

## АДАПТАЦИЯ СОРТОВ СОИ С РАЗЛИЧНЫМ ВЕГЕТАЦИОННЫМ ПЕРИОДОМ К ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, Г.П. ГУРЬЕВ, кандидаты биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: office@vniizbk.orel.ru

*В статье представлены результаты исследования по изучению продуктивности в условиях Орловской области сортов сои с различной продолжительностью вегетационного периода. Исследования проводили во ВНИИЗБК в 2017-2018 гг. В опыте использовали три сорта сои: Ланцетная, Лидер1 и Лидер10. Отмечена различная реакция сортов на распределение осадков в течение вегетационного периода. При недостатке влаги более скороспелые сорта имели преимущество в формировании урожая. При благоприятных водно-температурных условиях преимущество имели более позднеспелые сорта. Сравнение применения на сое бактериальных удобрений на основе штамма б34 и минерального азота в дозе 60 килограмм азота на гектар выявило тенденцию повышения урожая при инокуляции нитрагином. Наиболее высокий урожай – 2,82 т/га (в среднем за 2 года) сформировал сорт Лидер10.*

**Ключевые слова:** соя, сорт, инокуляция, симбиотическая азотфиксация.

Соя является ценнейшим растением на планете, динамично распространяющимся, особенно в последние десятилетия, почти на всех континентах. Пищевое значение сои определяется исключительно высоким содержанием в зерне практически всех элементов питания, необходимых живым организмам [1]. Благодаря этому соя в настоящее время вышла по объему производства в мире на четвертое место после пшеницы, кукурузы и риса и продолжает сохранять положительную динамику роста. В 2018 году мировое производство сои составило 360 млн. тонн (2017 г. – 351, 2016 г. – 338млн. тонн) [2]. В России в 2018 году собрано 4 млн. тонн сои. При этом возможности роста в обозримом будущем не лимитированы, так как планируется увеличить за 5 лет урожай до 8 млн. тонн, а если учитывать вероятность экспорта, то один Китай импортирует ежегодно около 100 миллионов тонн сои. [3]. Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями соя может поглощать из воздуха до 200 кг/га азота, удовлетворяя на 60-70% свои потребности и восполняя почвенные запасы азота за счет оставляемых растительных остатков [4, 5, 6].

Эффективным способом повышения продуктивности сои является бактериализация семян препаратами, изготовленными на основе активных штаммов. Наличие такого явления как сорто-штаммовая специфичность позволяет подобрать штаммы, наиболее эффективно взаимодействующие с определенными сортами сои [7].

Орловская область по своим климатическим условиям находится на северной границе ареала возделывания сои, что позволяет возделывать здесь только скороспелые сорта. Площадь посева сои в 2018 году составила в области 96 тысяч гектар. При этом наблюдающаяся тенденция глобального изменения климата в сторону потепления позволяет вводить в севообороты сорта с более продолжительным вегетационным периодом, которые, как правило, отличаются более высокой продуктивностью [8].

В связи с этим, выявление сортообразцов, наиболее подходящих для почвенно-климатических условий конкретного региона, разработка энергетически и экономически выгодных приемов повышения продуктивности на основе оптимизации условий симбиотической деятельности посевов за счет инокуляции семян активным штаммом

ризобий, поиск наиболее эффективных растительно-микробных систем является актуальной задачей.

### Методика исследований

Исследования проводили в 2017-2018 гг. в полевых условиях на опытном участке лаборатории генетики и биотехнологии с использованием методик полевого опыта [9] и оценки активности симбиотической азотфиксации [10]. Почва опытного участка темно-серая лесная среднесуглинистая с пахотным слоем 28-30 см. Уровень плодородия характеризовался следующими показателями: рН солевой вытяжки – 5,0-5,3, содержание гумуса – 4,65-5,4%, содержание подвижных форм питательных веществ на 100 г почвы: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по Кирсанову – 8,1-14,5 мг, K<sub>2</sub>O по Кирсанову – 8,4-12,3 мг. Повторность опытов четырехкратная. Площадь опытных делянок – 10 м<sup>2</sup>. Посев – широкорядный, ширина междурядий – 45 см. Норма высева – 600 тысяч всхожих семян на 1 га. Посев – сеялкой СКС-6-10. Нитрагин для инокуляции получали из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин-Санкт-Петербург). Инокуляция семян – в день посева. Формирование симбиотического аппарата оценивали по количеству и массе клубеньков на корнях растений. Учёт урожая семян – поделяночно, путем сплошного обмолота комбайном "Сампо-130". Для расчета экономической эффективности использовали средние оптовые цены: стоимость семян сои-22000 руб./т, аммиачной селитры-1400 руб./ц, гектарной дозы ризотрфина-500 руб.

### Результаты исследований

Вегетационные периоды 2017-2018 годов значительно различались между собой по водно-температурному режиму (табл. 1).

Таблица 1

#### Метеорологические условия в период вегетации сои в 2017- 2018 году

Показатели		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднемноголетние осадки, мм		53	61	80	67	57
Среднемноголетняя т-ра, t°		13,0	16,9	18,5	17,1	11,7
Осадки, мм	2017 г.	54,0	59,8	142,2	87,2	16,0
	2018 г.	31,9	16,1	109,0	16,5	41,5
Ср. температура, t°	2017 г.	12,6	15,8	18,2	19,8	13,7
	2018 г.	17,0	18,0	20,5	19,7	16,0

В 2017 году количество осадков за вегетационный период составило 359 мм (113% от среднемноголетнего уровня) и основная масса их выпала в критическую по водопотреблению для сои фазу формирования и налива семян, которая приходится на июль-август (239 мм или 156% от среднемноголетнего уровня), что является благоприятным для развития сои. Однако температурный режим характеризовался пониженными показателями. Среднемесячные температуры мая, июня и июля в 2017 году были ниже среднемноголетних показателей на 0,4; 1,1; 0,3 градуса соответственно. Средняя урожайность по области составила 15,3 ц/га, что значительно уступало показателям 2016 года, когда намолот составил 19,6 ц/га. Видимо недостаток тепла и послужил причиной снижения урожайности.

Климатические условия вегетационного периода 2018 года по температурному режиму характеризовались теплой погодой. Средняя температура воздуха на протяжении всего периода вегетации была выше среднемноголетней на 1,1-4,0<sup>0</sup>С. Количество осадков за вегетационный период сои составило 201,6 мм, или 70% от среднемноголетнего уровня, что является недостаточным для оптимального развития сои, однако характер их выпадения был достаточно благоприятным. Недостаток осадков в первой половине вегетации компенсировался за счет запасов почвенной влаги. Обильные осадки июля (109 мм или 136% от среднемноголетнего уровня) в период формирования репродуктивных органов способствовали закладке достаточно высокого урожая. Засушливые условия августа оказали негативное влияние на размер полученного урожая, особенно у более позднеспелых сортов, но в то же время высокая температура воздуха способствовала более быстрому созреванию

сои. Различия погодных условий оказали существенное влияние на продолжительность вегетационного периода сои. При одинаковых сроках посева (середина 2 декады мая) в 2017 году сорт Ланцетная был убран 20 сентября, Лидер 1 – 27 сентября и сорт Лидер 10 – 4 октября. В 2018 году уборка проходила в более ранние сроки: сорта Ланцетная и Лидер 1 – 7 сентября, Лидер 10 – 19 сентября.

Включение в схему опыта варианта с внесением минерального азота призвано выявить наличие экономической целесообразности или её отсутствие при использовании приема инокуляции новых сортов сои. В то же время, наличие в почве опытного участка аборигенной популяции ризобий, формирующих клубеньки на контрольном варианте в количестве, эквивалентном действию инокулянтов: 29 клубеньков на растение на контроле и 32 клубенька на растение в среднем на варианте с инокуляцией (табл. 2), позволяет оценить сочетание действия минерального и биологического азота на формирование урожая.

Таблица 2

**Влияние инокуляции на показатели симбиотической активности сортов сои  
(количество клубеньков, масса клубеньков, шт./растение, мг/растение)**

Варианты	Ланцетная		Лидер 1		Лидер 10		Среднее по варианту
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	
Контроль	26/201	26/315	28/182	39/360	30/182	28/384	29/270
N <sub>60</sub>	7/36	24/214	13/68	20/113	21/122	20/182	18/122
Штамм 634	30/165	38/343	25/181	37/251	34/247	25/368	32/260

Ингибирование формирования клубеньков при внесении минерального азота, особенно по их массе (122 мг/растение при внесении азота и 270 мг/растение на контроле в среднем за два года), сопровождалось увеличением урожая семян, однако не выходящим за границы существенной разности: 2,55 т/га на контроле и 2,67 т/га при внесении минерального азота, (табл. 3).

Таблица 3

**Отзывчивость сортов сои на инокуляцию, т/га**

Варианты	Ланцетная		Лидер 1		Лидер 10		Среднее по варианту
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	
Контроль	2,29	2,36	2,24	2,90	2,67	2,81	2,55
N <sub>60</sub>	2,57	2,45	2,40	2,97	2,75	2,89	2,67
Штамм 634	2,45	2,67	2,43	2,97	2,79	2,99	2,72
Ср. по сорту	2,44	2,49	2,36	2,95	2,74	2,90	
Ср. за 2 года	2,46		2,66		2,82		
НСР <sub>05</sub> для сорта штамма	0,097т/га 0,125т/га						

При оценке урожая за годы проведения опытов необходимо отметить сильную вариабельность в зависимости от метеорологических условий, в первую очередь от количества и характера распределения влаги и тепла в течение вегетационного периода. Оптимальные условия для сои создаются при выпадении за вегетационный период 300 мм осадков и более [11]. В Орловской области среднегодовое значение этого показателя за наиболее вероятный вегетационный период сои составляет около 290 мм.

Оцениваемые в наших опытах сорта по международной классификации относятся к наиболее скороспелой группе, но по классификации ВИР они подразделяются на две группы. Ланцетная, вызревающая за 98-109 дней относится к группе раннеспелых, а Лидер 1 и Лидер 10, вызревающие за 110-120 дней, относятся к группе среднеранних. Потенциальная продуктивность растений в значительной степени определяется длительностью продукционных процессов, поэтому при оптимальных условиях выращивания сорта сои

обычно тем урожайней, чем они позднеспелей. Однако адаптация испытываемых сортов сои к конкретным почвенно-климатическим условиям существенно контрастирует. В условиях нашего региона главным лимитирующим фактором роста урожайности сои являются недостаточные ресурсы влаги, особенно во время репродуктивного роста растений (июль-август). При этом большую роль играет характер распределения осадков в течение вегетационного периода. При преобладании осадков в первой половине лета преимущество по формированию урожая имеют скороспелые сорта, меньше страдая от июльско-августовской засухи и жары. При преобладании осадков во второй половине вегетационного периода преимущество имеют более позднеспелые сорта. При достаточном влагообеспечении решающую роль в формировании урожая начинает играть температурный фактор. Особенно отрицательно действует на замедление ростовых процессов понижение температуры в период прорастания семян и цветения [12] что и происходило в наших исследованиях в 2017 году. Влияние климатических факторов на формирование урожая хорошо иллюстрируется при сравнении урожая разных сортов за два года (таблица 3). Если скороспелый сорт Ланцетная формировал практически одинаковый урожай оба года, то сорт Лидер 1 с более продолжительным вегетационным периодом и требующий большей суммы активных температур для реализации своей потенциальной продуктивности в условиях прохладного 2017 года сформировал урожай ниже, чем сорт Ланцетная (2,36 т/га). Повышение температуры в конце вегетационного периода было запоздалым и не оказало влияния на повышение продуктивности. В то же время для сорта Лидер 10 с ещё более длинным вегетационным периодом потепление во второй половине вегетации сыграло положительную роль и позволило сформировать урожай 2,74 т/га. В условиях 2018 года, когда высокая температура сопровождалась отсутствием осадков во 2 и 3 декадах августа, преимущество имел сорт Лидер 1, успевший накопить необходимое количество пластических веществ для формирования наиболее высокого урожая – 2,95 т/га. Потенциально более продуктивный сорт Лидер 10 показал 2,9 т/га, так как отсутствие влаги в сочетании с высокой температурой ускорило процесс созревания и не позволило продемонстрировать весь потенциал продуктивности. По фактору инокуляции применение ризоторфина на основе штамма 634 произвело больший эффект, чем внесение минерального азота в дозе 60 кг/га. Средняя прибавка к контролю за два года составила 0,18 и 0,13 т/га соответственно.

При сложившихся в настоящее время ценах соя является одной из наиболее высокомаржинальных культур. Уже при урожайности 1,5 т/га рентабельность её производства составляет около 100% и при одинаковых затратах растет пропорционально росту урожайности. Анализ экономической эффективности возделывания сортов используемых в нашем опыте (табл. 4) показывает, что рентабельность возделывания сорта Лидер 10, показавшего более высокую урожайность, значительно выше (195% и 158% в среднем по сорту соответственно), чем сорта Ланцетная. Максимальный уровень рентабельности (209%) был получен при инокуляции сорта Лидер 10 штаммом 634.

Таблица 4

**Экономическая эффективность использования инокуляции и внесения минерального азота при возделывании сои (в среднем за 2017-2018 гг.)**

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции руб./га	Производственные затраты руб./га	Себестоимость зерна руб./т	Прибыль руб./га	Уровень рентабельности %
1	2	3	4	5	6	7
Ланцетная						
Контроль	2,32	51040	20100	8660	30940	154
N <sub>60</sub>	2,51	55220	22480	8960	32740	146
Штамм 634	2,56	56320	20600	8050	35720	173

Окончание табл.4						
1	2	3	4	5	6	7
Лидер 1						
Контроль	2,57	56540	20100	7820	36440	181
№ <sub>60</sub>	2,68	58960	22480	8390	36480	162
Штамм 634	2,70	59400	20600	7630	38800	188
Лидер 10						
Контроль	2,74	60280	20100	7340	40180	200
№ <sub>60</sub>	2,82	62040	22480	7970	39560	176
Штамм 634	2,89	63580	20600	7130	42980	209

По результатам исследований получены данные, показывающие, что возделывание более позднеспелых и продуктивных сортов, успевающих созреть к третьей декаде сентября, позволяет значительно повысить эффективность возделывания сои в Орловской области. Наибольший уровень рентабельности (209%) получен при инокуляции ризоторфином сорта Лидер10.

### Литература

1. Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М. Соя на Кубани Краснодар, – 2009. – 320 с.
2. Мировое производство сои [Электронный ресурс]. URL: <https://feedlot.ru/?p=1573> (дата обращения 18.11.2018 г.)
3. Россия через 5 лет может увеличить [Электронный ресурс]. URL: <http://www.Agrovesti.net/news/indst/minselkhoz-rossija-cherez-5-let-mozet-uzvelizhit-urozhaj-soi-vdvoe-do-8-mln-tonn.html> (дата обращения 18.11.2018 г.)
4. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. – М.: Наука, – 1968, – 531с.
5. Доросинский Л.М., Тильба В.А., Бегун С.А. Влияние бактериализации на урожай сои и фиксацию молекулярного азота в почвах Дальнего Востока. Соя и нитрагин: НТБ. – 1976. Вып.1. – С.18-22.
6. Синеговская В.Т. Оптимизация симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов сои в условиях Приамурья // Автореферат дис... на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – М., – 2002. – 43 с.
7. Тильба В.А., Шабалдас О.Г. Использование биологического азота как средства биологизации системы земледелия // Вестник АПК Ставрополя. – № 2. – 2015. – С. 96-100.
8. Дьяков А.Б., Васильева Т.А. Физиологическое обоснование идеатипа сортов сои, адаптированных к климату юга России // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои // Сборник статей второй Международной конференции по сое // Краснодар, 9-10/9 2008 г. – С. 62-82.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва.– Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
10. Орлов В.П., Орлова И.Ф., Щербина Е.А., Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом. – Орел, – 1984. – 16 с.
11. Кашеваров Н.И., Солошенко, В.А., Васякин Н.И., Лях А.А. Соя в Западной Сибири // РАСХН. Сиб. отд-ние. СИБНИИ кормов. Новосибирск: Юпитер, – 2004. – 256 с.
12. Мякушко Ю.П., Баранов В.Ф. Соя. – М.: Колос, – 1984. – 332 с.

## ADAPTATION OF SOYBEAN VARIETIES WITH DIFFERENT GROWING SEASON TO THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE ORYOL REGION

A.G. Vasilchikov, G.P. Gurev

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *The article presents the results of a study on the productivity of soybean varieties with different length of the vegetation period in the conditions of the Oryol region. Studies were conducted in VNIIZBK in 2017-2018. Three soybean varieties were used in the experiment: Lanceolate, Leader-1 and Leader-10. Different varietal responses to the distribution of precipitation during the growing season are noted. With a lack of moisture, more early-ripening varieties had the advantage in the formation of the crop. With favorable water-temperature conditions, late-ripening varieties had an advantage. A comparison of application of bacterial*

*fertilizers based on strain 634 and mineral nitrogen at a dose of 60 kilograms of nitrogen per hectare on soybeans revealed a tendency to increase yield when inoculated with nitrugin. The highest yield - 2.82 t/ha (on average over 2 years) was formed by the Leader-10 variety.*

**Keywords:** soybean, varieties, inoculation, symbiotic nitrogen fixation.

**DOI:** 10.24411/2309-348X-2018-00002

**УДК 633.12: 581.144.4: 581.132**

## **ОСОБЕННОСТИ УСТЬИЧНОЙ ПРОВОДИМОСТИ МОЛЕКУЛ ВОДЫ ЛИСТЬЯМИ РАСТЕНИЙ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH**

**А.В. АМЕЛИН**, доктор сельскохозяйственных наук

**А.Н. ФЕСЕНКО\***, доктор биологических наук

**В.В. ЗАЙКИН, Е.И. ЧЕКАЛИН**, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.В. ПАРАХИНА»

\* ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

\*E-mail: amelin\_100@mail.ru

*В условиях полевых и вегетационных опытов на интактных растениях изучены видовые особенности проявления устьичной проводимости воды листьями растений гречихи *Fagopyrum esculentum* Moench. Показано, что ее значение существенно зависит от фазы роста, расположения листьев на растении, дневного времени суток и условий окружающей среды. Наиболее активно диффузия молекул воды через устьица осуществляется в период массового цветения, образования и налива плодов в листьях верхних ярусов в послеобеденное время – с 13 до 16 часов. Засушливые условия отрицательно сказываются на состоянии процесса, а усиление инсоляции – положительно. Первое обусловлено необходимостью защиты растений от обезвоживания в сухую и жаркую погоду, а второе – созданием максимально благоприятных условий для реализации потенциальных возможностей фотосинтеза в условиях повышенной инсоляции. В результате сделано заключение, что устьичная проводимость листьев играет важную роль в водообмене растений *Fagopyrum esculentum* Moench, оказывая положительное влияние не только на интенсивность транспирации, но и фотосинтеза.*

**Ключевые слова:** вид, гречиха, онтогенез, ярусная изменчивость, устьичная проводимость, интенсивность транспирации.

Транспирация является важным и необходимым физиологическим процессом, защищающим растения от перегрева и обезвоживания в сухую и жаркую погоду, обеспечивая передвижение поглощённых корнями минеральных веществ из почвы вверх по растению [1, 2, 3]. Создание бездефицитного водного баланса является в данном случае одним из необходимых условий существования всех растений, особенно в условиях засухи. Но, на транспирационную активность листьев существенное влияние оказывает множество эндо- и экзогенных факторов. Одним из них является устьичная проводимость, которая выступает важным эндогенным регулятором водного обмена растений.

Поэтому весьма актуально знать у каждой сельскохозяйственной культуры, в том числе у влаго- и теплолюбивой гречихи, видовые особенности устьичной проводимости молекул водяного пара и ее связи с транспирацией, с целью определения эффективных путей их регулирования. Результатам изучения этих вопросов и посвящена данная статья.