Эффективность совместного применения инокулянтов и фунгицидов при обработке семян сои

Н.А. Бушнева,

кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 275-78-45

E-mail: protection@vniimk.ru

Для цитирования: Бушнева Н.А. Эффективность совместного применения инокулянтов и фунгицидов при обработке семян сои // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 119–123.

Ключевые слова: соя, инокулянт, ризобии, фунгицид, клубеньки.

Растения сои обладают уникальной способностью формировать симбиотические отношения с бактериями рода *Rhizobium* вида *Bradyrhizobium*. Благодаря симбиозу растения получают из воздуха необходимое количество азота для своего роста и развития. В Российской Федерации аборигенная культура *B. japonicum* распространена на Дальнем Востоке, на остальной территории страны естественная популяция бактерий встречается редко, что требует искусственного насыщения почв этими микроорганизмами. При выращивании сои часто наблюдается её поражение различными болезнями, которые существенно снижают урожайность культуры. Поэтому целью исследований было установить влияние совместного применения современных фунгицидных протравителей с инокулянтом на образование клубеньков у растений сои в условиях центральной природно-климатической зоны Краснодарского края. Опыты проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» и «Методике проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами». Установлено, что протравитель Максим, КС не оказывал токсичного влияния на образование клубеньков у растений сои, их количество в опыте превышало контроль и составляло в среднем 20 и 25 шт./раст. Совместное применение фунгицида и инокулянта Хайкоут супер соя способствовало

увеличению количества клубеньков на корнях растений сои. Также здесь получены клубеньки, имеющие наибольшую массу с растения в сравнении с другими вариантами. Обработка семян сои фунгицидом ТМТД, ВСК неблагоприятно сказалась на образовании клубеньков, их количество и масса были наименьшими. Урожайность сои в вариантах с фунгицидом Максим, КС + Хайкоут супер соя была наибольшей и достоверно превышала контроль в оба года исследований. Анализ структурных показателей свидетельствует о том, что в этом варианте образовывалось большее количество бобов и масса семян с одного растения. Худшие результаты по этим же показателям получены в варианте с ТМТД, ВСК.

UDC 679.64:632.952:633.853.52

The efficiency of the combined application of inoculants and fungicidal disinfectants on soybean.

N.A. Bushneva, PhD in agriculture

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-78-45

E-mail: protection@vniimk.ru

Key words: soybean, inoculant, rhizobia, fungicide, tubercles.

Soybean plants have a unique ability to develop symbiotic relationships with bacteria of the genus *Rhizobium* of the species *Bradyrhizobium*. Due to this symbiosis, plants receive the necessary for their growth and development amount of nitrogen from the air. In the Russian Federation, the indigenous culture of *B. japonicum* is widespread in the Far East; in the rest of the country, a natural population of bacteria is rare, which requires artificial soil saturation with these microorganisms. During its cultivation, the soybean is often affected by various diseases, which significantly reduce the crop yield. Therefore, the aim of the research was to determine the effect of the combined application of modern fungicidal disinfectants with inoculant on the development of tubercles in soybean plants in the central natural climatic area of the Krasnodar region. We conducted the experiments according to the “Methodological guidelines for registration trials of fungicides in agriculture” and “Procedure of field agrotechnical experiments with oil crops”. We established that the disinfectant Maxim, SC did not have a toxic effect on the development of tubercles in soybean plants; their number in the experiment exceeded the control and averaged on 20 and 25 pcs. per plant. The combined application of the fungicide and the inoculant HiCoat Super Soy contributed to an increase in the number of tubercles

on the roots of soybean plants. In addition, their application resulted in tubercles that have largest mass per plant in comparison with other variants. The treatment of soybean seeds with the fungicide TMTD, WSC adversely affected the development of tubercles, their number and mass were the smallest. Soybean yield in the variants with fungicide Maxim, SC + HiCoat Super Soy was the highest and significantly exceeded the control in both years of research. The analysis of structure indicators shows that in this variant a larger number of beans and mass of seeds per plant were developed. The worst results by these indicators were obtained in the variant with TMTD, WSC.

Введение. Соя относится к числу ценных культурных растений мирового значения. Продукты переработки сои востребованы в различных отраслях народного хозяйства (легкой, автомобильной, лакокрасочной, пищевой промышленности, в качестве диетического продукта в питании человека). Содержащиеся в семенах ферменты и ингибиторы проявляют лечебные свойства против злокачественных образований. Возделывание сои в полевых севооборотах дает возможность решать актуальные вопросы агротехники, связанные с повышением плодородия почвы [1].

Растения сои обладают уникальной способностью вступать в симбиотические отношения с бактериями рода *Rhizobium* вида *Bradyrhizobium*. Благодаря такому симбиозу растения получают из воздуха необходимое количество азота для своего роста и развития на протяжении всего периода вегетации [2; 3]. В Российской Федерации аборигенная культура азотфиксирующих бактерий *B. japonicum* широко распространена в почвах Дальнего Востока. На остальной территории страны естественная популяция клубеньковых бактерий встречается редко, что требует искусственного обогащения почв этими микроорганизмами [4]. При выращивании сои часто наблюдается поражение растений различными болезнями, которые существенно снижают урожайность культуры, ухудшают посевные и товарные качества семян (всхожесть, скорость и энергию прорастания, жизнеспособность) [5]. Наблюдающаяся в последнее

время тенденция увеличения посевных площадей под сою влечёт за собой накопление патогенной инфекции и ещё большую распространённость различных болезней.

Так как значительная часть болезней передается через семена или почву, целесообразным является предпосевное протравливание семян сои. Использование протравителей в комплексе с инокулянтами позволяет значительно сократить недоборы урожая от болезней даже в годы массового развития патогенов [6; 7].

На сегодняшний день имеются данные о комплексном применении перспективных протравителей с инокулянтами на сое в ряде соеяющих регионов. Так, в результате проведенных исследований в Орловской области было установлено, что заблаговременная обработка семян сои протравителями и нитрогенизация в день посева позволяет снизить инфекционную нагрузку, сохранить азотфиксирующую способность клубеньковых бактерий и повысить урожайность на 10–20 % [6]. На Дальнем Востоке, во ВНИИ сои изучена совместимость местных коллекционных штаммов ризобий сои с фунгицидами и ростостимулирующими препаратами. Было установлено, что коллекционные штаммы ризобий сои быстрорастущего вида *Sinorhizobium fredii* более устойчивы к изучаемым препаратам, чем штаммы медленнорастущего вида *Bradyrhizobium japonicum*, и могут быть использованы при совместном применении для предпосевной обработки семян сои [8].

В условиях Краснодарского края вопрос совместного применения фунгицидов с инокулянтами на сортах сои остаётся мало изученным. Поэтому целью исследований было установить влияние совместного применения современных фунгицидных протравителей с инокулянтами на образование азотфиксирующих клубеньков у растений сои в условиях центральной природно-климатической зоны Краснодарского края.

Материалы и методы. Полевые опыты по изучению влияния совместного применения химических протравителей и

инокулянта на образование клубеньков проводили в 2018–2019 гг. согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [9] и «Методике проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами» [10]. Перед посевом семена сои обрабатывали фунгицидами и инокулянтами на лабораторном инкредитаторе «Hege».

Схема опыта:

- 1) Контроль – без обработки;
- 2) Максим, КС (25 г/л) – 2,0 л/т;
- 3) Хайкоут супер соя, 10 млрд клеток/мл *Bradyrhizobium japonicum* + экстендер – 1,42 л/т;
- 4) ТМТД, ВСК (400 г/л) – 6,0 л/т;
- 5) Максим, КС (25 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер – 2,0 + 1,42 л/т;
- 6) ТМТД, ВСК (400 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер – 6,0 + 1,42 л/т.

Посев семян проводили сеялкой «Gaspardo MT-8» согласно схеме опыта, повторность опыта 3-кратная. В фазе цветения сои проводили отбор растений и учёт количества образовавшихся клубеньков. Для этого в каждом варианте опыта (по повторностям) выкапывали растения сои с корешками (по 10 растений), в лабораторных условиях корешки промывали под водой на почвенных ситах. В дальнейшем проводили подсчёт и взвешивание всех клубеньков. Перед уборкой отбирали снопы для определения структуры урожая, уборку каждой делянки отдельно проводили комбайном «Wintersteiger Classic». Урожай взвешивали, приводили к 100%-ной чистоте и стандартной 14%-ной влажности.

Результаты исследований. При проведении опытов было установлено, что в центральной природно-климатической зоне Краснодарского края в результате многолетнего возделывания сои в почве сформировались аборигенные популяции ризобий. На это указывает наличие клубеньков, которые образовывались на корнях растений сои как в контрольных вариантах, где семена перед посевом не обрабатывались, так и в вариантах с обработкой только фунгицидными протравителями (рис. 1, табл. 1).

Рисунок 1 – Клубеньки на корнях сои в вариантах: а – контроль; б – Максим, КС; в – ТМТД, ВСК

Результаты исследований показывают, что в условиях 2018 г. на корнях растений сои в контроле клубеньков образовалось в среднем 16 шт./раст., несколько больше их было при обработке семян Хайкоут супер соя – 17 шт./раст. и фунгицидом Максим, КС – 20 шт./раст., а в варианте с ТМТД, ВСК насчитывалось наименьшее их количество – 13 шт./раст. Совместная обработка семян Максимом, КС и Хайкоут супер соя позволила получить максимальное количество клубеньков – 23 шт./раст.

Таблица 1

Влияние фунгицидных протравителей на количество и массу клубеньков у сои

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2018–2019 гг.

Вариант	Количество клубеньков, шт./раст.		Масса клубеньков, г/раст. (воздушносухая)	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Контроль (без обработки)	16	18	0,04	0,07
Максим, КС (25 г/л)	20	25	0,09	0,14
Хайкоут супер соя, 10 млрд клеток/мл <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + экстендер	17	28	0,06	0,24
ТМТД, ВСК (400 г/л)	13	16	0,03	0,08
Максим КС (25 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер	23	29	0,12	0,25
ТМТД, ВСК (400 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер	18	15	0,06	0,09

Подсчет клубеньков на корнях растений сои в 2019 г. показал, что их численность была выше в сравнении с предыдущим годом исследований и в зависимости от варианта опыта составляла 15–29 шт./раст. Максимальное количество клубеньков образовывалось у растений

сои в варианте с Максим, КС + Хайкоут супер соя. При обработке семян фунгицидом ТМТД, ВСК количество клубеньков было наименьшим. Следует отметить, что все клубеньки сои, независимо от варианта опыта, находились в жизнеспособном состоянии.

Помимо количества клубеньков определяли и их массу. Наибольшая масса клубеньков на одно растение в 2018 г. получена в вариантах при обработке семян Максим, КС и Максим, КС + Хайкоут супер соя – 0,09 и 0,12 г/раст. соответственно. Результаты 2019 г. свидетельствуют о том, что масса клубеньков с 1 растения по вариантам опыта варьировала от 0,07 до 0,25 г, что на 0,03–0,18 г выше в сравнении с 2018 г. В вариантах с обработкой фунгицидом Максим, КС, инокулянт и их смесью она была наибольшей.

В фазе технической спелости проводили уборку сои, предварительно отобрав снопы для определения структуры урожая на всех вариантах опыта.

Условия 2018 г. были неблагоприятны для выращивания сои (осадки наблюдались только в 1-й декаде мая – 8 мм и в 3-й декаде июля – 20 мм), что сказалось на её урожайности, которая была на уровне 0,97–1,33 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Изменение структурных показателей и урожайности сои в зависимости от варианта обработки семян

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2018 г.

Вариант	Количество бобов, шт./раст.	Масса семян, г/раст.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га	± к контролю
Контроль (без обработки)	45	13,1	152	1,12	–
Максим, КС (25 г/л)	47	13,7	152	1,27	+ 0,15
Хайкоут супер соя, 10 млрд клеток/мл <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + экстендер	42	13,0	145	1,10	+ 0,02
ТМТД, ВСК (400 г/л)	40	12,0	145	0,97	– 0,15
Максим КС (25 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер	48	14,2	156	1,33	+ 0,21
ТМТД, ВСК (400 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер	44	13,2	147	1,12	0,0
НСР ₀₅	-	0,7	-	0,15	

В вариантах с фунгицидом Максим, КС и Максим, КС + Хайкоут супер соя прибавка урожая достоверно превышала контроль на 0,15 и 0,21 т/га. В остальных вариантах полученная урожайность существенно не отличалась от контроля, а в варианте с обработкой семян ТМТД, ВСК она была на 0,15 т/га ниже.

Анализ структурных показателей свидетельствует о том, что в варианте с обработкой семян Максим, КС + Хайкоут супер соя образовалось большее количество бобов и масса семян с одного растения – 48 шт. и 14,2 г соответственно. Худшие результаты по этим же показателям получены в варианте с ТМТД, ВСК.

Урожайность сои в 2019 г. варьировала от 1,98 до 2,44 т/га, достоверная прибавка к контролю отмечена в вариантах с фунгицидом Максим, КС, инокулянт и их смесью – 0,19–0,34 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Изменение структурных показателей и урожайности сои в зависимости от варианта обработки семян

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2019 г.

Вариант	Количество бобов, шт./раст.	Масса семян, г/раст.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га	± к контролю
Контроль (без обработки)	64	19,9	154	2,10	–
Максим, КС (25 г/л)	73	23,1	160	2,34	+ 0,24
Хайкоут супер соя, 10 млрд клеток/мл <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + экстендер	70	20,0	152	2,29	+ 0,19
ТМТД, ВСК (400 г/л)	60	20,0	149	1,98	– 0,12
Максим, КС (25 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер	70	25,2	162	2,44	+ 0,34
ТМТД, ВСК (400 г/л) + Хайкоут супер соя + экстендер	62	20,2	154	2,10	0,0
НСР ₀₅	-	0,9		0,19	

Установлено, что количество бобов в среднем находилось на уровне 63–73 шт./раст. Масса семян с растения в вариантах опыта была выше контрольной, но достоверное превышение отмечено только при обработке семян Максим, КС и смесью Максим КС + Хайкоут супер соя + экстендер. На этих же вариантах масса 1000 семян была наибольшей.

Выводы. Установлено, что в результате многолетнего выращивания сои в центральной природно-климатической зоне Краснодарского края в почве сформировались аборигенные популяции ризобий. Фунгицидный протравитель Максим, КС не оказывал фитотоксичного влияния на образование азотфиксирующих клубеньков у растений сои, их количество в опыте превышало контроль и составляло в среднем 20 и 25 шт./раст. Совместное применение фунгицида и инокулянта Хайкоут супер соя + экстендер способствовало увеличению количества клубеньков на корнях растений сои. Также здесь получены клубеньки, имеющие наибольшую массу с растения в сравнении с другими вариантами – 0,12 и 0,25 г соответственно. Обработка семян сои фунгицидом ТМТД, ВСК неблагоприятно сказалась на образовании клубеньков, их количество и масса были наименьшими.

Установлено, что урожайность сои в вариантах с фунгицидом Максим, КС + Хайкоут супер соя + экстендер была наибольшей и достоверно превышала контроль в оба года исследований. Анализ структурных показателей свидетельствует о том, что в этом варианте образовывалось большее количество бобов и масса семян с одного растения. Худшие результаты по этим же показателям получены в варианте с ТМТД, ВСК.

Список литературы

1. Мащенко Н.В. Фитосанитарный мониторинг сои // Фитосанитарный мониторинг сои. – Благовещенск: ОАО «ПКЗ Зей», 2008. – 190 с.
2. Коць С., Мамеко П. Инокуляция и инкрустация семян сои: обзор технологии применения и рынка препаратов // Спецвыпуск ж. Пропозиция. Современные агротехнологии по применению биопрепаратов и регуляторов роста. – 2015. – С. 24–28.
3. Тильба В.А., Синеговская В.Т. Роль симбиотической азотфиксации в повышении фотосинтетической продуктивности сои // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 16–18.
4. Тильба В.А. Аборигенная популяция ризобий сои основной соеосеющей зоны России: дис. ... д-ра. биол. наук в виде науч. докл. / Владимир Арнольдович Тильба. – Владивосток: ТИБОХ ДВО РАН, 1998. – 47 с.
5. Пивень В.Т., Бушнев А.А., Дряхлов А.И., Саенко Г.М. Защита посевов сои от болезней, вредителей и сорняков // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 30–33.
6. Борзенкова Г.А. Оптимизация технологии предпосевного протравливания и возможность его сочетания с инокуляцией для защиты сои от семенной инфекции // Науч.-произв. журнал «Зернобобо-

вые и крупяные культуры». – 2014. – № 1 (9). – С. 22–30.

7. Саенко Г.М., Бушнев А.А. Эффективность предпосевной обработки семян сои против болезней и вредителей всходов // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 75–82.

8. Якименко М.В., Бегун С.А., Сорокина А.И. Совместимость местных коллекционных штаммов ризобий сои с фунгицидами и ростостимулирующими препаратами // Дальневосточный аграрный вестник. – 2016. – № 2 (38). – С. 38–41.

9. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Под ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург, 2009. – 378 с.

10. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар, 2010. – 328 с.

References

1. Mashchenko N.V. Fitosanitarnyy monitoring soi // Fitosanitarnyy monitoring soi. – Blagoveshchensk: OAO «PKI Zeya», 2008. – 190 s.
2. Kots' S., Mamenko P. Inokulyatsiya i inkrustatsiya semyan soi: obzor tekhnologii primeneniya i rynka preparatov // Spetsvypusk zh. Propozitsiya. Sovremennyye agrotekhnologii po primeneniyu biopreparatov i regulyatorov rosta. – 2015. – S. 24–28.
3. Til'ba V.A., Sinegovskaya V.T. Rol' simbioticheskoy azotfiksatsii v povyshenii fotosinteticheskoy produktivnosti soi // Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. – 2012. – № 5. – S. 16–18.
4. Til'ba V.A. Aborigennaya populyatsiya rizobiy soi osnovnoy soeseyushchey zony Rossii: dis. ... d-ra. biol. nauk v vide nauch. dokl. / Vladimir Arnol'dovich Til'ba. – Vladivostok: TIBOKh DVO RAN, 1998. – 47 s.
5. Piven' V.T., Bushneva N.A., Dryakhlov A.I., Saenko G.M. Zashchita posevov soi ot bolezney, vreditel'ey i somyakov // Zemledelie. – 2010. – № 3. – S. 30–33.
6. Borzenkova G.A. Optimizatsiya tekhnologii predposevnogo protravlivaniya i vozmozhnost' ego sochetaniya s inokulyatsiyey dlya zashchity soi ot semennoy infektsii // Nauch.-proizv. zhurnal «Zernobobovye i krupyanye kul'tury». – 2014. – № 1 (9). – S. 22–30.
7. Saenko G.M., Bushneva N.A. Effektivnost' predposevnoy obrabotki semyan soi protiv bolezney i vreditel'ey vskhodov // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 1 (169). – S. 75–82.
8. Yakimenko M.V., Begun S.A., Sorokina A.I. Sovmestimost' mestnykh kollektsionnykh shtammov rizobiy soi s fungitsidami i rostostimuliruyushchimi preparatami // Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – 2016. – № 2 (38). – S. 38–41.
9. Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaystve / Pod red. V.I. Dolzhenko. – Sankt-Peterburg, 2009. – 378 s.
10. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod obshch. red. V.M. Lukomtsa. – Krasnodar, 2010. – 328 s.

Получено: 07.10.2019 Принято: 11.11.2019

Received: 07.10.2019 Accepted: 11.11.2019