

<https://doi.org/10.15407/frg2019.05.447>

УДК 581.1:557:632.952

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СОЄВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ ЗА ДІЇ ФУНГІЦИДУ АКАНТО ПЛЮС

С.В. ОМЕЛЬЧУК, Р.А. ЯКИМЧУК

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України  
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17  
e-mail: svitlana.omelchuk12@gmail.com*

Досліджено ефективність симбіотичних систем сої за обробки рослин сорту Алмаз фунгіцидом аканто плюс у вегетаційних і польових умовах. Встановлено, що у вегетаційних умовах у варіантах із застосуванням фунгіциду за нормально сформованого симбіотичного апарату функціональна активність симбіозу була нижчою, ніж у необроблених рослин. При цьому виявлено і зменшення маси насіння, що свідчить про інгібування цим препаратом продукційного процесу соєво-ризобіального симбіозу. Згідно з результатами польових досліджень, застосування аканто плюс сприяє повнішій реалізації продуктивного потенціалу соєво-ризобіального симбіозу і забезпечує збільшення маси насіння на 21 % порівняно з контролем. Зроблено припущення, що такі зміни відбуваються внаслідок дії досліджуваного фунгіциду на фітопатогени, що сприяє відновленню здатності симбіотичного апарату рослин до повноцінного функціонування.

*Ключові слова:* *Glycine max* (L.) Merr., *Bradyrhizobium japonicum*, аканто плюс, симбіоз, продуктивність.

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва однією з основних проблем аграрного сектору економіки України залишається істотне збільшення й стабілізація виробництва зернобобових культур, зокрема сої, яка є основним джерелом продукції, збалансованої за амінокислотним складом і вмістом екологічно чистого білка [1, 2].

Проблемою вирощування цієї цінної білково-олійної культури, як і багатьох бобових, є істотні втрати врожаю зерна (до 30–40 %) через шкідників і чутливість до забур'янення. Хвороби сої — один із основних чинників, які дестабілізують виробництво цієї культури в Україні. Протягом вегетаційного періоду рослини сої уражуються значною кількістю патогенних мікроорганізмів, які значно погіршують як якісні, так і кількісні показники врожаю. Особливо небезпечні збудники хвороб у ранні строки вегетації, коли встановлюються низькі температури та висока вологість. Залежно від інтенсивності розвитку хвороб недобір врожаю може сягати 20–40 %, а в роки епіфітотій — до 50–60 % і більше. У зв'язку з цим актуальним

є пошук і дослідження дії фунгіцидів на розвиток рослин у симбіозі з бульбочковими бактеріями з метою добору ефективних препаратів для захисту сої [3–6].

Важливо враховувати, що соя (*Glycine max* (L.) Merr.) як класична зернобобова культура обов'язково потребує перед посівом інокуляції насіння комплементарними штамми бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, які вступають у симбіотичні зв'язки з цією рослиною-хазяїном і забезпечують її біологічним азотом [7, 8].

Із появою нових фунгіцидів, сортів бобових культур, штамів ризобій виникає потреба в ретельному вивченні токсичної дії цих речовин на мікро- і макросимбіонти та на бобово-ризобіальну систему в цілому [9].

Метою наших досліджень було вивчення дії фунгіциду аканто плюс на функціонування та ефективність симбіотичних систем сої за позакореневої дії на рослини.

### Методика

Аканто плюс — двокомпонентний фунгіцид на основі стробілурину з вираженим фізіологічним ефектом для захисту від хвороб сої та інших культур. Оптимізує врожайність, поліпшує показники якості врожаю, забезпечує здоровий ріст і розвиток культури, зменшує її чутливість до стресових чинників. Діючі речовини: пікокси-стробін — 200 г/л, ципроконазол — 80 г/л. Норма використання 0,5–1,0 л/га.

Сорт сої Алмаз — ранньостиглий (вегетаційний період 100–105 діб), холодостійкий, посухостійкий, має підвищену стійкість до найпоширеніших хвороб і шкідників. На багатьох сортодільницях України сорт Алмаз перевищив національні стандарти за врожайністю на 5–8 ц/га. Крім високої продуктивності особливістю сорту є високий вміст у насінні протеїну — 37–39 % та жиру олеїнового типу — 25–26 %.

Ефективність симбіотичних систем сої за обприскування рослин фунгіцидом аканто плюс досліджували у вегетаційних і польових умовах. Вегетаційні дослідження проводили на вегетаційному майданчику ІФРГ НАН України на піщаному і ґрунтовому (ґрунт : пісок 3 : 1) субстраті з поживною сумішшю Гельригеля, збідненою на азот (0,25 норми), у 10-разовій повторності в кожному варіанті. Перед висіванням насіння інокулювали штамом *Bradyrhizobium japonicum* 6346, титр ризобій  $10^8$  кл/мл. У дослідних варіантах рослини у фазу бутонізації—початку цвітіння обприскували фунгіцидом (1 норма — 0,75 л/га). Ефективність симбіозу визначали за показниками наростання надземної маси і маси кореня, кількістю та масою утворених на коренях бульбочок, їх азотфіксувальною активністю, яку вимірювали ацетиленовим методом [10], та за насінневою продуктивністю рослин. Рослинний матеріал відбирали після настання фаз повного цвітіння і початку утворення бобів.

Польовий дослід проводили на агробіологічній станції Уманського державного педагогічного університету ім. П.Г. Тичини (ґрунт — темно-сірий опідзолений, рН 5,4–5,7, вміст гумусу 1,6–2,0 %, фосфору, калію та легкогідролізованого азоту — відповідно 9,3–12,2;

13,1—17,6 і 12,1—12,7 мг/100 г ґрунту). Площа облікової ділянки 5,5 м<sup>2</sup>, посів — рендомізований.

Результати оброблено статистично методом дисперсійного аналізу [11].

### Результати та обговорення

У вегетаційних умовах на піщаному субстраті (табл. 1) за обробки рослин фунгіцидом аканто плюс спостерігали тенденцію до зменшення морфометричних показників розвитку сої порівняно з показниками рослин контрольного варіанта. При цьому пригнічувалась також азотфіксувальна активність симбіотичного апарату у фазу повного цвітіння (табл. 2). Очевидно, що для відновлення функціонування симбіотичної системи було недостатньо часу, тому рослини сформували невисокий урожай насіння — на 6 % нижчий, ніж у контрольному варіанті (табл. 3). В умовах ґрунтової культури (див. табл. 1) обприскування сої фунгіцидом аканто плюс теж призвело до пригнічення розвитку рослин у фазу повного цвітіння, що підтвердили нижчі, ніж у контролі показники маси надземної частини і кореня (відповідно на 13 і 29 %). Однак у фазу утворення бобів рослини за морфометричними показниками розвитку не відрізнялись від контрольних, при тому що маса їх кореня дещо перевищувала (на 15 %) контрольні значення (див. табл. 1). Показники кількості бульбочок та їх маси (див. табл. 2) майже не відрізнялися від показників рослин контрольного варіанта у фазу повного цвітіння, однак їх активність була істотно нижчою — на 54 %, у фазу утворення бобів — на 40 %.

Проаналізувавши насінневу продуктивність рослин сої, ми встановили, що фунгіцид аканто плюс дещо пригнічував продукційний процес за вегетаційних умов, унаслідок чого маса насіння знижувалась на 16 % (див. табл. 3).

Отже, встановлено, що за вегетаційних умов із піщаною та ґрунтовою культурами за обробки рослин фунгіцидом аканто плюс по вегетації функціональна активність симбіозу залишається досить низькою протягом усіх фаз розвитку сої за нормально сформованого

ТАБЛИЦЯ 1. Вплив фунгіциду аканто плюс на формування вегетативної маси сої (вегетаційний дослід)

Варіант	Фаза розвитку			
	Повне цвітіння		Утворення бобів	
	Надземна маса, г	Маса кореня, г	Надземна маса, г	Маса кореня, г
Піщана культура				
Контроль	8,90±0,42	5,52±0,27	11,70±0,40	5,66±0,28
Аканто плюс	7,70±0,51	4,51±0,38	10,27±0,44	4,34±0,20
Ґрунтова культура				
Контроль	13,35±0,93	5,30±0,43	16,67±1,66	5,40±0,59
Аканто плюс	11,83±0,70	3,76±0,57	16,82±1,18	6,23±0,42

ТАБЛИЦЯ 2. Вплив фунгіциду аканто плос на формування та азотфіксувальну активність симбіозу (вегетаційний дослід)

Варіант	Фаза розвитку						
	Повне цвітіння			Утворення бобів			
	на рослину		АФА	на рослину		АФА	
	кількість бульбочок, шт.	маса бульбочок, г		кількість бульбочок, шт.	маса бульбочок, г		
Контроль	29,80±0,97	0,90±0,05	7,76±0,42	24,40±2,16	1,04±0,08	4,15±0,23	
Аканто плос	31,00±1,41	0,95±0,14	4,97±0,42	21,50±1,31	0,90±0,09	6,83±0,49	
Контроль	10,50±1,26	0,33±0,06	Грунтова культура				20,54±2,89
Аканто плос	11,00±1,19	0,27±0,02	5,10±0,57	11,00±1,19	0,27±0,02	12,28±1,72	

Примітка. Тут і в табл. 5: АФА — азотфіксувальна активність бульбочок, мкмоль C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/(рослину · год).

ТАБЛИЦЯ 3. Вплив обприскування рослин фунгіцидом аканто плос на продуктивність сої (вегетаційний дослід)

Варіант	Маса насіння		Маса насіння г/рослину	% контролю
	г/тосудину	г/рослину		
Контроль	21,86±0,80	Пшана культура		
Аканто плос	20,60±0,58	2,73±0,10	100	
Контроль	26,11±0,42	2,57±0,07	-6,0	
Аканто плос	21,98±0,70	Грунтова культура		
		3,73±0,06	100	
		3,14±0,10	-15,8	

ТАБЛИЦА 4. Формування біологічної та насінневої продуктивності сої у польових умовах за інокуляції насіння ризобіями та обробки рослини фунгіцидом аканто флюс

Варіант	Біологічна продуктивність				Насіннева продуктивність								
	2017 р.		2018 р.		2017 р.			2018 р.			Усереднено		
	Надземна маса, г	Маса кореня, г	Надземна маса, г	Маса кореня, г	Урожай, ц/га	Приріст урожаю, ц/га	%	Урожай, ц/га	Приріст урожаю, ц/га	%	Урожай, ц/га	Приріст урожаю, ц/га	%
Контроль	23,36±1,13	2,93±0,21	23,09±2,19	2,66±0,21	18,3±0,6	0	0	22,7±1,3	0	0	20,5±0,9	0	0
Аканто флюс	21,70±1,37	2,35±0,19	29,22±2,76	2,95±0,28	21,2±0,3	+2,9	+16	28,3±1,1	+5,6	+25	24,8±0,7	+4,3	+21

ТАБЛИЦА 5. Формування і функціонування симбіотичного апарату рослини сої (польовий дослід, фаза цвітіння)

Варіант	2017 р.				2018 р.			
	Кількість бульбочок, шт. на рослину		Маса бульбочок, г		Кількість бульбочок, шт. на рослину		Маса бульбочок, г	
	АФА	АФА	АФА	АФА	АФА	АФА	АФА	АФА
Контроль	21,25±1,38	0,79±0,06	1,85±0,12	12,25±0,25	0,40±0,03	2,47±0,24		
Аканто флюс	23,00±0,82	0,99±0,07	2,16±0,15	15,00±3,00	0,48±0,044	2,66±0,60		

симбіотичного апарату. Це може означати, що фунгіцид інгібує процес азотфіксації, вірогідно, через можливе пригнічення фотосинтетичної активності рослин чи інших процесів, що визначають особливості функціонування симбіотичного апарату за дії фунгіцидів.

Згідно з результатами дворічних польових досліджень (табл. 4), фунгіцид аканто плюс істотно не пригнічував (2017 р.) або й сприяв (2018 р.) активному розвитку рослин у фазу утворення бобів. При цьому маси надземної частини і кореня перевищували ці показники рослин контрольного варіанта відповідно на 26 та 11 %. Однак за добре розвиненого симбіотичного апарату (кількість і маса кореневих бульбочок були більшими за контрольні показники відповідно на 8,0–22,4 і 20,0–25,3 %) його функціональна активність неістотно перевищувала контроль (табл. 5).

У разі обприскування рослин фунгіцидом аканто плюс на фоні інокуляції насіння ризобіями у польових умовах приріст урожаю в середньому становив 21 % або 4,3 ц/га (див. табл. 4).

Отже, згідно з результатами польових досліджень, застосування фунгіциду аканто плюс для обприскування рослин по вегетації (фаза цвітіння) сприяє повнішій реалізації продуктивного потенціалу соєво-ризобіального симбіозу, очевидно, внаслідок прямої дії на фітопатогени, а також цілковитого відновлення здатності рослин до функціонування повноцінного симбіотичного апарату вже у фазу цвітіння сої.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Поспелова Г.Д. Видовий склад фітопатогенної флори насіння сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 1–2. С. 44–48.
2. Алексеев О.О. Вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Сільське господарство та лісівництво. *Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2016. № 4. С. 187–196.
3. Коляда В.М. Джерела стабілізації та підвищення врожайності сої в Україні. *Агроном*. 2011. № 1. С. 144.
4. Сергієнко В. Хвороби сої та заходи їх обмеження. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 11. С. 18–23.
5. Белявский Ю. Вредители сои в условиях изменения климата. *Зерно*. 2011. № 5. 60 с.
6. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ: Урожай, 1993. 429 с.
7. 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.
8. Крутило Д.В., Колісник С.І., Булах Т.Д. Симбіоз штамів *Bradyrhizobium japonicum* із соєю за різних ґрунтово-кліматичних умов. *Агроекологічний журнал*. 2008. № 3. С. 70–74.
9. Oleyemi O., Alexander M. Use of fungicide — resistant rhizobia for legume inoculation. *Soil Biol. and Biochem.* 1977. 9, N 4. P. 247–252.
10. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K., Burns R.C. The acetylene-ethylene assay for nitrogen fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiol.* 1968. 43. P. 1185–1207. <http://doi.org/10.1104/pp.43.8.1185>
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 371 с.

Отримано 09.09.2019

## REFERENCES

1. Pospelova, H.D. (2015). Species composition of phytopathogenic flora of soybean seeds. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1-2, pp. 44-48 [in Ukrainian].
2. Aliexsieiev, O.O. (2016). Influence of environmental factors on the development and productivity of legume-rhizobial symbiosis. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo. Ekolohiia ta okhorona navkolyshnoho seredovyscha*, 4, pp. 187-196 [in Ukrainian].
3. Koliada, V.M. (2011). Sources of stabilization and increase of soybean yield in Ukraine. *Ahronom*, 1, p. 144 [in Ukrainian].
4. Serhienko, V. (2012). Soybean diseases and measures to limit them. *Ahrobiznes sohodni*, 11, pp. 18-23 [in Ukrainian].
5. Belivskyi, Yu. (2011). Soybean pests under climate change. *Zerno*, 5, p. 60 [in Russian].
6. Babych, A.O. (1993). Modern production and use of soybeans. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
7. Novytska, N.V. & Dzhesiuk, O.V. (2017). Formation of soybean yield under the influence of inoculation and nutrition. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Silke gospodarstvo. Roslynnnytstvo*, 1-2, pp. 43-47 [in Ukrainian].
8. Krutylo, D.V., Kolisnyk, S.I. & Bulakh, T.D. (2008). Symbiosis of *Bradyrhizobium japonicum* strains with soybeans under different soil and climatic conditions. *Ahroekolohichni zhurnal*, 3, pp. 70-74 [in Ukrainian].
9. Oleyemi, O. & Alexander, M. (1977). Use of fungicide — resistant rhizobia for legume inoculation. *Soil Biol and Biochem.*, 9, No. 4, pp. 247-252.
10. Hardy, R.W.F., Holsten, R.D., Jackson, E.K. & Burns, R.C. (1968). The acetylene-ethylene assay for nitrogen fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiol.*, 43, pp. 1185-1207. <http://doi.org/10.1104/pp.43.8.1185>
11. Dospekhov, B.A. (1985). Methodology of field experiment. Moscow: Kolos [in Russian].

Received 09.09.2019

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЕВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА ПРИ ДЕЙСТВИИ ФУНГИЦИДА АКАНТО ПЛЮС

С.В. Омельчук, Р.А. Якимчук

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Исследована эффективность симбиотических систем сои при обработке растений сорта Алмаз фунгицидом аканто плюс в вегетационных и полевых условиях. Установлено, что в вегетационных условиях в вариантах с использованием фунгицида при нормально сформированном симбиотическом аппарате функциональная активность симбиоза была ниже, чем у необработанных растений. При этом выявлено и уменьшение массы семян, что свидетельствует об ингибировании данным препаратом продукционного процесса соево-ризобиального симбиоза. Согласно результатам полевых исследований, использование аканто плюс способствует более полной реализации продуктивного потенциала соево-ризобиального симбиоза и обеспечивает увеличение массы семян на 21 % по сравнению с контролем. Сделано предположение, что такие изменения происходят вследствие действия исследуемого фунгицида на фитопатогены, что благоприятствует возобновлению способности симбиотического аппарата растений к полноценному функционированию.

*Ключевые слова:* *Glycine max* (L.) Merr., *Bradyrhizobium japonicum*, аканто плюс, симбиоз, продуктивность.

EFFICACY OF SOYBEAN-RHIZOBIA SYMBIOSIS UNDER THE INFLUENCE OF FUNGICIDE ACANTO PLUS

*S.V. Omelchuk, R.A. Yakymchuk*

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine  
31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine  
e-mail: svitlana.omelchuk12@gmail.com

Efficacy of the soybean symbiotic system under the treatment of soybean (cultivar Almaz) by fungicide Acanto Plus was studied in pot and field experiments. In pot experiment, it was established that the functional activity of symbiosis with full-formed symbiotic apparatus was quite low when the fungicide was applied. Besides, it was noted the decrease of seed weight in this variant. These results indicated the inhibition of soybean-rhizobia symbiosis performance by Acanto Plus. The results of field experiments showed that the using fungicide Acanto Plus promoted more complete implementation of productive capacity of the soybean-rhizobia symbiosis and the increase of seed weight by 21 % as compared to control. It was suggested that such positive changes were caused by effects of studied fungicide on phytopathogens that facilitated restoration of ability to full function of plant symbiotic apparatus.

*Key words:* *Glycine max* (L.) Merr., *Bradyrhizobium japonicum*, Acanto Plus, symbiosis, productivity.