ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ СОРТА ГЕОРГИЯ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Марина Николаевна Захарова, *старший научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-9610-1743*

Людмила Васильевна Рожкова, *научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-6399-707X*

Вера Алексеевна Свирина, *старший научный сотрудник*

Виталий Геннадиевич Черногаев, *младший научный сотрудник*

Институт семеноводства и агротехнологий –

филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», с. Подвьязь, Рязанская область, Россия

E-mail: podvyaze@bk.ru

Аннотация. В статье приведены результаты двухлетних испытаний, дана сравнительная оценка бактериального препарата и химических протравителей на продуктивность сои сорта Георгия. В схеме опыта изучали инокулянт Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/га и химические препараты Тирада, СК – 2,0 л/т + Табу, ВСК – 1,0 л/т + Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/га. Исследования проводили в 2021 и 2022 годах на опытном поле института. Почва – темно-серая лесная тяжелосуглинистая – содержание гумуса – 3,8%, подвижного калия – 153 мг/кг, подвижного фосфора – 226 мг/кг, рН – 4,88. Предшественник – озимая пшеница. Определение всхожести семян сои показало, что лабораторная и полевая всхожести при использовании инокулянта (вариант 2) и химических протравителей + инокулянт (вариант 3) практически не отличались от контроля, были на уровне 86–91,4%. Сохранность растений к уборке на 6,5–14,1% больше, чем в контроле. Двухлетние испытания элементов технологии при возделывании сои с инокулянтом Нитрагин КМ, СП и химическими протравителями установили их положительное влияние на продуктивность культуры. Сохранность растений к уборке составила 84,5–92,1%, урожайность культуры увеличилась на 113,6–125,8%.

Ключевые слова: соя, инокулянт, клубеньки, протравитель, урожайность, технология

INFLUENCE OF THE TECHNOLOGY ELEMENTS ON THE SOYBEAN GEORGIA'S VARIETY YIELD IN THE RYAZAN REGION

M.N. Zakharova, *Senior Researcher*

L.V. Rozhkova, *Researcher*

V.A. Svirina, *Senior Researcher*

V.G. Chernogaev, *Junior Researcher*

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies –

branch of the FSBSI Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Podvyazye village, Ryazan region, Russia

E-mail: podvyaze@bk.ru

Abstract. The article presents the results of two-year tests and gives a comparative assessment of the bacterial preparation and chemical disinfectants on the productivity of soybeans of the George variety. In the scheme of the experiment, the inoculant Nitragein KM was studied, SP – 0.08 kg/1 ha seed rate and chemical preparations Tirada, SC – 2.0 l/t + Tabu, HSK – 1.0 l/t + Nitragein KM, SP – 0.08 kg/1 ha seed rate. The studies were conducted in 2021 and 2022 at the experimental field of the institute. Soil: dark gray forest heavy loam, humus content 3.8%, mobile potassium 153 mg/kg, mobile phosphorus 226 mg/kg, pH – 4.88, exchange calcium. The predecessor is winter wheat. Determination of germination of soybean seeds showed that laboratory and field germination when using an inoculant (option 2) and chemical disinfectants + an inoculant (option 3) practically did not differ from the control variant and were at the level of 86% – 91.4%. The safety of plants for harvesting was 6.5% – 14.1% more than in the control. Two-year testing of technology elements in the cultivation of soybeans using the inoculant Nitragein KM, SP and chemical disinfectants had a positive effect on the productivity of the crop. The safety of plants for harvesting was 84.5–92.1%, the yield of the crop increased by 113.6–125.8%.

Keywords: soybeans, inoculant, nodules, disinfectant, yield, technology

Технология возделывания культуры предусматривает применение агротехнических приемов, обеспечивающих условия для ее роста и развития: оптимальные сроки и способы сева; нормы высева; районированные сорта с разными сроками созревания, устойчивые к основным вредителям и болезням, адаптированные к местным условиям; система основной и допосевной обработки почвы с учетом ее агрофизических свойств, степени засоренности и видового состава сорных растений; уход за посевами; удобрения и средства защиты от вредных организмов. [11]

Современное индустриальное сельское хозяйство – серьезный дестабилизирующий фактор для окружающей среды, приводящий к снижению естественного биоразнообразия, истощению почвенного плодородия, загрязнению природных сред минеральными удобрениями, мелиорантами, пестицидами, отходами животноводства. Оптимизация экологического состояния агроландшафтов возможна на основе рационального сочетания различных видов минеральных удобрений и биопрепаратов. Основные механизмы их полезного действия на растение: улучшение питания растений (повы-

шение коэффициентов использования питательных элементов из удобрений и почвы); оптимизация фосфорного питания; фиксация атмосферного азота (улучшение азотного питания), стимуляция роста и развития растений, подавление развития фитопатогенов, повышение устойчивости растений к стрессовым условиям (рост продуктивности растений на фоне водного дефицита, неблагоприятных температур, повышения кислотности, засоления или загрязнения почвы). [2, 3, 16]

Происходящее изменение вызывает необходимость корректировки технологий в сельскохозяйственном производстве. [5] Современные агротехнологии должны включать в себя элементы, способные повышать адаптивность растений и стрессоустойчивость. [5]

Повышение стрессоустойчивости и адаптивности растений можно решить оптимальным подбором сорта и научно-обоснованными мероприятиями (предшественник, способ обработки почвы, удобрения, защиты). [2]

Авторы [7, 9, 12] считают, что для повышения урожайности культур необходимо применять удобрения и пестициды. Для выращивания экологически чистой продукции во многих странах внедряют в сельскохозяйственное производство биопрепараты. [9]

Элемент, влияющий на урожайность культуры, – азот. Известно, что на 1 ц урожая сое требуется от 7 до 10 кг азота. Усвоение азота из воздуха идет беспрепятственно только в симбиозе (сожительство) с бобовыми. [13] Для обеспечения наличия активных клубеньков, растения перед посевом обрабатывают бактериальным препаратом. [17]

Препарат Нитрагин КМ, СП – удобрение для бобовых культур, но не содержит стандартных питательных веществ. Действующие элементы – почвенные микроорганизмы, которые при попадании в грунт содействуют улучшению питания корневой системы и усиливают биоклиматические процессы. На корнях формируются особые клубеньки. Развиваясь в клубеньках, бактерии связывают атмосферный азот, содействуя его эффективному усвоению. Препарат способствует накоплению азота в почве, равномерному распределению во всех фазах развития растений, повышает содержание белка в урожае. Нитрагин КМ повышает урожайность бобовых культур. [10]

Современное сельскохозяйственное производство должно быть направлено на сохранение и воспроизводство плодородия почвы, требуется постоянно поддерживать баланс питательных веществ, осуществляя возврат минеральных элементов, вынесенных урожаем. Оптимальное использование удобрений в технологиях возможно лишь при их рациональном сочетании с комплексом биологических препаратов. [4, 6, 14, 16, 18]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Испытание препаратов проводили в 2021–2022 годах на опытном поле института ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

Объект исследования – сорт сои *Геоργия* селекции ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, инокулянт Нитрагин КМ, СП,

фунгицидный протравитель Тирада, СК, инсектицидный протравитель Табу, ВСК.

Почва – темно-серая лесная тяжелосуглинистая, содержание гумуса – 3,8%, подвижного калия – 153 мг/кг, подвижного фосфора 226 мг/кг, pH – 4,88. Предшественник – озимая пшеница. Площадь делянки – 50 м², учетная – 10 м², повторность четырехкратная.

Схема опыта: 1. Контроль (без обработки), 2. Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/га, 3. Тирада, СК – 2,0 л/т + Табу, ВСК – 1,0 л/т + Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/га. Агротехника общепринятая для возделывания культуры в Рязанской области. Обрабатывали семена перед посевом согласно регламентам работы с инокулянтами. В течение вегетации проводили наблюдения по фазам развития культуры. [8, 15]

Учет клубеньков и их массы осуществляли в динамике от образования третьего тройчатого листа до фазы плодобразования, через 10...15 дн. методом отбора монолитов почвы с корнями и надземной биомассой растений.

Данные статистически обрабатывали с помощью одно- и двухфакторного дисперсионного анализа с проверкой значимости различий между выборками с использованием критерия Фишера и НСР при уровне значимости 5%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Погодные условия вегетационного периода 2021 года были не совсем благоприятными для нормального развития сои. Они отличались колебаниями температурного режима и превышением среднесуточных показателей в мае на 4,5°C, июне – 6,2, июле – 7,1°C и неравномерным выпадением осадков. В мае и июне осадки превысили среднесуточную норму на 2,5 и 17,3 мм, в июле выпало меньше нормы на 22,9 мм. В целом осадков было меньше среднесуточных значений на 33,3 мм.

Вегетационный период 2022 года по гидротермическому коэффициенту – засушливый. В I и II декадах июня растения сои развивались в относительно оптимальных условиях, при среднесуточной температуре 20,8°C. Уровень выпавших осадков за этот период равен средним многолетним значениям. В III декаде июня растения начали испытывать стресс из-за повышенных температур на фоне начинающегося недостатка влаги. I декада июля сопровождалась повышенной температурой воздуха (на 7,1°C) и полным отсутствием осадков. В июле средняя температура воздуха была на 5,2°C больше среднесуточных значений, осадков выпало 25,0% нормы. Средняя температура воздуха в фазе налива семян сои – 25,5°C, что выше оптимальной температуры для данной фазы развития сои в среднем на 4°C, максимальная температура – 34,0°C. Август отличился жаркой погодой, среднесуточная температура воздуха на 6,9...11,50°C выше среднесуточных значений. Осадков выпало 12,8 мм, что на 46,2 мм ниже среднесуточных.

Лабораторная и полевая всхожести семян сои при использовании инокулянта (вариант 2) и химических протравителей + инокулянт (вариант 3) практически не отличались от контроля – 86...91,4%

Таблица 1.
Полевая всхожесть и сохранность растений сои, среднее за 2021–2022 годы

Вариант	Всхожесть, %		Сохранность к уборке растений, %
	лабораторная	полевая	
1. Контроль	91,0	86,0	78,0
2. Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/га	91,2	87,5	84,5
3. Тирада, СК-2,0л/т + Табу, ВСК-1,0 л/т + Нитрагин КМ, СП-0,08 кг/га	91,4	87,5	92,1

Таблица 2.
Количество и масса клубеньков на корнях сои в зависимости от обработок, среднее за 2021–2022 годы

Вариант	Количество клубеньков, шт./раст.			Масса сырых клубеньков, г/раст.		
	ветвление	цветение	образование бобов	ветвление	цветение	образование бобов
1. Контроль	7,05	8,16	22,03	0,11	0,14	0,61
2. Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/га	7,35	9,29	13,78	0,09	0,12	0,53
3. Тирада, СК-2,0л/т + Табу, ВСК-1,0л/т + Нитрагин КМ, СП-0,08 кг/га	11,2	12,33	16,4	0,16	0,19	0,23
НСР ₀₅	A=0,13; B=0,13; AB=0,23			A=0,02; B=0,02; AB=0,04		

Таблица 3.
Влияние обработок на урожайность сои сорта Георгия, среднее за 2021–2022 годы

Вариант	Урожайность сои		
	т/га	± к контролю, т/га	%
1. Контроль	1,98	–	100
2. Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/га	2,25	0,27	113,6
3. Тирада, СК-2,0л/т + Табу, ВСК-1,0л/т + Нитрагин КМ, СП-0,08 кг/га	2,49	0,31	125,8
НСР ₀₅	–	0,21 (F _ф >F _т)	9,82

(табл. 1). Сохранность растений к уборке была на 6,5...14,1% больше, чем в контроле.

Сравнение данных элементов технологии при предпосевной обработке семян изучаемыми препаратами по-разному повлияла на формирование симбиотического аппарата растений (табл. 2). Учет клубеньков в фазе ветвления показал, что в варианте 2 количество клубеньков составило 7,35 шт./раст., в варианте 3 – 11,2 шт./раст., что превысило контроль на 0,3 и 4,15 шт./раст. соответственно. Максимальное количество клубеньков сформировалось к фазе образования бобов: контроль – 22,03 шт./раст., варианты 2 и 3 – на 8,25...5,63 шт. меньше, чем в контроле.

Из-за засушливых условий масса сырых клубеньков была невысокой, наибольшая масса на одно растение получена в контроле. Превышение над другими вариантами составило 0,08...0,38 г/раст.

Применение препаратов способствовало увеличению урожайности культуры на 0,27...0,31 т/га, по

сравнению с контролем без обработки, в основном из-за повышенной сохранности растений к уборке на указанных вариантах (табл. 3).

Анализ полученной урожайности показывает, что при уровне значимости $p = 0,05$ разность вариантов с контролем признается существенной. Вариант 3 (химические протравители + инокулянт) показывает наибольшее достоверное отличие, что свидетельствует о выраженном действии комплексного применения инокулянта и протравителей на урожайность культуры.

Выводы. Двухлетние испытания элементов технологии при возделывании сои с инокулянтом Нитрагин КМ, СП и химическими протравителями положительно повлияли на продуктивность культуры. Сохранность растений к уборке составила 84,5...92,1%, урожайность увеличилась на 113,6...125,8%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. АгроЭкспертГрупп. Соя. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agroex.ru> (Дата обращения 20.03.2023).
2. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение эффективности применения стимулятора роста Альфастрим и органоминерального микроудобрения ПолидонБио при возделывании сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2. С. 72–76.
3. Андреев А.А., Драчева М.К. Оценка действия препарата ЭПИВИО на рост и продуктивность сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2. С. 77–79.
4. Артохин К.С., Игнатова П.К. Защита зерновых колосовых культур от вредителей // Прил. «Защита и карантин растений». 2017. № 2. 80 с.
5. Бойко Ю.Ю. Тенденция научного обеспечения производства сои в России. Сборник материалов X Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов 26–27 февраля, ВНИИМК, 2019. 254 с.
6. Власова Л.М., Попова О.В. Фунгицидные композиции для обработки семян зерновых культур // Защита и карантин растений. 2021. № 8. С. 15–17.
7. Дорожкина Л.А. Применение регуляторов роста и микроудобрений для повышения урожайности и качества зерна зерновых культур в условиях Рязанской области // Аграрный форум. 2017. № 7 (13).
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 185 с.
9. Зокоева Р.В., Козырева М.Ю., Базаева Л.М. Агроэкологические приемы повышения продуктивности растений озимого ячменя / Мат. науч.- практ. конф. Изд-во: Владикавказ: Горский ГАУ, 2017. С. 16–20.
10. Инструкция по применению Нитрогина. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dachamechty.site/udobreniya/nitragin.html> (Дата обращения 20.03.2023).
11. Лукьянчук М.П., Дега Л.А., Хаебибулина О.И. Регуляторы роста и биопрепараты в защите сои от церкоспороза // Защита и карантин растений. 2018. № 9. С. 23–24.
12. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. М.: Агропромиздат, 1990. 287 с.
13. Поступление и превращение азота в растениях. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://knowledge.allbest.ru> (Дата обращения 20.03.2023).
14. Ревкова М.А., Силаев А.И. Препараты Туарег и Кинг Комби для защиты ярового ячменя от корневых гнилей // Защита и карантин растений. 2021. № 3. С. 16–17.

15. Руководство по проведению регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание / Сычев В.Г., Шаповал О.А., Можарова И.М. и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 216 с.
16. Сабирова Т.П., Сабиров Р.А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3 (43) С. 18–22.
17. Синишин О.Г., Шаповал О.А., Шулиева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2016. № 5. С. 38–42.
18. Тычинская И.А., Зеленев А.А., Мерцалов Е.Н., Михалева Е.С. Влияние препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового ячменя // Земледелие. 2021. № 4. С. 7–10.
19. Шафран С.А., Хачидзе А.С., Мамедов М.Г., Васильев А.И. Эффективность азотного удобрения зерновых культур различных сортов // Агротехника. 2006. № 7. С. 13–19.
7. Dorozhkina L.A. Primenenie regulyatorov rosta i mikroudobrenij dlya povysheniya urozhajnosti i kachestva zerna zernovyh kul'tur v usloviyah Ryazanskoj oblasti // Agrarnyj forum. 2017. № 7 (13).
8. Dospekhov V.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 185 s.
9. Zokoeva R.V., Kozyreva M.Yu., Bazaeva L.M. Agroekologicheskie priemy povysheniya produktivnosti rastenij ozimogo yachmenya / Mat. nauch.- prakt. konf. Izd-vo: Vladikavkaz: Gorskij GAU, 2017. S. 16–20.
10. Instrukciya po primeneniyu Nitrogina. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://dachamechty.site/udobreniya/nitragin.html> (Data obrashcheniya 20.03.2023).
11. Luk'yanchuk M.P., Dega L.A., Haebibulina O.I. Regulyatory rosta i biopreparaty v zashchite soi ot cercosporoza // Zashchita i karantin rastenij. 2018. № 9. S. 23–24.
12. Mineev V.G. Himizaciya zemledeliya i prirodnyaya sreda. M.: Agropromizdat, 1990. 287 s.
13. Postuplenie i prevrashchenie azota v rasteniyah. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://knowledge.allbest.ru> (Data obrashcheniya 20.03.2023).
14. Revkova M.A., Silaev A.I. Preparaty Tuareg i King Kombi dlya zashchity yarovogo yachmenya ot kornevyh gnilej // Zashchita i karantin rastenij. 2021. № 3. S. 16–17.
15. Rukovodstvo po provedeniyu registracionnyh ispytanij regulyatorov rosta rastenij, defoliantov i desikantov v sel'skom hozyajstve: proizvodstvenno-prakticheskoe izdanie / Sychev V.G., Shapoval O.A., Mozharova I.M. i dr. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2016. 216 s.
16. Sabirova T.P., Sabirov R.A. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Vestnik APK Verhnevolszh'ya. 2018. № 3 (43) S. 18–22.
17. Sinishin O.G., Shapoval O.A., Shulieva M.M. Innovacionnye regulyatory rosta rastenij v sel'skohozyajstvennom proizvodstve // Plodorodie. 2016. № 5. S. 38–42.
18. Tychinskaya I.A., Zelenov A.A., Mercalov E.N., Mihaileva E.S. Vliyanie preparatov Bioklad i Vermiks na elementy produktivnosti, urozhajnost' i kachestvennye pokazateli yarovogo yachmenya // Zemledelie. 2021. № 4. S. 7–10.
19. Shafran S.A., Hachidze A.S., Mamedov M.G., Vasil'ev A.I. Effektivnost' azotnogo udobreniya zernovyh kul'tur razlichnyh sortov // Agrohimiya. 2006. № 7. S. 13–19.

REFERENCES

1. AgroEkspertGrupp. Soya. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://agroex.ru> (Data obrashcheniya 20.03.2023).
2. Akulov A.S., Vasil'chikov A.G. Izuchenie effektivnosti primeneniya stimulyatora rosta Al'fastrim i organomineral'nogo mikroudobreniya PolidonBio pri vzdelyvanii soi // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 2. S. 72–76.
3. Andreev A.A., Dracheva M.K. Ocenka dejstviya preparata EPIVIO na rost i produktivnost' soi // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 2. S. 77–79.
4. Artohin K.S., Ignatova P.K. Zashchita zernovyh kolosovyh kul'tur ot vreditelej // Pril. "Zashchita i karantin rastenij". 2017. № 2. 80 s.
5. Bojko Yu.Yu. Tendenciya nauchnogo obespecheniya proizvodstva soi v Rossii. Sbornik materialov X Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov 26–27 fevralya, VNIIMK, 2019. 254 s.
6. Vlasova L.M., Popova O.V. Fungicidnye kompozicii dlya obrabotki semyan zernovyh kul'tur // Zashchita i karantin rastenij. 2021. № 8. S. 15–17.

Поступила в редакцию 14.04.2023

Принята к публикации 28.04.2023