

УДК 635.655:631.559.2:632.952

UDC 635.655:631.559.2:632.952

4.1.1 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ СОИ

Кокова Жанна Литифовна
соискатель

e-mail: agrokbr24@gmail.com

Кабардино-Балкарский государственный аграрный
университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина,
16, Нальчик, Россия, 360030

Кошукоев Мурат Владимирович
д-р с.-х. наук, профессор

e-mail: mkashukoev@gmail.com

Кабардино-Балкарский государственный аграрный
университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина,
16, Нальчик, Россия, 360030

Представлены результаты трехлетних полевых исследований по изучению биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов против основных болезней сои. В почвенно-экологических условиях предгорной зоны КБР в среднем за 2021–2023 гг. применение химических фунгицидов снизило пораженность растений сои фузариозом на 75,0–87,5% на растениях сорта СК Оптима и на 77,4–90,6% – СК Виола. Максимально высокую эффективность на обоих сортах проявил фунгицид Мистери, МЭ – 87,5–90,6%. Обработка агроценоза сои фунгицидами позволила в среднем за три года исследований сохранить от 21,7 до 37,9% урожая сои даже при слабом развитии болезней. Трехкомпонентный фунгицид Мистери, МЭ обеспечил наибольший рост урожайности в течение трех лет на обоих сортах – на 0,66–0,77 т/га. Биологический фунгицид Бактофит, СК, применённый для обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений, показал высокую эффективность против бактериоза, что позволило сохранить урожай: прибавка составила 0,43 и 0,44 т/га для сортов СК Оптима и СК Виола соответственно. Корреляционный анализ выявил, что снижение поражаемости растений на 1% в среднем обеспечивает увеличение урожайности на 0,14 т/га

Ключевые слова: СОЯ, БОЛЕЗНИ, ФУНГИЦИДЫ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-213-012>

4.1.1 General farming, crop production (agricultural sciences)

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF FUNGICIDE APPLICATION ON SOYBEAN CROPS

Kokova Zhanna Litifovna
applicant

e-mail: agrokbr24@gmail.com

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named
after V.M. Kokov, Iv Lenin Avenue, Nalchik, Russia,
360030

Koshukoev Murat Vladimirovich
Doctor of Agricultural Sciences, Professor

e-mail: mkashukoev@gmail.com

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named
after V.M. Kokov, Iv Lenin Avenue, Nalchik, Russia,
360030

The article presents the results of a three-year field study evaluating the biological and economic effectiveness of fungicides against the major diseases of soybean. Under the soil and ecological conditions of the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic, during the 2021–2023 period, the application of chemical fungicides reduced the incidence of Fusarium wilt in soybean plants by 75.0–87.5% in the cultivar SK Optima and by 77.4–90.6% in SK Viola. The fungicide Mystery, ME exhibited the highest efficacy in both cultivars, ranging from 87.5% to 90.6%. On average, over the three years of research, fungicidal treatment of soybean agrocenoses contributed to yield preservation of 21.7–37.9%, even under conditions of low disease pressure. The three-component fungicide Mystery, ME provided the greatest yield increase across both cultivars – by 0.66–0.77 t/ha. The biological fungicide Bactophyt, SC, applied both as a seed treatment and as a foliar spray during the growing season, demonstrated high effectiveness against bacterial blight, resulting in yield gains of 0.43 and 0.44 t/ha for SK Optima and SK Viola, respectively. Correlation analysis indicated that a 1% reduction in disease incidence corresponded, on average, to an increase in yield of 0.14 t/ha

Keywords: SOYBEAN, DISEASES, FUNGICIDES, BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY, YIELD

Введение. Рост посевных площадей под сою приводит к накоплению патогенной инфекции и более широкому распространению различных болезней, способных существенно снизить ее продуктивность, вызывая потери урожая до 20–50% [1,10].

Увеличение разнообразия и распространенности патогенов сои в России является прямым следствием интенсификации выращивания и климатических изменений, усугубляемых глобальными торговыми путями [5]. Химические средства защиты растений (СЗР) остаются одним из основных инструментов в борьбе с болезнями сои, особенно против грибковых патогенов [2-4,8,9]. Стратегическое применение фунгицидов в период вегетации является ключевым для поддержания оптимальной фитосанитарной ситуации в агроценозе сои.

Цель исследований – дать оценку эффективности применения новых фунгицидов в защите агроценоза сои от основных болезней

Методика исследования. Изучение влияния фунгицидов на урожайность сои проводили в полевом двухфакторном опыте в почвенно-экологических условиях предгорной зоны КБР в 2021–2023 гг. согласно «Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [6]. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный мощный легкоглинистый. Климатические условия 2021 и 2023 гг. характеризовались как умеренно благоприятные для роста и развития культуры с ГТК 1,44 и 1,39 соответственно. Самым напряженным по климатическим условиям за годы исследования был 2022 сельскохозяйственный год, здесь за июль выпало лишь 21,9% от среднемноголетних значений и 30,2% от среднемноголетних в августе, а гидротермический коэффициент увлажнения вегетационного периода составил лишь 0,71, что оказало негативное влияние на продуктивности культуры.

Объект исследований: сорта сои компании «Соевый комплекс» СК Оптима – раннеспелый, вегетационный период 112–116 и СК Виола –

среднеспелый, вегетационный период 117–120 дней; фунгициды Мистерия, МЭ; Азорро, КС; Колосаль Про, КМЭ; Балий, КМЭ; Бактофит, СК (табл. 1). Влияние химических фунгицидов на проявление болезней сои происходило на фоне протравливания семян препаратом Скарлет, МЭ (0,4 л/т). Влияние биофунгицида (Бактофит, СК) на проявление болезней сои происходило на фоне протравливания семян Бактофитом СК (2,0 л/т). Обработку фунгицидами проводили в фазу начала цветения ранцевым опрыскивателем, расход рабочей жидкости 300 л/га. Повторность опыта 4-х кратная. Размещение делянок реномализированное, общее число делянок 24, площадь делянки – 56 м², учетная – 28 м².

Таблица 1 – Характеристика фунгицидов, норма расхода

Препарат	Действующие вещества	Химический класс	Норма расхода препарата, л/га	Производитель, регистрационный номер
Мистерия, МЭ	80 г/л пираклюстробина + 80 г/л тебуконазола + 40 г/л дифеноконазола	стробилурины, триазолы	1,0	АО «Щелково Агрохим» рег. № 018-02-2802-1 с 16.09.2020 года
Азорро, КС	300 г/л карбендазима + 100 г/л азоксистробина	бензимидазолы, стробилурины	0,8	АО «Щелково Агрохим» рег. № 018-02-1859-1 с 09.04.2018 года
Колосаль Про, КМЭ	300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола	триазолы	0,4	АО Фирма «Август» рег. № 021-02-3017-1 с 11.02.2021 года
Балий, КМЭ	180 г/л пропиконазола + 120 г/л азоксистробина	триазолы, стробилурины	0,8	АО Фирма «Август» рег. № 021-02-2633-1 с 31.03.2020 года
Бактофит, СК	<i>Bacillus subtilis</i> , штамм ИПМ-215, БА 10000 ЕА/мл, титр – не менее 2,0 млрд спор/мл	бактериальный фунгицид	2,0	ООО ПО «Сиббиофарм» рег. номер: 034-02-3860-1

Результаты и обсуждение. Выбор препаратов с широким спектром действия и физиологическими эффектами позволяют не только контролировать развитие болезней, но и повышать устойчивость культуры к стрессам, что напрямую влияет на формирование урожайности и качество зерна. Результаты наших исследований подтверждают зависимость развития болезней растений сои от агроклиматических условий вегетационного года. Агроклиматические условия вегетационного периода 2022 года способствовали наибольшему развитию фузариоза, особенно на растениях сои сорта СК Оптима (развитие болезни 9,2%). Развитие фузариоза на растениях сои сорта СК Виола в фазу плodoобразования на контрольном варианте было ниже на 2,9% в сравнении с развитием болезни на растениях сои СК Оптима контрольного варианта (рис. 1), что связано с сортовыми особенностями (более высокая генетическая комплексная устойчивость к патогенам). В среднем за три года исследований применение химических фунгицидов снизило пораженность растений сои фузариозом на 75,0–87,5% на растениях сорта СК Оптима и на 77,4–90,6% – СК Виола. Максимально высокую эффективность на обоих сортах проявил фунгицид Мистерия, МЭ – 87,5–90,6%. Обработка агроценоза биологическим фунгицидом была менее эффективной против фузариоза по сравнению с химическими фунгицидами и составила 66,7 и 73,6% соответственно по сортам СК Оптима и СК Виола. Биологическая эффективность химических препаратов в среднем за три года против альтернариоза составила 71,6–95,7%. В агроценозе сои лучшие результаты по защите от альтернариоза достигаются при применении препарата Колосаль Про (сорт СК Оптима снижение на 6,3%; сорт СК Виола снижение на 4,5%). В благоприятный по агроклиматическим условиям в плане сдерживания развития болезней 2023 год фунгициды Мистерия, МЭ и Колосаль Про показали 100% эффективность в защите агроценоза сои против альтернариоза.

На развитие бактериоза изучаемые химические фунгициды оказали меньшее влияние. Биологическая эффективность по снижению развития бактериоза в агроценозе сои сорта СК Оптима составила 27,5–43,1%, на сорте СК Виола 34,1–53,2% в зависимости от варианта фунгицидной обработки.

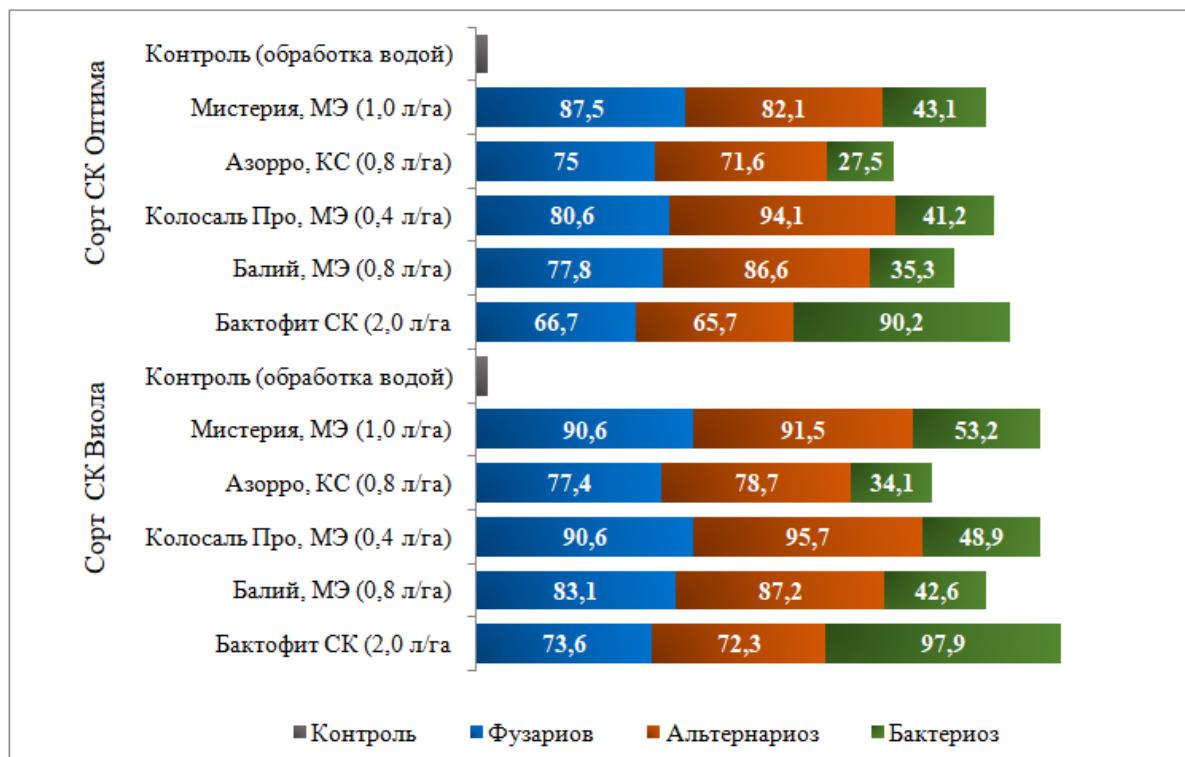


Рисунок 1 – Биологическая эффективность фунгицидов против болезней сои (фаза плодообразование)

Биологический фунгицид оказал существенное положительное влияние на сдерживание развития бактериоза в агроценозе сои. Обработка агроценоза сои сорта СК Оптима биологическим фунгицидом Бактофит СК была более эффективной по сравнению с химическими фунгицидами на 62,7–47,1% и на 63,8–44,7% на сорте СК Виола.

Одним из наиболее эффективных способов борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур является возделывание сортов, устойчивых к патогену. Однако из-за постоянного изменения популяции патогенов в поле-

вых условиях, чтобы преодолеть генетику сои, ранее устойчивые сорта со временем теряют свою защиту, что делает необходимым их регулярное обновление. Агротехнические меры и обработка семян проправителями также не способны полностью обеспечить защиту агроценоза от болезней в период вегетации – они лишь незначительно повышают устойчивость растений. Поэтому использование фунгицидов остаётся наиболее результативным методом защиты растений от инфекций, что способствует повышению урожайности и улучшению качества семян сои.

Основным показателем хозяйственной эффективности используемых препаратов является урожайность. Применение фунгицидов при обработке агроценоза сои способствовало значительному повышению сохранности урожая. В среднем за три года исследований использование этих препаратов позволило сохранить от 21,7 до 37,9% потенциального урожая сои, даже при относительно слабом развитии болезней (табл. 2). Сорт СК Виола проявил более высокую отзывчивость на применение фунгицидов: прибавка урожая семян относительно сорта СК Оптима составила на 0,01–0,11 т/га больше. Наибольшее увеличение урожайности на обоих сортах в течение трёх лет обеспечил трёхкомпонентный фунгицид Мистерия, МЭ – прибавка составила 0,66–0,77 т/га. При применении препарата Колосаль Про, МЭ прибавка была несколько ниже – 0,58–0,68 т/га соответственно по сортам СК Оптима и СК Виола. Использование фунгицидов Балий, МЭ и Азорро, КС способствовало повышению урожайности сорта СК Оптима на 27,6 и 25,5%, а сорта СК Виола – на 29,1 и 25,6%. Биологический фунгицид Бактофит, СК, применённый для обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений, показал высокую эффективность против бактериоза, что позволило сохранить урожай: прибавка составила 0,43 и 0,44 т/га для сортов СК Оптима и СК Виола соответственно.

Анализ результатов за три года показал высокую стабильность действия препаратов Мистерия, МЭ ($CV=18,8\%$), Колосаль Про, МЭ

(CV=20,2%), Балий, МЭ (CV=21,8%) и среднюю стабильность препаратов Азорро, КС (CV=26,2%) и Бактофит, СК (CV=26,8%). Корреляционный анализ выявил, что снижение поражаемости растений на 1% в среднем обеспечивает увеличение урожайности на 0,14 т/га.

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на урожайность сои

Вариант опыта (фактор В)	Год			Среднее	Прибавка	
	2021	2022	2023		т/га	% к контролю
<i>СК Оптима (фактор А)</i>						
1. Контроль	2,14	1,57	2,05	1,92	–	–
2. Мистерия, МЭ (1,0 л/га)	2,78	2,32	2,64	2,58	0,66	34,4
3. Азорро, КС (0,8 л/га)	2,62	2,20	2,41	2,41	0,49	25,5
4. Колосаль Про, МЭ (0,4 л/га)	2,70	2,28	2,53	2,50	0,58	30,2
5. Балий, МЭ (0,8 л/га)	2,66	2,23	2,45	2,45	0,53	27,6
6. Бактофит, СК (2,0 л/га)	2,53	2,14	2,38	2,35	0,43	22,4
<i>СК Виола (фактор А)</i>						
1. Контроль	2,19	1,82	2,07	2,03	–	–
2. Мистерия, МЭ (1,0 л/га)	3,06	2,59	2,75	2,80	0,77	37,9
3. Азорро, КС (0,8 л/га)	2,75	2,33	2,56	2,55	0,52	25,6
4. Колосаль Про, МЭ (0,4 л/га)	3,00	2,46	2,68	2,71	0,68	33,5
5. Балий, МЭ (0,8 л/га)	2,84	2,37	2,64	2,62	0,59	29,1
6. Бактофит, СК (2,0 л/га)	2,68	2,25	2,47	2,47	0,44	21,7
Общая НСР	0,245	0,143	0,184			
НСР для фактора А	0,100	0,058	0,075			
НСР для фактора В	0,173	0,101	0,130			

В связи с тем, что взаимодействие факторов АВ (сорт и препарат) не значимо во все три года исследований, можно говорить об универсальности рекомендаций по применению фунгицидов для обоих сортов.

Выводы. Обработка посевов сои фунгицидами в фазе начала цветения способствует значительному снижению поражённости растений фузариозом, альтернариозом и бактериозом – уровень заражения уменьшается на 7,5 – 95,7%. Благодаря этому наблюдается заметное повышение урожайности: у сорта СК Оптима прибавка составляет 0,43 – 0,66 т/га, а у сорта СК Виола – 0,44 – 0,77 т/га. Среди применяемых препаратов особенно высокую и стабильную эффективность на обоих сортах демонстрирует фунгицид Мистерия, МЭ, обеспечивая надёжную защиту растений и устойчивое формирование урожая.

Литература

1. Баранов, В. Ф. О биологической защите агрофитоценозов сои от вредных организмов / В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин // Масличные культуры. – 2014. – Вып. 1(157–158). – С. 152–164.
2. Безмутко, С. В. Влияние фунгицидов на фитосанитарное состояние опытных посевов сои в Приморском крае / С. В. Безмутко, И. А. Кожевникова // Аграрный вестник Приморья. – 2018. – № 4(12). – С. 33–36.
3. Бударина, Г. А. Биологическая и хозяйственная эффективность применения фунгицидов и биопрепаратов в борьбе с болезнями сои / Г. А. Бударина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3(27). – С. 47–52. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11031
4. Бутовец, Е. С. Эффективность фунгицидов в посевах пшеницы, кукурузы и сои в условиях Приморского края / Е. С. Бутовец, В. В. Брагина, Н. А. Красковская, Л. А. Дега, А. Г. Ишбулдин // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 1(45). – С. 12–17. – DOI: 10.24411/1999-6837-2018-11002
5. Заостровных, В. И. Мониторинг видового состава болезней сои в различных зонах соесеяния / В. И. Заостровных, А. А. Кадуров, Л. К. Дубовицкая, О. А. Рязанова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 4(48). – С. 51–67.
6. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. – СПб., 2009. – 378 с.
7. Резвякова, С. В. Повышение урожайности сои на основе защиты от грибных болезней / С. В. Резвякова, Л. П. Еремин // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 3(90). – С. 77–83. – DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.77
8. Санкин, А. Ю. Эффективность фунгицидов «Аканто Плюс» и «Пропульс» в борьбе с листостеблевыми болезнями сои / А. Ю. Санкин, В. Н. Мороховец, И. А. Кожевникова // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2017. – № 3(193). – С. 44–46.
9. Тишкова, А. Г. Эффективность средств защиты в повышении устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам сои в Хабаровском крае / А. Г. Тишкова, Т. А. Асеева, Золотарева Е. В. // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 1(49). – С. 20–27. – DOI: 10.24411/1999-6837-2019-11003

10. Delaney, M. Effectiveness of fungicide on soybean rust in the southeastern United States: a meta-analysis / M. Delaney, A.A. ArchMiller, D.P. Delaney, A.E. Wilson, E.J. Sikora // Sustainability. – 2018. – V. 10. – № 6. – P. 1784.

References

1. Baranov, V. F. O biologicheskoy zashhite agrofitocenozov soi ot vrednyh organizmov / V. F. Baranov, V. L. Mahonin // Maslichnye kul'tury. – 2014. – Vyp. 1(157–158). – S. 152–164.
2. Bezmutko, S. V. Vlijanie fungicidov na fitosanitarnoe sostojanie optynyh posevov soi v Primorskem krae / S. V. Bezmutko, I. A. Kozhevnikova // Agrarnyj vestnik Primor'ja. – 2018. – № 4(12). – S. 33–36.
3. Budarina, G. A. Biologicheskaja i hozjajstvennaja jeffektivnost' primenenija fungicidov i biopreparatov v bor'be s boleznjami soi / G. A. Budarina // Zernobobo-vye i krupjanye kul'tury. – 2018. – № 3(27). – S. 47–52. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11031
4. Butovec, E. S. Jeffektivnost' fungicidov v posevah pshenicy, kukuruzy i soi v uslojijah Primorskogo kraja / E. S. Butovec, V. V. Bragina, N. A. Kraskovskaja, L. A. Dega, A. G. Ishbuldin // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – 2018. – № 1(45). – S. 12–17. – DOI: 10.24411/1999-6837-2018-11002
5. Zaostrovnyh, V. I. Monitoring vidovogo sostava boleznej soi v razlichnyh zonah soesjanija / V. I. Zaostrovnyh, A. A. Kadurov, L. K. Dubovickaja, O. A. Rjazanova // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – 2018. – № 4(48). – S. 51–67.
6. Metodicheskie ukazanija po registracionnym ispytanijam fungicidov v sel'skom hozjajstve. – SPb., 2009. – 378 s.
7. Rezvjakova, S. V. Povyshenie urozhajnosti soi na osnove zashhity ot gribnyh boleznej / S. V. Rezvjakova, L. P. Eremin // Vestnik agrarnoj nauki. – 2021. – № 3(90). – S. 77–83. – DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.77
8. Sankin, A. Ju. Jeffektivnost' fungicidov «Akanto Pljus» i «Propul's» v bor'be s listosteblevymi boleznjami soi / A. Ju. Sankin, V. N. Morohovec, I. A. Ko-zhevnikova // Vestnik Dal'nevostochnogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk. – 2017. – № 3(193). – S. 44–46.
9. Tishkova, A. G. Jeffektivnost' sredstv zashhity v povyshenii ustojchivosti k abioticheskim i bioticheskim stressam soi v Habarovskom krae / A. G. Tishkova, T. A. Aseeva, Zolotareva E. V. // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – 2019. – № 1(49). – S. 20–27. – DOI: 10.24411/1999-6837-2019-11003
10. Delaney, M. Effectiveness of fungicide on soybean rust in the southeastern United States: a meta-analysis / M. Delaney, A.A. ArchMiller, D.P. Delaney, A.E. Wilson, E.J. Sikora // Sustainability. – 2018. – V. 10. – № 6. – P. 1784.