

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ГЕРБІЦИДІВ НА ФОРМУВАННЯ СОЄВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ РИЗОГУМІНУ

Пищур І.М., Канівець В.І., Ларченко І.В.

Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН,
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027
E-mail: fosfor@ok.net.ua

В умовах польового дослідження встановлено, що ґрунтові гербіциди Гезагард 500 FW, Примекстра TZ Голд 500 SC, Пірат, Селамід затримують формування соєво-ризобіального симбіозу та проявляють фітотоксичну дію на рослини. При використанні Ризогуміну в посівах сої для зменшення негативного впливу гербіцидів на формування симбіозу рекомендується завчасно використовувати гербіциди, наприклад, Селамід, діюча речовина – ацетохлор (клас хлорацетанілідів), яка швидко розкладається.

Ключові слова: Bradyrhizobium japonicum M-8, Ризогумін, соя, гербіциди Гезагард 500 FW, Пірат, Примекстра TZ Голд 500 SC, Селамід.

В інтенсивній технології вирощування сої обов'язковим заходом є використання ґрунтових гербіцидів, які представлені високоактивними сполуками і здійснюють фізіологічну дію як на процеси метаболізму рослин, так і на бульбочкові бактерії, що в підсумку відображається на процесах формування і функціонування азотфіксувального симбіозу. Токсичність гербіцидів для бобово-ризобіального симбіозу, як правило, оцінюють за інтенсивністю формування бульбочок на корінні рослин. Численними роботами показано негативний вплив гербіцидів на взаємодію рослини з бактеріями. Так, у дослідженнях М. Кечкеша [1] випробувано 108 гербіцидів і їхніх поєднань при вирощуванні люпину і виявлено, що переважна більшість із них призводила до зменшення на корінні рослин кількості бульбочок. Іншими дослідниками в умовах польових дослідів виявлено, що гербіциди Лінурон і Арезин пригнічували утворення бульбочок на коренях люпину [2], а Трефлан, Прометрин і Нітран – на корінні сої [3, 4]. Трибуніл пригнічував формування бульбочок у квасолі [5].

Відомо, що токсичність гербіцидів визначається хімічною будовою діючих речовин та їх концентрацією в ґрунті. При використанні навіть у невеликих дозах високотоксичними були S-триазинові гербіциди, зокрема Симазин, який знижував кількість бульбочок у люцерни, конюшини, серадели, гороху [6]. У той же час, виробничі дози Трефлану й Прометрину пригнічували утворення бульбочок у сої та гороху, а малі концентрації стимулювали цей процес [3, 4]. Ослабити негативний вплив гербіцидів можна при їх застосуванні завчасно до посіву. Так, для зниження токсичної дії гербіцидів, таких як Трефлан і Дуал, їх рекомендується вносити у ґрунт за 7–10 діб до посіву [7].

Дія гербіцидів на формування бульбочок визначається також видом рослини. Наприклад, Ептам в однакових концентраціях знижував кількість бульбочок у люцерни й червоної конюшини [8], але практично не впливав на їх утворення у квасолі.

Негативна дія гербіцидів на бобово-ризобіальний симбіоз тісно пов'язана з реакцією рослини-хазяїна на обробку пестицидами. Під впливом гербіцидів досить істотно змінюються фізіолого-біохімічні показники рослин. Характер і ступінь змін залежать від хімічного складу препарату, технології його застосування, виду й навіть сорту культури [9]. Проте встановлено загальну закономірність – фітотоксична дія гербіцидів на бобову рослину супроводжується зниженням числа бульбочок, зменшенням їхньої маси та зміною мікроструктури [10, 11].

Наведені дослідження стосуються мікробних препаратів та гербіцидів, більшість із яких уже давно не використовуються у землеробстві. Тому актуальним є вивчення впливу сучасних гербіцидів на формування бобово-ризобіального симбіозу рослин за використання мікробних препаратів. У зв'язку з цим метою роботи було вивчення впливу сучасних гербіцидів на формування азотфіксувального симбіозу за використання нового препарату для сої Ризогуміну.

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень є бактерія *Bradyrhizobium japonicum* М-8, мікробний препарат Ризогумін, виготовлений згідно вимог [12]. У дослідженнях використали гербіциди: Селамід (діюча речовина ацетохлор, клас хлорацетанілідів), Пірат (діюча речовина метрибузин, клас триазилини), Примекстра TZ Голд 500 SC (діючі речовини S метолахлор, клас хлорацетаміди; тербутилазин, клас триазилини), Гезагард 500 FW

(діюча речовина прометрин, клас триазини).

Реакцію *B. japonicum* М-8 на дію гербіцидів визначали методом паперових дисків [13]. Для цього готували суспензію простерилізованого гербіциду і стерильної води у таких співвідношеннях: вода:Селамід – 200:3; вода:Гезагард 500 FW – 200:5; вода:Пірат – 200:1,5; вода:Примекстра TZ Голд 500 SC – 200:4,5. В отриманих суспензіях змочували стерильний диск фільтрувального паперу діаметром 6 мм і поміщали на агаризоване живильне середовище з люпиновим відваром [14] у чашках Петрі, яке попередньо засівали суспензією клітин *B. japonicum* М-8.

Морфологічні ознаки бактерій вивчали у світловому мікроскопі МБИ-15 [15]. Дію гербіцидів на нітрогеназну активність бульбочок на корінні визначали ацетиленовим методом [14].

Вивчення впливу сучасних гербіцидів на формування симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої сорту Анжеліка за використання Ризогуміну проводили на дослідному полі Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН на лучно-чорноземному вилугуваному легкосуглинковому ґрунті, який містить 2,12 % гумусу, азоту легкогідролізованого – 95,2 мг/кг, 226 мг P₂O₅/кг ґрунту (за Кирсановим), обмінного K₂O – 108 мг/кг, рН_{сол} = 5,3.

Польовий дослід проводили за схемою: 1. Контроль (без бактеризації); 2. Ризогумін (біоагент *B. japonicum* М-8); 3. Ризогумін+Гезагард 500 FW; 4. Ризогумін+Пірат; 5. Ризогумін+Примекстра TZ Голд 500 SC; 6. Ризогумін+Селамід. Повторність чотириразова, розміщення ділянок рендомізоване в два яруси. Площа облікової ділянки 12,5 м².

Насіння сої сорту Анжеліка обробляли Ризогуміном безпосередньо перед посівом згідно СОУ 01.11–37–782 [16]. Гербіциди вносили відразу ж після висіву насіння у ґрунт відповідно до рекомендацій виробника (Гезагард 500 FW – 5 л/га; Пірат – 1,5 кг/га; Примекстра TZ Голд 500 SC – 4,5 л/га; Селамід – 3 л/га, розчинених у 400 л води). Прополку бур'янів у контрольних варіантах та залишків бур'янів у варіантах із застосуванням гербіцидів проводили вручну, оскільки цей фактор мав би нерівномірну дію на бобово-ризобіальний симбіоз у різних варіантах дослідів.

Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали за Доспеховим [17].

Результати та обговорення. При проведенні досліджень

дії гербіцидів на ріст і розвиток *B. japonicum* M-8 за методом паперових дисків не встановлено негативної дії. Навколо диску з гербіцидом не утворювалося зони затримки росту бактерій.

Важливою умовою ефективності сумісного застосування Ризогуміну та гербіцидів є не лише збереження життєздатності біоагенту мікробного препарату, але і його функціональної активності, зокрема, формування рослинно-бактеріального симбіозу та нітрогеназної активності бульбочок. У зв'язку з цим у польовому досліді проводили спостереження за часом утворення бульбочок на корінні сої. Оскільки від появи сходів більше трьох тижнів була посушлива погода і не було суттєвих опадів, формування бульбочок на корінні сої було затримано. Перші бульбочки виявлено у фазу гілкування у варіантах без застосування гербіцидів (табл. 1). Крім того, у варіантах, де були внесені гербіциди, і особливо при застосуванні Ризогумін+Гезагард 500 FW, зменшувалася висота та маса рослин у порівнянні з контрольним варіантом (бактеризація Ризогуміном). Очевидно, що дія гербіцидів блокує процес утворення бульбочок на корінні сої.

У фазу наливу бобів з'явилися бульбочки у варіантах із застосуванням гербіцидів (табл. 2). Однак фітотоксична дія гербіцидів призводила до зменшення висоти рослин у варіанті Ризогумін+Гезагард 500 FW на 12,7 см або 11,0 %, Ризогумін+Пірат на 7,6 см або 6,6 %, Ризогумін+ Примекстра TZ Голд 500 SC на 10,9 см або 9,5 %, Ризогумін+Селамід на 6,3 см або 5,5 %; маси сухих рослин у варіанті Ризогумін+Гезагард 500 FW на 1,4 г або 11,3 %, Ризогумін+Пірат на 0,9 г або 7,3 %, Ризогумін+Примекстра TZ Голд 500 SC на 1,2 г або 9,7 %, Ризогумін+Селамід на 0,7 г або 5,6 %; кількість бульбочок на рослині у варіанті Ризогумін+Гезагард 500 FW на 7,5 од. або 64,1 %, Ризогумін+Пірат на 6,7 од. або 57,3 %, Ризогумін+Примекстра TZ Голд 500 SC на 6,9 од. або 61,1 %, Ризогумін+Селамід на 6,3 од. або 53,8 %; масу бульбочок у варіанті Ризогумін+ Гезагард 500 FW на 0,3 г/рослину або 63,8 %, Ризогумін+Пірат на 0,26 г або 55,3 %, Ризогумін+ Примекстра TZ Голд 500 SC на 0,23 г або 48,9 %, Ризогумін+Селамід на 0,23 г або 48,9 %; азотфіксувальну активність у варіанті Ризогумін+Гезагард 500 FW на 4,0 нМоль C_2H_4 /годину або 75,5 %, Ризогумін+Пірат на 3,0 нМоль C_2H_4 або 56,6 %, Ризогумін+Примекстра TZ Голд 500 SC на 2,7 нМоль C_2H_4 або 50,9 %, Ризогумін+Селамід на 2,7 нМоль C_2H_4 або 50,9 % у порівнянні з контролем.

Таблиця 1. Вплив ґрунтових гербіцидів на розвиток рослин та формування симбіозу, фаза гілкування

Варіанти дослідів	Висота рослин, см	Маса сухих рослин, г/рослину	Кількість бульбочок, г/рослину	Маса бульбочок, г/рослину
Без бактеризації – контроль	73,5±1,9	7,9±0,5	2,3±0,4	0,010±0,002
Ризогумін	74,7±0,9	8,0±0,4	3,0±0,4	0,013±0,002
Ризогумін+Гезагард 500 FW	66,7±1,7	7,2±0,3	0	0
Ризогумін+Пірат	69,9±1,5	7,5±0,4	0	0
Ризогумін+Примекстра TZ Голд 500 SC	67,8±1,8	7,3±0,4	0	0
Ризогумін+Селамід	70,8±1,7	7,6±0,4	0	0

Таблиця 2. Вплив ґрунтових гербіцидів на формування азотфіксувального симбіозу, фаза наливу бобів

Варіанти дослідів	Висота рослин, см	Маса сухих рослин, г/рослину	Кількість бульбочок од./рослину	Маса бульбочок, г/рослину	Нітрогеназна активність, нМоль С ₂ Н ₄ /рослину за годину
Без бактеризації – контроль	113,4±3,1	12,2±0,4	10,4±0,6	0,41±0,03	4,5±0,4
Ризогумін	115,3±3,3	12,4±0,3	11,7±0,7	0,47±0,03	5,3±0,3
Ризогумін+Гезагард 500 FW	102,6±2,6	11,0±0,1	4,2±0,5	0,17±0,02	1,3±0,3
Ризогумін+Пірат	107,7±0,9	11,5±0,3	5,0±0,3	0,21±0,02	2,3±0,3
Ризогумін+Примекстра TZ Голд 500 SC	104,4±3,3	11,2±0,2	4,8±0,2	0,24±0,02	2,6±0,3
Ризогумін+Селамід	109,0±2,9	11,7±0,1	5,4±0,5	0,24±0,02	2,6±0,4

Дослідницьким відділом сільського господарства й навколишнього середовища Університету Хартфордширу (Великобританія) в рамках фінансованого Євросоюзом проекту FOOTPRINT

та за участі широкого кола партнерів створено велику реляційну базу даних фізико-хімічних і екотоксикологічних властивостей пестицидів PPDB (*Pesticide Properties DataBase*) [18]. Користуючись даними цієї бази, нами проаналізовано дані напіврозкладу діючих речовин гербіцидів, які застосовувалися в проведених дослідженнях (табл. 3). Необхідно відмітити, що негативний вплив гербіцидів знаходиться у залежності від періоду напіврозкладу діючих речовин гербіцидів, який становить від 12 до 60 діб. Очевидно, що лише після зменшення концентрації діючих речовин гербіцидів у ґрунті, розпочинається формування рослинно-бактеріального симбіозу.

Таблиця 3. Період напіврозкладу (DT_{50}) в польових умовах для діючих речовин гербіцидів

Назва гербіциду	Діюча речовина	Період напіврозкладу (DT_{50}), діб
Гезагард 500 FW, к.с.	прометрин	60
Пірат, в.г	метрибузин	19
Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с.	S метолахлор	21
	тербутилазин	22,4
Селамід, к.е.	ацетохлор	12,1

В умовах польового дослідження встановлено, що дія Ризогуміну сприяла підвищенню маси 1000 насінин на 18,6 г або на 9,2 % та урожайності насіння сої на 0,29 т/га або 10,8 % (табл. 4).

Таблиця 4. Урожайність сої за дії Ризогуміну та ґрунтових гербіцидів

Варіанти дослідження	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га	± до контролю	
			т/га	%
Без бактеризації – контроль	182,9	2,69	–	–
Ризогумін	201,5	2,98	0,29	10,8
Ризогумін+Гезагард 500 FW	168,3	2,46	-0,23	-8,6
Ризогумін+Пірат	171,4	2,55	-0,14	-5,2
Ризогумін+Примекстра TZ Голд 500 SC	170,7	2,51	-0,18	-6,7
Ризогумін+Селамід	176,8	2,60	-0,09	-3,3
НІР ₀₅			0,24	

Фітотоксичний вплив гербіцидів негативно позначився на масі 1000 насінин та урожайності насіння сої. У варіантах, де сумісно застосовували Ризогумін і гербіциди, зниження урожайності складало від 3,3 % до 8,6 % у порівнянні з абсолютним контролем.

Вище наведене свідчить, що соя є досить чутливою рослиною до більшості досліджених гербіцидів, тому потребує обережного ставлення до їх використання. Слід приділяти увагу не лише проблемі ефективного знищення бур'янів, але й побічній дії обраного гербіциду. Важливо пам'ятати, що фітотоксичність гербіцидів залежить від багатьох чинників і посилюється при використанні максимальних норм застосування препаратів, за сухих погодних умов, коли розкладання діючої речовини відбувається повільно. Зазвичай від негативного впливу гербіцидів може втрачатися до 20 % врожаю [19–21].

Таким чином, в умовах польового дослідження встановлено, що ґрунтові гербіциди Гезагард 500 FW, Примекстра TZ Голд 500 SC, Пірат, Селамід затримують формування азотфіксуючого симбіозу соя – *V. japonicum* та проявляють фітотоксичну дію на рослини.

При використанні Ризогуміну в посівах сої для зменшення негативного впливу гербіцидів на формування бобово-ризобіального симбіозу використовувати гербіциди краще завчасно, за кілька тижнів до посіву (наприклад, Селамід, діюча речовина якого (ацетохлор, клас хлорацетанлідів) швидко розкладається).

1. Kecskes M.A. Survey of herbicide sensitivity and resistance of rhizobia /Kecskes M.A. //Symp. Biol. Hung. – Budapest, 1972. – Vol. 11. – P. 405–415.

2. Латыпова Р.М. Взаимоотношения желтого кормового люпина с клубеньковыми бактериями при химической прополке /Латыпова Р.М., Вагина Н.С. //Сб. науч. тр. Белорус. с.-х. акад. – 1973. – Т. 115. – С. 129–133.

3. Чеботарь Н.И. Влияние некоторых гербицидов на взаимоотношения клубеньковых бактерий с растением сои в условиях северной зоны Молд. ССР /Чеботарь Н.И. //Бюл. ВНИИ с.-х. микробиол. – 1978. – № 2. – С. 99–103.

4. Петров П. Влияние на трифлуралина върху образувансто на грудки при соята, отглеждана при условията на карбонатни черноземи /Петров П. //Почвознание и агрохимия. – София, 1981. – Т. 16, № 3. – С. 72–76.

5. Malkomes H.P. Einfluss von Tribunil und Aresin-Kombi auf Buschbohne und Dicke Bohne- insbesondere innta Wurzelknollchcnim Gefabvrsuch /Malkomes H.P. //Nachrichtcnbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst (BRD). – 1979. – Bd. 31, № 8. – S. 113–115.

6. Hauke-Paccwiczowa T. Influence des residus de la simazine dans le sol sur la fixation symbiotique de l'azote par les leguminenses /Hauke-Paccwiczowa T. //Action des pesticides et herbicides sur la microflora et la faunule du sol: Colloque International. Gent. – 1970. – Vol. 35. – P. 497.

7. Толкачев Н.З. Потенциальные возможности симбиотической азотфиксации при выращивании сои на юге Украины /Толкачев Н.З. //Мікробіол. журн. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 34–41.

8. Peters E.J. Effects of herbicides on nitrogen fixation of alfalfa and red clover /Peters E.J., Zbiba B.M. //Weed Sci. – 1979. – Vol. 27, № 1. – P. 18–21.

9. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды /Ю.В. Круглов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 128 с.

10. Круглов Ю.В. Симбиотические взаимоотношения бобовых растений с клубеньковыми бактериями при внесении пестицидов /Круглов Ю.В., Пароменская Л.Н. //Докл. ВАСХНИЛ. – 1972. – № 11. – С. 8–10.

11. Bertholet I. Effect of trifluralin and metribuzine on faba bean growth, development and symbiotic nitrogen fixation /Bertholet I., Clark K.W. //Can. J. Plant Sci. – 1985. – Vol. 65. – P. 9–21.

12. ТУ У 24.1-00497360-003:2007 Ризогумін – біологічне добриво.

13. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии /Сэги Й.; пер. с венгр. под ред. Г. Муромцева. – М.: Колос, 1983. – 296 с.

14. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія /[В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.]; за наук. ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграр. наука, 2010. – 464 с.

15. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: Практическое пособие /Под ред. Н.С. Егорова. – [2-е изд.]. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 215 с.

16. Насіння зернових та зернобобових культур. Технологічний процес нанесення мікробних препаратів. Загальні вимоги: СОУ 01.11-37-782:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 14 с.

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 376 с.

18. PPDB: Pesticide Properties DataBase. – [Cited 2012, 05 January]. – Режим доступу: <(http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm)>

19. Зозуля А.Л. Защищаем сою эффективно и безопасно /Зозуля А.Л. /Agromage. – [Цит. 2012, 5 января].– Режим доступа: <(http://www.agromage.com/stat_id.php?id=263)>

20. Давыденко О.Г. Рекомендации по возделыванию сои в условиях Беларуси /Давыденко О.Г. /ООО «Соя-Север Ко». – [Цит. 2012, 5 января]. – Режим доступа: <(http://sever.by/?p=135)>

21. Давыденко О.Г. Соя для умеренного климата /О.Г. Давыденко, Д.Е. Голоенко, В.Е. Розенцвейг; Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск: Тэхналогія, 2004. – 173 с.

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ СОЕВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА РИЗОГУМИНА

Пищур И.Н., Канивец В.И., Ларченко И.В.

Институт сельскохозяйственной микробиологии НААН,
г. Чернигов

В условиях полевого опыта установлено, что почвенные гербициды Гезагард 500 FW, Примекстра TZ Голд 500 SC, Пират, Селамид задерживают формирование соево-ризобияльного симбиоза и проявляют фитотоксичное действие на растения. При использовании Ризогумина в посевах сои для уменьшения отрицательного влияния гербицидов на формирование симбиоза рекомендуется заранее использовать гербициды, например, Селамид, действующее вещество – ацетохлор (класс хлорацетанилидов), который быстро разлагается.

Ключевые слова: Bradyrhizobium japonicum M-8, Ризогумин, соя, гербициды.

INFLUENCE OF MODERN HERBICIDES ON FORMATION SOYBEAN-RHIZOBIAL SYMBIOSIS AT USE OF MICROBIC PREPARATION RHIZOGUMIN

Pyschur I.M., Kanivets V.I., Larchenko I.V.

Institute of Agricultural Microbiology NAAS, Chernihiv

It was established that soil herbicides Gezagard 500 FW, Primekstra TZ Gold 500 SC, Pirate, Selamid in field conditions inhibit formation of soybean-rhizobial symbiosis and have a phytotoxic action on plants. In order to reduce the negative influence of herbicides on the symbiosis formation at application of Rhizogumin at soybean crops it is recommended to use some of the herbicides ahead of time, for example, Selamid, operating substance – acetochlor (substance group – chloroacetamide) which quickly decays.

Key words: Bradyrhizobium japonicum M-8, Rizogumin, soybeans, herbicides.