

УДК 633.34 : 631.531.027 : 632.35

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНЕЙ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

Виктор МИКОЛАЕВСКИЙ<sup>1</sup>, Валентина СЕРГИЕНКО<sup>1</sup>, Людмила ТИТОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт защиты растений Национальной Академии Наук Украины

<sup>2</sup> Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного Национальной Академии наук Украины

**Abstract.** The influence of soybean seed inoculation with microbial formulations on diseases development during the growing season and on crop yield is presented. The work was carried out on three soybean varieties of different ripening. It was established that the bacterial formulations (Rizobin and Bacterial fertilizer) based on *Bradyrhizobium japonicum*, and the complex formulation significantly improved plant growth and development, and also promoted the reduction of the main diseases incidence. Their effectiveness against *Alternaria* and downy mildew was at the level of the chemical fungicide Maxim XL 035 FS effectiveness, while against soybean bacteriosis – by 8-10% above it. Bacterial formulations promoted the increase of the grain yield of Medea, Moravia and Madison cultivars by 88%, 50% and 18% respectively in comparison with the control. The largest increase of soybean yield was provided by the complex formulation, Rizobin and the combined use of the formulations Maxim XL 035 FS with Rizobin.

**Key words:** Soybean; Bacterial formulations; Seed treatment; Development of diseases; Crop yield.

**Реферат.** Приведены результаты исследований влияния инокуляции семян сои микробными препаратами на развитие болезней в период вегетации и урожай культуры. Работа проводилась на трех сортах сои разных сроков созревания. Установлено, что бактериальные препараты на основе *Bradyrhizobium japonicum* (бактериальное удобрение и Ризобин) и комплексный препарат значительно улучшали рост и развитие растений, а также способствовали снижению пораженности основными болезнями. Их эффективность против альтернариоза и пероноспороза была на уровне эффективности химического фунгицида Максим XL 035 FS, а против бактериоза сои – на 8-10% выше. Бактериальные препараты способствовали увеличению урожая зерна сои сортов Медея, Моравия и Медисон в среднем на 88%, 50,0% и 18% по сравнению с контролем. Наибольший прирост урожая сои обеспечили комплексный инокулянт, Ризобин и комбинированное применение препаратов Максим XL 035 FS с Ризобином.

**Ключевые слова:** Соя; Бактериальные препараты; Обработка семян; Развитие болезней; Урожайность.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших факторов снижения потерь урожая сои (*Glycine max* (L.) Merrill) является обработка семян протравителями, защищающими растения от болезней и вредителей, а также применение инокулянтов на основе микросимбионтов *Bradyrhizobium japonicum*, способствующих повышению стрессоустойчивости и продуктивности культуры. Растения сои с активным симбиотическим аппаратом более устойчивы к корневым гнилям, фузариозному и вертициллезному увяданию и другим болезням.

Кроме того, биологические препараты, защищая растения от фитопатогенной микробиоты и вредителей, позволяют снижать нормы внесения пестицидов (Дидович, С.В. и др. 2010; Толкачев, Н.З. 2001). Применение биологических препаратов Микосана-Н и Триходермина в сочетании с комплексным инокулянтом Эковитал позволило уменьшить развитие септориоза в 1,9 - 2,4 раза, аскохитоза – на 13,6 - 36,0%, пероноспороза – на 13,0 - 57,5%, повысить массу 1000 зерен сои на 1,39 - 2,78 г, урожайность – на 0,51 - 0,52 т / га (Кошевський, І.І. Ляска, С.І. 2014).

Целью работы было изучение влияния обработки семян сои различных сортов бактериальными препаратами на развитие болезней в период вегетации и на урожайность.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работу выполняли в течение 2013-2014 гг. на Государственном предприятии «Экспериментальная база (ГП ЭБ) «Александрия» Белоцерковского района Киевской области. Почва – чернозем малогумусный с содержанием гумуса 2,6%, рН – 5,6.

Обработку семян перед посевом проводили бактериальными препаратами на основе ризобий сои: *Bradyrhizobium japonicum* РС-08 (Бактериальное удобрение) селекции ИФРГ НАНУ, *Bradyrhizobium*

*japonicum* УКМ В-6023 (Ризобин) и комплексным бинарным препаратом *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6023 + *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 (штаммы селекционированы в ИМВ НАНУ). Титр биопрепаратов составлял  $2,0 \cdot 10^9$ – $5,0 \cdot 10^9$  кл./мл. Действие биологических препаратов сравнивали с действием химического програвителя Максим XL 035 FS, т.к.с. (флудиоксонил, 25 г/л + металаксил-М, 10 г/л). Одним из вариантов опыта было также совместное применение препарата Максим XL 035 FS с биопрепаратом Ризобин при последовательной обработке семян химическим, а затем биологическим препаратом. Норма расхода химического програвителя в этом варианте была снижена на 25%. Опыты проводили на сортах различных сроков созревания: Медея (раннеспелый), Медисон (среднеранний) и Моравия (среднеспелый).

Посев сои осуществляли поделяночно специальной селекционной сеялкой из расчета 800 тыс. растений на 1 га. Площадь опытных участков составила 10 кв.м., повторность – 4-кратная.

В течение вегетационного периода определяли развитие болезней в динамике и урожайность культуры по общепринятым методикам. Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью компьютерной программы «Statgraphics».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проведенные исследования показали, что обработка семян микробиологическими препаратами положительно повлияла на рост и развитие растений сои. Физиологическое состояние растений в вариантах с использованием бактериальных препаратов было лучшим по сравнению с контролем: растения были более мощными, имели более развитый фотосинтетический аппарат с интенсивной зеленой окраской, меньше поражались фитопатогенами.

Наиболее распространенными болезнями в период вегетации на сортах Медея и Моравия были бактериоз в виде бактериального ожога, ложная мучнистая роса (пероноспороз) и альтернариоз; на сорте Медисон – альтернариоз, пероноспороз и фузариозное увядание. Наименьшим развитием характеризовались бактериоз на сортах Медея (1,2-5,2%) и Моравия (2,1-11,4%) и фузариозное увядание на сорте Медисон (0,6-3,2%). В наибольшей степени растения всех сортов сои поражались альтернариозом (от 6,2% на сорте Моравия до 28,0% на сорте Медисон). Развитие пероноспороза на сортах Медея, Моравия и Медисон находилось на уровне 1,2-3,8%, 1,8-5,5% и 3,2-26,8% соответственно (табл. 1).

Инокуляция семян способствовала снижению заболеваемости растений. Биологические препараты эффективно контролировали бактериозы: эффективность их действия на исследуемых сортах составила в среднем 42,8- 64,4% в фазу цветения и 38,5-64,9% в фазу образования бобов. Самую низкую эффективность биопрепараты проявили против альтернариоза сои. На сортах Медея и Моравия она составила в среднем 17,1-39,6%, а на сорте Медисон была выше – 41,3-68,3% (табл. 2). Эффективность бактериальных препаратов против одной из наиболее распространенных болезней – пероноспороза – находилась на уровне 16,7-61,9% в фазу цветения и 26,3-65,7% в фазу образования плодов. Высокую эффективность (81-100%) обеспечили бактериальные препараты и против фузариозного увядания.

Следует подчеркнуть, что развитие болезней сои при использовании химического препарата Максим XL 035 FS незначительно отличалось от вариантов с биологическими препаратами. Самым низким развитием в этом варианте охарактеризовался пероноспороз, а самым высоким – бактериоз. Эффективность препарата на исследуемых сортах против пероноспороза составляла 33,3-57,1% в фазу цветения и 34,2-52,7% в фазу образования плодов, против альтернариоза – 28,8-65,1% и 28,0-56,4% соответственно, против бактериоза – на уровне 35,7-50,7% и 30,8-55,3% (табл. 2).

Совместное применение препаратов Максим XL 035 FS, т.к.с. и Ризобин также оказало положительное влияние на снижение заболеваний сои. Развитие болезней в этом варианте практически на всех сортах было несколько ниже, чем при обработке отдельно взятыми препаратами. Наиболее эффективно подавлялись бактериоз и пероноспороз сои.

Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами положительно повлияла не только на состояние и развитие растений, но и на повышение их продуктивности. В этих вариантах было большее количество бобов на растении, их масса, что обеспечило в целом более высокий урожай зерна.

**Таблица 1.** Развитие болезней сои при обработке семян исследуемыми препаратами, % (2013-2014 гг.)

Вариант опыта	Фаза цветения			Фаза образования бобов		
	бактериоз	пероноспороз	альтернариоз	бактериоз	пероноспороз	альтернариоз
<b>Сорт Медея</b>						
Контроль (без обработки)	2,8	1,8	12,5	5,2	3,8	17,5
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	1,2	1,5	9,1	3,0	2,8	13,8
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	1,2	1,2	8,4	3,2	2,6	14,5
Ризобин, 2,0 л/т	1,6	1,4	8,6	3,2	2,5	11,6
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	1,2	1,2	8,2	2,8	2,0	10,5
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	1,8	1,2	8,9	3,6	2,5	12,6
НСР <sub>05</sub>	0,6	0,2	2,4	1,2	1,0	2,4
<b>Сорт Моравия</b>						
Контроль (без обработки)	7,3	3,8	9,6	11,4	5,5	20,2
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	3,6	2,8	6,2	5,1	3,2	12,8
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	2,8	2,2	6,5	4,2	2,6	14,5
Ризобин, 2,0 л/т	2,6	1,8	6,0	4,0	2,5	12,2
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	2,1	1,8	6,4	3,8	2,2	12,5
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	3,6	2,2	6,6	4,2	2,6	12,8
НСР <sub>05</sub>	0,7	1,1	2,3	1,7	1,9	3,2
<b>Сорт Медисон</b>						
Вариант опыта	фузариозное увядание	пероноспороз	альтернариоз	фузариозное увядание	пероноспороз	альтернариоз
Контроль (без обработки)	2,8	8,4	12,6	3,2	26,8	28,0
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	0,2	3,2	4,2	0,6	14,2	16,4
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	0	3,7	4,0	0	9,2	14,6
Ризобин, 2,0 л/т	0	4,2	4,6	0	12,4	14,2
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	0,6	4,2	3,6	0,6	12,4	14,8
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	0	3,6	4,4	1,2	16,8	12,2
НСР <sub>05</sub>	0,02	2,3	1,2	0,05	3,1	3,6

На исследуемых сортах сои отмечали разное количество бобов на растении, что является одной из биологических особенностей сорта. На сорте Медея их насчитывали в среднем 19-32 на 1 растение, на сорте Моравия – 29-42, на сорте Медисон – 40-54 шт./растение (табл. 3).

В вариантах с использованием бактериальных препаратов количество бобов на растении было на 23-63% больше по сравнению с контролем. Наивысший урожай был получен на сорте Медисон – 5,6-6,0 т/га в опытных вариантах и 4,9 т/га в контроле. На сорте Моравия урожайность составляла соответственно 5,1-5,8 т/га и 3,8 т/га, на сорте Медея – 4,0-5,5 т/га при 2,5 т/га в контроле. В целом урожай сои во всех вариантах с применением бактериализации семян на сортах Медея, Моравия и Медисон составил в среднем на 88%, 50% и 18% больше, чем в контроле. Самый высокий прирост урожая на сорте Медея обеспечил комплексный инокулянт, на сортах Моравия и Медисон – препарат Ризобин и совместное применение препаратов Максим XL 035 FS + Ризобин.

## ВЫВОДЫ

Предпосевная обработка семян сои исследованными бактериальными препаратами положительно влияла на развитие растений, способствовала снижению уровня пораженности их фитопатогенами и повышению урожайности.

Эффективность защитного действия бактериальных препаратов против альтернариоза и пероноспороза сои практически была на уровне химического протравителя Максим XL 035 FS, а эффективность их против бактериоза сои была на 8-10% выше.

Исследуемые сорта сои в разной степени поражались болезнями в период вегетации и

**Таблица 2. Биологическая эффективность бактериальных препаратов против болезней сои в период вегетации, %**

Вариант	Фаза цветения			Фаза образования бобов		
	бакте-риоз	перонос-пороз	альтер-нариоз	бакте-риоз	перонос-пороз	альтер-нариоз
<b>Сорт Медея</b>						
Контроль (без обработки)	-	-	-	-	-	-
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	57,1	16,7	27,2	42,3	26,3	31,1
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	57,1	33,3	32,8	38,5	31,6	17,1
Ризобин, 2,0 л/т	42,8	22,2	31,2	38,5	34,2	33,7
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	57,1	33,3	34,4	46,2	47,4	40,0
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	35,7	33,3	28,8	30,8	34,2	28,0
<b>Сорт Моравия</b>						
Контроль (без обработки)	-	-	-	-	-	-
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	50,7	26,3	35,4	55,3	41,8	36,6
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	64,4	42,1	32,3	63,2	52,7	28,2
Ризобин, 2,0 л/т	64,4	52,6	37,5	64,9	54,5	39,6
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	71,2	52,6	33,3	66,7	58,2	38,1
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	50,7	42,1	31,3	55,3	52,7	36,6
<b>Сорт Медисон</b>						
Вариант	фузари-озное увядание	перонос-пороз	альтерна-риоз	фузари-озное увядание	перонос-пороз	альтерна-риоз
Контроль (без обработки)	-	-	-	-	-	-
Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	92,9	61,9	66,7	81,3	47,0	41,3
Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	100	55,9	68,3	100	65,7	48,9
Ризобин, 2,0 л/т	100	50,0	63,5	100	53,7	49,3
Максим XL 035 FS, 0,75 л/т+Ризобин, 2,0 л/т	78,6	50,0	71,4	81,3	53,7	47,1
Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	100	57,1	65,1	62,5	37,3	56,4

**Таблица 3. Влияние бактериальных препаратов на урожайность сои (среднее за 2013-2014 гг.)**

№ п/п	Вариант	Количество бобов		Урожай		
		шт./раст., X±S <sub>x</sub>	шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	т/Га	% к контролю
<b>Сорт Медея</b>						
1	Контроль (без обработки)	19±3	977	247	2,5	-
2	Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	31±2	1550	441	4,4	176,0
3	Ризобин, 2,0 л/т	29±4	1452	472	4,7	188,0
4	Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	32±3	1600	547	5,5	220,0
5	Максим XL 035 FS, 0,75 л/т + Ризобин, 2,0 л/т	21±3	1005	420	4,2	168,0
6	Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	19±3	966	396	4,0	160,0
	НСР <sub>05</sub>			8,1		
<b>Сорт Моравия</b>						
1	Контроль (без обработки)	29±3	987	379	3,8	-
2	Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	41±5	1550	515	5,2	136,8
3	Ризобин, 2,0 л/т	39±4	1452	562	5,6	147,4
4	Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	42±3	1600	514	5,1	134,2
5	Максим XL 035 FS, 0,75 л/т + Ризобин, 2,0 л/т	33±3	1105	581	5,8	152,6
6	Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	40±5	1184	551	5,5	144,7
	НСР <sub>05</sub>			15,2		
<b>Сорт Медисон</b>						
1	Контроль (без обработки)	40±2	1495	489	4,9	-
2	Бактериальное удобрение, 1,0 л/т	45±4	1752	556	5,6	114,3
3	Ризобин, 2,0 л/т	54±3	1636	604	6,0	122,4
4	Комплексный инокулянт, 1,0 л/т	49±3	1826	579	5,8	118,4
5	Максим XL 035 FS, 0,75 л/т + Ризобин, 2,0 л/т	49±4	1609	589	5,9	120,4
6	Максим XL 035 FS, 1,0 л/т	45±3	1780	576	5,8	118,4
	НСР <sub>05</sub>			18,7		

значительно отличались по урожайности. Наименьшим развитием болезней и более низкой урожайностью отличался раннеспелый сорт Медея. Сорты средних сроков созревания Моравия и Медисон в большей мере поражались болезнями, но и продуктивность этих сортов была значительно выше.

Высокий защитный и хозяйственный эффект обеспечивает также комбинированное применение химического протравителя с биологическим препаратом Ризобин, где норма расхода химического препарата была снижена на 25%.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДИДОВИЧ, С.В., ЩИГОРЦОВА, Е.Л., АБДУРАШИТОВ, С.Ф. (2010) Биологизация технологий выращивания зернобобовых культур. В: Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: матер. VII Междун. конф., Минск, 31 мая-4 июня 2010 г., с. 233-235.

2. КОШЕВСЬКИЙ, І.І., ЛЯСКА, С.І. (2014) Вплив інокуляції сої біологічними препаратами на розвиток грибних хвороб. В: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Біологія, біотехнологія, екологія, Вип. 204, с. 127-131.

3. ТОЛКАЧЕВ, Н.З. (2001) Симбиотическая азотфиксация – экологически безопасный путь повышения продуктивности земледелия. В: Вісник ОНУ. Серія Біологія, т. 6, вип. 4, с. 309-312.

Data prezentării articolului: 15.12.2016

Data acceptării articolului: 29.01.2017