doi.org/10.5897/AJB2005.000-3122>
16. Kintschev M.R., Goulart A.C.P., Mercante F.M. Compatibility between rhizobium inoculation and fungicide application in seeds of common beans. *Summa phytopathol.* 2014. **40**(4). P. 338–346. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/1906>
17. Павлище А.В., Кірізіій Д.А., Коць С.Я. Реакція симбіотичних систем сої на дію фунгіцидів за різних способів обробки. *Физиология растений и генетика.* 2017. **49**, № 3. С. 237–247.
18. Miransari M. Abiotic and biotic stresses in soybean production. *Soybean Production.* 2015. **1**. P. 344. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801536-0.00022-0>
19. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K., Burns R.C. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiol.* 1968. **43**. P. 1185–1207. doi: <http://doi.org/10.1104/pp.43.8.1185>
20. Plant protection products — Bayer, Basf, Syngenta, Dupont, Avgust. Product catalog. URL: <http://www.demetra-agra.com.ua>.
21. Коць С.Я., Моргун В.В., Патька В.Ф., Дащенко В.К., Кругова Е.Д., Кириченко Е.В., Мельникова Н.Н., Михалкив Л. М. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобийный симбиоз [монографія: в 4 т.]. К.: Логос, 2010. Т. 1. 508 с.

Отримано 05.07.2018

#### REFERENCES

1. Petrychenko, V.F., Lykhochvor, V.V., Ivaniuk, S.V., Kornichuk, O.V., Kolisnyk, S.I., Kobak, S.Ya., Zadorozhnyi, V.S., Chornolata, L.P., Kulyk, M.F., Obertiukh, Yu.V., Voronetska, I.S., Patyka, V.P., Hnatiuk, T.T., Aleksieiev, O.O., Kalinichenko, A.V., Kots, S.Ya., Berehovenko, S.K. & Zakharova, O.M. (2016). Soybean. Vinnytsia: Dilo [in Ukrainian].
2. Kobak, S.Ya., Kolisnyk, S.I. & Serevetnyk, O.V. (2016). The most common diseases of soya and the effectiveness of BASF products for their control. *Ahrobiznes siohodni*, 10, pp.46-47 [in Ukrainian].
3. Mykolaievskiy, V.P., Serhienko, V.H. & Tytova, L.V. (2016). Development of diseases and productivity of different varieties of soybeans under seed treatment with microbial preparations. *Ahrobiolohiia*, 2, pp. 96-103 [in Ukrainian].
4. Sichkar, V.I. (2015). Pesticides and nitrogen fixation of leguminous crops. *Spetsvypusk zh. Propozytisia. Suchasni ahrotekhnolohii iz zastosuvannia biopreparativ ta rehuliatoriv rostu*, pp. 32-34 [in Ukrainian].
5. Shuhurova, N.O., Dudareva, H.F. & Hryhorchuk, N.F. (2012). Assessment of soybean resistance to major fungal and bacterial diseases. *Nauk.-tekhn. biul. In-tu oliinykh kultur NAAN*, No. 17, pp. 82-85 [in Ukrainian]. doi: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpio\\_2012\\_17\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpio_2012_17_15)
6. Yevtushenko, M.D., Mariutin, F.M. & Turenko, V.P. (2004). *Phytopharmacology: Textbook*. Kyiv: Vyshcha osvita [in Ukrainian].
7. Patyka, V.P., Hnatiuk, T.T., Buletsa, N.M. & Kyrylenko, L.V. (2015). Biological nitrogen in the system of agriculture. *Zemlerobstvo*, 2, pp. 12-20 [in Ukrainian].
8. Petrychenko, V.F. & Kots, S.Ya. (2014). Symbiotic systems in modern agricultural production. *Visnyk NAN Ukrainy*, 3, pp. 57-66 [in Ukrainian].
9. Vozniuk, S.V., Tytova, L.V., Liaska, S.I. & Iutynska, H.O. (2015). Influence of fungicides and complex inoculum Ekovital on rhizosphere microbiocenosis, resistance to diseases and soybean productivity. *Mikrobiolohichniy zhurnal*, 77, No. 4, pp. 8-14 [in Ukrainian].
10. Novytska, N.V. & Dzhemesiuk, O.V. (2017). Formation of soybean yields under the influence of inoculation and nutrition. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Silske hospodarstvo. Roslynnytstvo*, 1-2, pp. 43-47 [in Ukrainian].
11. Omelchuk, S.V., Zhemoida, A.V. & Pavlyshche, A.V. (2017). Formation, functioning and productivity of the soybean-rhizobium symbiosis under the influence of fungicides Lamardor and Maxim. *Fiziol. rast. genet.*, 49, No. 1, pp. 54-63 [in Ukrainian].
12. Tokmakova, L.M., Tarariko, Yu.O., Trepach, A.O., Lepekha, O.P. & Larchenko, I.V. (2013). The effect of modern plant protection agents on the vital functions and func-

- tional activity of biological agents of microbial preparations. *Silskohospodarska mikrobiologia*, 18, pp. 120-131 [in Ukrainian].
13. Moawad, H., Abd El-Rahim, W. M., Shawky, H., Higazy, A. M. & Daw, Z. Y. (2014). Evidence of fungicides degradation by rhizobia. *Agricultural Sciences*, 5, pp. 618-624. doi: <https://doi.org/10.4236/as.2014.57065>
  14. Niewiadomska, A. & Klama, J. (2005). Pesticide side effect on the symbiotic efficiency and nitrogenase activity of Rhyzobiaceae bacteria family. *Polish journal of microbial*, 54, No. 1, pp. 43-48.
  15. Bikrol, A., Saxena, N. & Singh, K. (2005). Response of Glycine max in relation to nitrogen fixation as influenced by fungicide seed treatment. *African J. Biotechnol.*, 4, No. 7, pp. 667-671. doi: <https://doi.org/10.5897/AJB2005.000-3122>
  16. Kintschev, M.R., Goulart, A.C. P. & Mercante, F.M. (2014). Compatibility between rhizobium inoculation and fungicide application in seeds of common beans. *Summa phytopathol*, 40, No. 4, pp. 338-346. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/1906>
  17. Pavlyshche, A.V., Kiriziy, D.A. & Kots, S.Ya. (2017). The reaction of symbiotic soybean systems to the action of fungicides under various processing. *Fiziol. rast. genet.*, 49, No. 3, pp. 237-242 [in Ukrainian].
  18. Miransari, M. (2015). Abiotic and biotic stresses in soybean production. *Soybean production*, 1, p. 344. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801536-0.00022-0>
  19. Hardy, R.W.F., Holsten, R.D., Jackson, E.K. & Burns, R.C. (1968). The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiol.*, 43, pp. 1185-1207. doi: <https://doi.org/10.1104/pp.43.8.1185>
  20. Plant protection products — Bayer, Basf, Syngenta, Dupont, Avgust. Product catalog. URL: <http://www.demetra-agra.com.ua>.
  21. Kots, S.Ya., Morgun, V.V., Patyka, V.F., Datsenko, V.K., Kruhova, E.D., Kyrychenko, E.V., Melnykova, N.N. & Mykhalkyv, L.M. (2010). Biological fixation of nitrogen: legume-rhizobial symbiosis [Monograph: in 4 Vol.]. Kyiv: Lohos [in Russian].

Received 05.07.2018

СИМБИОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ФУНГИЦИДАМИ

*А.В. Павлице, Р.А. Якимчук, С.В. Омельчук, А.В. Жемойда, С.Я. Коць*

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

В условиях полевого опыта изучена реакция симбиотического аппарата и семенная продуктивность сои при различных способах обработки семян фунгицидами. Установлено, что заблаговременное протравливание семян не влияло на вегетативную массу растений, процесс формирования и функционирования бобово-ризобиального симбиоза в отличие от обработки фунгицидами в день посева. Доказано, что в полевых условиях токсичность фунгицидов при обработке семян обоими способами была ниже по сравнению с условиями вегетационных модельных опытов и значительно меньше снижалась урожайность растений сои. Обнаружено, что урожай семян сои повышался при использовании фунгицидов стандак топ (обработка за 14 суток) и аканто плюс (обработка по вегетации). Семенная продуктивность растений в других вариантах опыта была на уровне контроля.

*Ключевые слова:* *Bradyrhizobium japonicum*, соя, симбиоз, азотфиксирующая активность, фунгициды, стандак топ, февер, аканто плюс, семенная продуктивность.

SYMBIOTIC PROPERTIES AND SEED PRODUCTIVITY OF SOYBEAN IN FIELD CONDITIONS UNDER VARIOUS METHODS OF SEEDS TREATMENT WITH FUNGICIDES

*A.V. Pavlyshche, R.A. Yakimchuk, S.V. Omelchuk, A.V. Zhemoyda, S.Ya. Kots*

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine  
31/17 Vasylykivska St., Kyiv, 03022, Ukraine  
e-mail: zapadenka2015@gmail.com

In the conditions of field experiment, the reaction of the symbiotic apparatus and the soybean seed productivity under different methods of treatment with fungicides were studied. It is shown that early seed treatment did not affect the vegetative mass of plants and the process of formation and functioning of legume-rhizobia symbiosis, in contrast to the introduction of fungicides on the day of sowing. It was found that in the field the toxicity of the fungicides under both treatments was lower compared to the conditions of the model pot experiments and the yield of soybean plants significantly not decreased. It is shown that the yield of soybean seeds increased for the use of fungicides Standak Top (treatment for 14 days) and Acanto Plus (treatment for vegetation). The seed productivity of plants in other variants of the experiment was at the control level.

*Key words:* *Bradyrhizobium japonicum*, soybean, symbiosis, nitrogen-fixing activity, fungicides, Standak Top, Fever, Akanto Plus, seed productivity.