

С. Я. Кобак, О. В. Сереветник, кандидати сільськогосподарських наук
М. В. Кушнір

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН

В. О. Савченко, кандидат сільськогосподарських наук

Вінницький національний аграрний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ФУНГІЦИДІВ У СИСТЕМІ ЗАХИСТУ СОЇ

Наведено результати трирічних досліджень щодо впливу передпосівної обробки насіння біофунгіцидами (Аурил, Біополіцид, Екобацил) на фоні інокуляції Ризогуміном та проведення ними обприскування посівів сої у фазі бутонізації і утворення зелених бобів. Відмічено ступінь пригніченості розвитку хвороботворних інфекцій у посівах сої та виявлено позитивний вплив біофунгіцидів на рівень урожайності насіння сої. Встановлено позитивний кореляційний зв'язок між ступенем поширення хвороб та урожайністю насіння культури.

Ключові слова: соя, інокуляція, штам бульбочкових бактерій, біофунгіцид, хвороби сої.

Збитки сільського господарства від шкідливих організмів (шкідників, збудників хвороб та бур'янів) у середньому становлять 20—30 %. Хімічний метод захисту рослин нині є основним і рентабельне землеробство без нього в сучасних умовах практично неможливе. Однак для багатьох розвинених країн актуальною стала потреба зменшення обсягів застосування пестицидів, принаймні на 50 %. Це викликано низкою негативних явищ, які виникають у разі широкого використання хімічного методу, а саме: реєструється адаптація шкідливих видів, тобто виникають пестицидорезистентні форми в популяціях шкідників і фітопатогенів, частота виникнення стійких форм шкідливих організмів випереджає створення нових препаратів; у багатьох випадках пестициди проявляють біоцидну дію на корисну біоту; виникла проблема накопичення так званих пестицидних залишків, які здатні до міграції в різних системах, хімічні препарати недостатньо ефективні проти ґрунтових патогенів, які уражають кореневу систему рослин [1, 2].

Зазначене вище спонукає до пошуку високоефективних і екологічно безпечних систем захисту рослин, які б були альтернативою хімічному методу. Серед методів інтегрованої системи захисту рослин важливе місце належить біологічному захисту рослин [3, 4, 5].

Біологічний метод є одним із основних факторів ефективного розвитку органічного землеробства, стратегічним еколого-безпечним методом захисту

сільськогосподарських культур від шкідливих об'єктів, рівень розвитку якого визначає ступінь продовольчої безпеки держави та якість харчування населення [6].

Велике значення, для підвищення стійкості і захисту рослин від хвороб, має обробка насіння бактеріальними препаратами та протруйниками, які пригнічують розвиток хвороботворних інфекцій на насінні та в ризосфері сої після висіву, стимулюють ріст і розвиток кореневої системи. Обробка посівного матеріалу забезпечує покращення фіксації атмосферного азоту та пригнічує хвороби на початкових стадіях розвитку рослин. Біологічні препарати не забруднюють навколишнє середовище та сільськогосподарську продукцію, не викликають звикання до них патогенних організмів.

Обробка посівів сої препаратами на основі мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів забезпечує захист рослин від грибкових та бактеріальних захворювань.

Біологічні препарати вибірково впливають на чисельність популяції та активність патогенів, шкідників та паразитів, мають високу селективну дію, спричиняють мінімальні порушення структури біоценозів, зручні для виробництва і мають невичерпні ресурси для постійного нарощування обсягів, забезпечують якість сировини, що відповідає стандартам. Використання засобів біологічного захисту рослин дають можливість на 15—20 % підвищити урожайність при одночасному зниженні загальних витрат до 50 % [7, 8].

Мета наших досліджень полягала у вивченні ефективності застосування біологічних фунгіцидів у період вегетації і пошуку препаратів, які б сприяли підвищенню стійкості рослин проти хвороб, що забезпечить можливість отримання високого рівня урожайності, екологічно чистої продукції та усунуть негативний вплив хімічних речовин на навколишнє середовище.

Методика дослідження. Дослідження проводились упродовж 2013—2015 рр. в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах. У досліді, на фоні мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{60}K_{60}$, висівали ранньостиглий сорт сої Хуторяночка (оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН). У день сівби насіння обробляли Ризогуміном (200 г/га норму насіння) на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та біофунгіцидами Аурил, Біополіцид, Екобацил (0,1 л/т) на основі бактерій відповідно *Pseudomonas aureofaciens* і *Bacillus subtilis*. У період вегетації проводили обрискування посівів цими біофунгіцидами у нормі 0,3 л/га, зокрема у фазі бутонізації та фазі утворення зелених бобів. Порівняння проводили із хімічним протруйником Максим XL035 FS (1,0 л/т) та фунгіцидом Абакус (1,5 л/га). За контроль був прийнятий варіант з інокуляцією (Ризогумін 200 г/га норму насіння). Проведення досліджень здійснювалося за загально-прийнятими методичними вказівками [8, 9].

Результати досліджень: У процесі спостережень встановлено, що передпосівна обробка насіння сої біологічними та хімічними препаратами

забезпечує зниження розвитку та поширеності хвороб. Так, на контролі у фазі утворення зелених бобів сої розвиток пероноспорозу становив 19,3 % поширеність 31,6 %, розвиток септоріозу – 18,4 % поширеність 31,3 %, тоді як при додатковій обробці насіння хімічним препаратом та біофунгіцидами розвиток пероноспорозу знижувався до 10,6—12,5 % поширеність до 22,8—26,5 %, розвиток септоріозу знижувався до 9,1—9,6 % поширеність до 17,2—18,2 %. Технічна ефективність фунгіцидів проти пероноспорозу при обробці насіння становила 35,2—45,1 %, проти септоріозу – 47,8—50,5 % (табл. 1).

**1. Ефективність фунгіцидної дії біологічних препаратів у посівах сої
(у середньому за 2013—2015 рр.)**

Обробка насіння	Розвиток хвороби, %	Поширеність хвороби, %	Технічна ефективність, %	Розвиток хвороби, %	Поширеність хвороби, %	Технічна ефективність, %
	пероноспороз			септоріоз		
Утворення зелених бобів						
Інокуляція	19,3	31,6	-	18,4	31,3	-
Інокуляція + Аурил	10,6	25,1	45,1	9,1	18,2	50,5
Інокуляція + Біополіцид	12,5	22,8	35,2	9,2	17,2	50,0
Інокуляція + Екобацил	11,8	26,5	38,9	9,5	18,0	48,4
Інокуляція + Максим XL035 FS	12,3	24,2	36,3	9,6	17,7	47,8
Ризогумін + Аурил + Аурил двічі по вегетації	7,3	9,5	62,2	3,5	5,5	81,0
Ризогумін + Біополіцид + Біополіцид двічі по вегетації	7,4	10,3	61,7	3,4	5,4	81,5
Ризогумін + Екобацил + Екобацил двічі по вегетації	7,1	9,7	63,2	3,2	6,1	82,6
Ризогумін + Максим XL035 FS + Абакус двічі по вегетації	7,2	8,6	62,7	2,3	5,8	87,5
Наливання насіння						
Інокуляція	34,8	56,1	-	28,0	32,4	-
Інокуляція + Аурил	14,1	34,3	59,5	13,6	21,6	51,4
Інокуляція + Біополіцид	14,3	34,9	58,9	14,3	22,4	48,9
Інокуляція + Екобацил	13,3	33,6	61,8	14,0	20,7	49,9
Інокуляція + Максим XL035 FS	12,7	32,4	63,5	13,3	19,1	52,4
Ризогумін + Аурил + Аурил двічі по вегетації	6,9	18,6	80,2	8,2	10,6	70,6
Ризогумін + Біополіцид + Біополіцид двічі по вегетації	7,6	17,3	78,2	7,8	9,8	72,1
Ризогумін + Екобацил + Екобацил двічі по вегетації	5,1	11,2	85,3	7,1	8,3	74,6
Ризогумін + Максим XL035 FS + Абакус двічі по вегетації	6,4	19,5	81,6	8,7	10,2	69,1

У фазі утворення зелених бобів виявлено, що застосування фунгіцидної обробки посівів сої біологічними препаратами у фазі бутонізації у поєднанні з обробкою насіння було більш ефективним. На цих варіантах розвиток та

поширення пероноспорозу, відповідно, становили 7,1—7,4 та 8,6—10,3 %, розвиток та поширення септоріозу становили 2,3—3,5 та 5,4—6,1 %. Технічна ефективність біопрепаратів проти пероноспорозу становила 61,7—63,2 %, септоріозу – 81,0—87,5 %.

Застосування фунгіцидів покращує фітосанітарний стан посівів сої протягом подальшого росту і розвитку рослин. Так, у фазі наливання насіння встановлено, що розвиток і поширеність пероноспорозу та септоріозу на контрольному варіанті становили 34,8 і 56,1 та 28,0 і 32,4 % відповідно. На оброблених ділянках у фазі бутонізації та зелених бобів рослин сої із біофунгіцидним протруєнням насіння розвиток пероноспорозу становив 5,1—7,6 %, поширеність – 11,2—19,5 %, розвиток септоріозу – 7,1—8,7 %, поширеність – 8,3—10,6 %. Технічна ефективність біопрепаратів проти пероноспорозу становила 78,2—85,3 %, септоріозу 69,1—74,6 %.

Найменший розвиток хвороб у фазі повного наливу насіння (пероноспороз – 5,1 %, септоріоз – 7,1 %), відмічено на варіанті, де застосовували інокулянт Ризогумін у поєднанні з біофунгіцидом Екобацил та подвійне його застосування у період вегетації, що забезпечило технічну ефективність проти пероноспорозу на рівні 85,3 %, проти септоріозу – 74,6 %. Поряд з цим було відмічено, що всі препарати фунгіцидної дії показали високий ступінь захисту рослин сої.

Сприятливі умови для росту і розвитку рослин сої та формування урожаю насіння складаються за сприятливої фітосанітарної ситуації у посівах. Вивчення господарської ефективності фунгіцидів у польових випробуваннях показало безпосередній позитивний вплив на підвищення урожайності сої через покращання структурних елементів які впливають на урожай: кількість бобів і насінин на рослині та маса 1000 насінин.

Найважливіший і одночасно найбільш динамічний елемент структури урожайності сої є кількість бобів на рослині. Так, передпосівна обробка насіння сої ризогуміном у поєднанні з фунгіцидними протравниками сприяла збереженню плодоелементів, де кількість бобів становила 21,7—26,0 шт. на рослині, відповідно збільшувалась порівняно із контролем і кількість насіння на рослині до 39,7—43,7 шт. та відповідно і маса насіння до 4,03—4,32 г на рослину (табл. 2).

Післясходова обробка посівів сої біофунгіцидами сприяла до підвищення індивідуальної продуктивності, що пов'язано із покращанням процесів фотосинтезу, біологічної фіксації азоту та збільшує формування елементів індивідуальної продуктивності, де кількість бобів становила 25,3—29,4 шт./рослину, насінин – 46,9—50,2 шт./рослину. Завдяки покращанню фітосанітарної ситуації у посівах сої наприкінці вегетації відбуваються ефективніше перерозподіл та реутилізація поживних речовин до насіння, тому маса 1000 насінин збільшується із 117,4 г до 122,1—123,5 г.

Більш істотну прибавку у формуванні індивідуальних показників продуктивності рослин сої одержали на варіанті із застосуванням ризоторфіну та Максим XL 035 FS при обробці насіння та застосування

хімічного фунгіциду Абакус, де кількість бобів становила 30,4 шт./рослину, насінин – 53,1 шт./рослину, при масі насіння – 5,75 г та масі 1000 насінин 126,2 г.

2. Індивідуальна продуктивність та урожайність насіння сої, (у середньому за 2013—2015 рр.)

Обробка насіння	Кількість бобів, шт.	Кількість насіння, шт.	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га	Пріріст урожайності, т/га
Інокуляція	19,4	38,9	117,4	2,03	-
Інокуляція + Аурил	21,7	39,7	119,2	2,21	0,18
Інокуляція + Біополіцид	22,0	41,5	118,3	2,25	0,22
Інокуляція + Екобацил	22,9	43,3	116,5	2,29	0,27
Інокуляція + Максим XL035 FS	26,0	43,7	118,2	2,38	0,35
Ризогумін+ Аурил + Аурил двічі по вегетації	25,3	46,9	122,1	2,45	0,42
Ризогумін + Біополіцид + Біополіцид двічі по вегетації	28,1	46,5	123,0	2,51	0,49
Ризогумін + Екобацил + Екобацил двічі по вегетації	29,4	50,2	123,5	2,62	0,59
Ризогумін+Максим XL035 FS + Абакус (двічі)	30,4	53,1	126,2	2,66	0,63
$HIP_{0,05}$ т/га				0,134	-

Проведені нами дослідження в умовах Лісостепу Правобережного в середньому за 2013 – 2015 рр. свідчать про те, що рівень урожайності насіння сої в значній мірі залежить від заходів захисту рослин від хвороб і коливався в межах від 2,03 до 2,66 т/га залежно від варіанта.

Відмічено, що найвищу урожайність насіння сої (2,66 т/га) одержали за сівби сої обробленим насінням композицією Ризогумін + Максим XL 035 FS у поєднанні з двома обприскуваннями посівів хімічним фунгіцидом Абакус, у фазах бутонізації та утворення зелених бобів, що на 0,63 т/га більше у порівнянні з контрольним варіантом.

У процесі польових досліджень було виявлено сильні кореляційні зв'язки між урожаєм та показниками поширеності хвороб, які описують наступні регресійні моделі:

$$Y = -62,111 \cdot X_1 + 176,34,$$

де Y – урожай насіння сої, т/га; X_1 – поширеність пероноспорозу, %
коефіцієнт парної кореляції $r = 0,8704$.

$$Y = -37,642 \cdot X_1 + 106,74,$$

де Y – урожай насіння сої, т/га; X_1 – поширеність септоріозу, %
коефіцієнт парної кореляції $r = 0,9108$.

Отже, вивчення ефективності застосування хімічних і біологічних фунгіцидів показало, що обробка насіння та посівів сої протягом вегетації препаратами Аурил, Біополіцид та Екобацил на фоні інокуляції Ризогуміном

сприяло підвищенню індивідуальної продуктивності сої та урожайності в цілому. Результати досліджень показали, що на фоні мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{60}K_{60}$ біологічні фунгіциди в поєднанні з інокуляцією володіли комплексом агрономічно-корисних властивостей, які покращили фітосанітарний стан посівів та підвищили рівень урожайності насіння сої на 0,18—0,63 т/га або на 8,9—31,1 %.

Бібліографічний список

1. Гафуров Р. М. Агроекологические аспекты применения средств химизации в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур / Р. М. Гафуров. – М.: Наука, 2002. – 100 с.
2. Попа Н. Е. Экологические и экономические проблемы интенсификации сельского хозяйства / Н. Е. Попа. – Кишинев, 1986. – С. 68 – 72.
3. Грикун О. Захист посівів сої від шкідників, хвороб та бур'янів // Пропозиція. – 2005. – № 6. – С. 70—76.
4. Заостровных В. И. Фитосанитарные технологии возделывания сои // Защита и карантин растений. – 2005. – № 3. – С. 34–37.
5. Заостровных В. И., Дубовицкая Л. К. Севообороты и борьба с болезнями и вредителями // Земледелие. – 2005. – № 1. – С. 35–36.
6. Ткаленко Г. М. Мікробіологічний метод в інтегрованому захисті рослин / Г. М. Ткаленко // Матеріали міжнар. Наук.-практ. Конф. « Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття» . – К.: ІЗР, 2004. – С. 493 – 496.
7. Трибель С. О. Екологізація захисту рослин /С. О. Трибель // Карантин і захист рослин, 2010. – № 5. – С. 16—20.
7. Райчук Т. М. Вплив протруйників на мікрофлору та схожість насіння сої / Т. М. Райчук // Наукові доповіді НУБіП. – 2010. – № 1 (17). – С. 12—19.
8. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / Редкол.: М. В. Зубець (голова) та ін. – К.: Логос, 2004. – 776 с.
9. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; за ред. В. О. Єщенка // Дія, 2005. – 288 с.
10. Клименко А. М. Вплив різних фракцій Біополіциду на схожість насіння та розвиток сільськогосподарських культур / А. М. Клименко // Агроекологічний журнал. – 2014. – № 3. – С. 105 – 108.

Надійшла до редколегії 22. 04. 2016 року
Рецензент С. В. Іванюк, кандидат сільськогосподарських наук