

Abstract: The article presents the results of field and vegetation experiments on the study of the genotypic features of a reaction of dark phase of photosynthesis in soybean plants. It is established that photoactivated leaves of varieties of culture increases sharply in the transition of plants to the generative period of development, reaching maximum values to the phase of mass fruit formation, when the demand for assimilate main intragenomic centers (beans) begins to significantly increase. The intensity of photosynthesis in the period of development of the plant reached 17, and 21 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$. The highest photosynthetic activity differed, first of all, the top leaves and the smallest its value was lower. On the 5th layer from the bottom, the intensity of photosynthesis was 3.5 times less in comparison with the leaves, arranged in 3-4 node from the top of the plants.

The interval of genotypic variation of photosynthesis intensity in 2015 ranged from 1,65 to 14,18 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ in 2016, he was 2,96 – of 16,75 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, and in 2017 – 7,89 -11,34 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$.

Among the genotypes experienced high and stable intensity of photosynthesis during the development of the vegetation differed in the Samer grade 5, which gives grounds to consider it as promising for breeding.

Keywords: soybean, breeding, physiology, gene pool, collection sample, rate of photosynthesis.

УДК 633.34:631.461.52:632.954

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ГЕРБИЦИДОВ НА СИМБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. БЕРЕГОВАЯ, И.Л. ТЫЧИНСКАЯ*, Н.И. БОТУЗ,

кандидаты сельскохозяйственных наук,

Н.Н. ЛЫСЕНКО, С.Н. ПЕТРОВА, доктора сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

*E-mail: pridotko1990@mail.ru

В данной работе продемонстрированы результаты двухлетних научных исследований по изучению влияния двух различных систем гербицидов: ДуалГолд + Базагран + Фюзилад Форте (Комплекс 1) и Фронтьер Оптима + Базагран + Арамо 45 (Комплекс 2) на симбиотическую активность раннеспелых сортов сои Свапа и Танаис в условиях Орловской области. В опытах использовали фоновую инокуляцию семян изучаемых сортов препаратом клубеньковых бактерий на основе штамма *Bradyrhizobium japonicum* 634б. В результате выявлено, что в целом гербициды оказывали ингибирующее действие на бобово-ризобийный симбиоз растений сои, выражающееся в снижении нодуляции корней и функциональной активности клубеньков по сравнению с контролем. При этом реакция симбиотических систем на использование химических средств защиты была сортоспецифичной. Установлено, что из двух систем гербицидов Комплекс 1 позволил наиболее полно реализовать симбиотический потенциал изучаемых сортов сои за счет наименьшего негативного влияния на их клубенькообразующую способность и азотфиксирующую активность, в результате чего агроценозы усваивали до 38...55 кг/га азота воздуха. Комплекс 1 также был более эффективным и в хозяйственном плане, обеспечив максимальную прибавку урожайности, которая в среднем по сортам составила 7 ц/га.

Ключевые слова: соя, сорт, симбиотическая активность, гербициды, урожайность.

Биологизированные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают максимальное использование биологических факторов при сокращении применения средств химизации для улучшения экологической ситуации и повышения

устойчивости агроценозов. При этом первостепенное значение имеет реализация биологического потенциала сельскохозяйственных культур и их интенсивных сортов, позволяющих максимально использовать плодородие почвы [1].

В решении этих вопросов значительную роль играет эффективность возделывания зернобобовых культур, в том числе сои. Ввиду физиолого-биологических, агротехнических и кормовых достоинств данной культуры, интерес к ней в последние годы значительно возрос, в том числе и в Орловской области, где за последние годы посевные площади под соей с нескольких сотен гектар возросли до 50 тыс. га, при этом урожайность достигла 18,2 ц/га [2, 3, 4, 5].

Одним из наиболее выраженных факторов, лимитирующих уровень урожайности культуры, является высокий уровень засоренности агроценозов. Фитосанитарная оценка состояния посевов сои в Орловской области свидетельствует о том, что численность сорного сообщества в них достигает 100 и более экземпляров на м² однодольных и двудольных сорняков, а защита растений при эффективном управлении, имеет достаточно большой потенциал повышения ее урожайности [6, 7, 8, 9]. В этой связи большое значение в борьбе с сорной растительностью в агроценозах сои имеют химические средства защиты растений.

Поскольку залогом успешной реализации биологического потенциала данной культуры является создание благоприятных условий для ее взаимодействия с клубеньковыми бактериями, особую актуальность представляет подбор гербицидов, в меньшей степени ингибирующих бобово-ризобиальный симбиоз.

Цель исследований заключалась в изучении влияния различных систем гербицидов на симбиотическую активность раннеспелых сортов сои в условиях Орловской области.

Материалы и методика исследований

Лабораторные исследования проводились в ЦКП НО «Экологический и агрохимический мониторинг сельскохозяйственного производства и среды обитания» Орловского ГАУ, а полевые опыты закладывались в севообороте НОПЦ «Интеграция» в 2014-2015 гг.

Согласно данным ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский», почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Характеризуется среднекислой реакцией среды (рН – 5,0), со средним содержанием гумуса (3,8%), с повышенным содержанием подвижного фосфора (12,9 мг/100 г почвы) и обменного калия (15,9 мг/100 г почвы).

Объектом исследований являлись 2 раннеспелых сорта сои, районированных по 5 региону: Свапа (селекция ВНИИЗБК) и Танаис (Semences Prograininc., Канада).

Растения выращивались на делянках площадью 54 м², повторность четырехкратная. Способ размещения опытных делянок – рендомизированный. Предшественник – озимая пшеница.

Исследования проводились по следующей схеме:

1. Контроль (без применения гербицидов)
2. Комплекс 1*
3. Комплекс 2**

* - система гербицидов:

-Дуал Голд, КЭ (960 г/л д.в. S-метолахлор, химический класс хлорацетамида),
-Базагран, ВР (48% д.в.[3-изопропил-1Н-2,1,3-бензотиадиазин-4(3Н)-он, 2,2-диоксид], класс гетероциклических соединений),
-Фюзилад Форте, КЭ (150 г/л д.в. флуазифоп-П-бутил, класс арилоксифеноксипропилаты).

** - система гербицидов:

-Фронтьер Оптима, КЭ (720 г/л д.в. диметенамид-П, класс хлорацетанилиды),
-Базагран, ВР (48% д.в. [3-изопропил-1Н-2,1,3-бензотиадиазин-4(3Н)-он, 2,2-диоксид], класс гетероциклических соединений),

-Арамо 45, КЭ (4,5% д.в. тепралоксидим, производное циклогексадиона).

Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем «EchoSHR-150 SI» производства Японии. Расход рабочей жидкости из расчета 400 л/га. Дуал Голд 1,6 л/га и Фронтьер Оптима 1,2 л/га применяли перед посевом культуры. Базагран 2,0 л/га применяли в фазу появления первого тройчатого листа. Фюзилад Форте 1,5 л/га и Арамо 45 1,2 л/га применяли при достижении высоты 10-15 см сорняками семейства Мятликовые.

В опытах использовали фоновую инокуляцию семян изучаемых сортов препаратом клубеньковых бактерий на основе штамма *Bradyrhizobium japonicum* 6346 из расчета 200 г на гектарную норму семян. Микробиологический препарат изготовлен и предоставлен ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург).

Уход за посевами сои осуществлялся согласно общепринятой для данной зоны технологии возделывания. В фазу цветения сои проводили обработку посевов против тли инсектицидом – Фагот (0,1 л/га). За две недели до уборки проводили десикацию посевов препаратом Реглон Супер из расчета 1,5 л/га. Учет количества и массы клубеньков на корнях растений осуществлялся методом монолитов [10]. Нитрогеназную активность определяли методом редукции ацетилена в модификации А.С. Шаина [11] на портативном газовом хроматографе "ФГХ-1" (ООО "Научно-производственное предприятие "ЭКАН"). Количество фиксированного азота определяли расчетным методом [12]. Урожайность сои определяли путем взвешивания зерна, убранного с каждой делянки прямым комбайнированием. Полученные данные обработаны с помощью компьютерной программы «Statistica».

Результаты исследований и их обсуждение

Гербициды наряду с воздействием на сорняки влияют на рост культурных растений и формирование ими симбиотических систем на основе клубеньковых бактерий. Изменение активности азотфиксации в симбиотической системе под влиянием гербицидов может зависеть как от физиолого-биохимического состояния макросимбионта, так и от непосредственного их влияния на нитрогеназный комплекс [7, 8].

Результаты показали, что за годы исследований изучаемые сорта сои формировали различный по величине и функциональной активности симбиотический аппарат (табл. 1).

Таблица 1

Влияние различных систем гербицидов на количество и массу клубеньков сортов сои (фаза цветения), среднее 2014-2015 гг.

| Варианты | Количество клубеньков, млн. шт./га | | Масса клубеньков, кг/га | |
|---------------|------------------------------------|--------|-------------------------|---------|
| | Свапа | Танаис | Свапа | Танаис |
| 1. Контроль | 1,75 | 3,52 | 98,42 | 296,82 |
| 2. Комплекс 1 | 1,80 | 4,83* | 93,17 | 252,61* |
| 3. Комплекс 2 | 0,97* | 1,23* | 61,39* | 50,45* |

*Достоверно при $P_0 < 0,05$

Наибольшей нодуляцией корней отличался сорт Танаис, превосходя сорт Свапа по количеству и массе клубеньков в 2 и 3 раза, соответственно.

Использование систем гербицидов способствовало изменению биометрических параметров симбиотического аппарата растений сои. В целом наиболее эффективным с точки зрения клубенькообразующей способности был Комплекс 1 гербицидов (ДуалГолд, Базагран и Фюзилад Форте). При этом отзывчивость симбиотических систем сортов на использование химических средств защиты была различна.

Так, например, агроценозы сорта Свапа в варианте с использованием Комплекса 1 по количеству и массе формируемых клубеньков существенно не отличались от контрольного варианта, что указывает на отсутствие ингибирующего действия данной системы гербицидов на нодуляцию корней. Сорт Танаис в результате использования Комплекса 1 формировал в 1,4 раза больше клубеньков по сравнению с контролем, но по своей массе они уступали контрольному уровню на 17,5%.

Использование Комплекса 2 гербицидов (Фронтьер Оптима, Базагран и Арамо 45) отрицательно повлияло на нодуляцию корней растений изучаемых сортов, что более ярко проявлялось в агроценозах сорта Танаис. Так, количество и масса клубеньков у данного сорта по сравнению с контролем уменьшились в 2,9 и 5,9 раза, соответственно.

У сорта Свапа в ответ на использование данной системы гербицидов сформировалось в 1,8 раза меньше клубеньков, по своей массе уступающих контрольному показателю в 1,6 раза. Вероятно, это связано с токсическим действием действующих веществ, входящих в состав химических препаратов, на полезную почвенную микрофлору.

Под воздействием химических средств защиты растений наряду с нодуляцией корней сои, изменялась и активность нитрогеназного комплекса (табл. 2).

Таблица 2

Влияние различных систем гербицидов на нитрогеназную активность у сортов сои, $\text{нмольС}_2\text{Н}_4/\text{раст./час}$ (фаза цветения), среднее 2014 – 2015 гг.

| Варианты | Свапа | Танаис |
|---------------|----------|----------|
| 1. Контроль | 2692,24 | 1251,18 |
| 2. Комплекс 1 | 2181,43* | 1048,04* |
| 3. Комплекс 2 | 411,92* | 1348,84 |

*Достоверно при $P_0 < 0,05$

У сорта Свапа использование Комплекса 2 гербицидов привело к снижению не только нодуляционной способности корней, но и нитрогеназной активности клубеньков, которая по сравнению с контрольным вариантом уменьшилась в 6,5 раза.

В варианте с применением Комплекса 1 у данного сорта функциональная активность клубеньков по сравнению с контролем была ниже на 23,4%.

В свою очередь сорт Танаис при использовании Комплекса 1 гербицидов также формировал менее активные клубеньки, которые по нитрогеназной активности уступали контрольному варианту на 19,3%.

Несмотря на то, что использование Комплекса 2 гербицидов в агроценозах сорта Танаис способствовало уменьшению величины симбиотического аппарата растений, по своей функциональной активности он не уступал контрольному варианту, превышая его по данному показателю на 7,8%.

Необходимо отметить, что сорт Свапа несмотря на менее развитый симбиотический аппарат по уровню нитрогеназной активности превосходил сорт Танаис в 2,2 раза, в связи с чем занимал лидирующую позицию по усвоению азота воздуха (рис. 1).

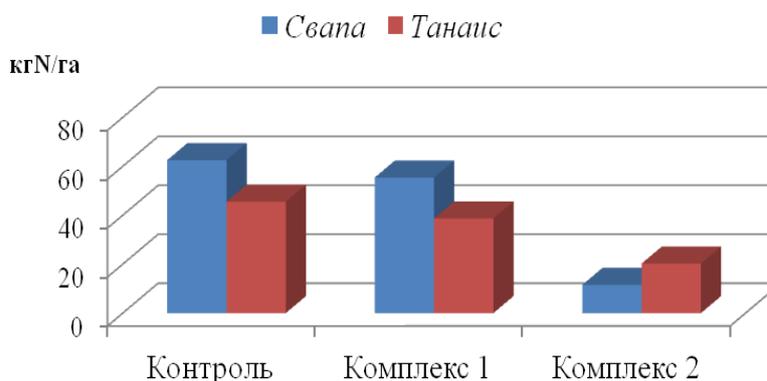


Рис. 1. Азотфиксирующая активность агроценозов сои в зависимости от обработки гербицидами (фаза цветения), среднее 2014-2015 гг.

Согласно полученным экспериментальным данным изучаемые сорта сои отличались максимальной азотфиксирующей активностью в варианте без применения гербицидов (контроль).

Использование различных систем гербицидов привело к снижению уровня азотфиксации, при этом наибольший ингибирующий эффект был отмечен в варианте с применением Комплекса 2, в ответ на который сорта, в среднем, усваивали в 3,4 раза меньше биологического азота, по сравнению с контролем. Тогда как в результате использования Комплекса 1 азотфиксирующая активность у сортов Свапа и Танаис уменьшилась на 12,2 и 17,7%, соответственно.

Таким образом, из двух используемых систем гербицидов Комплекс 1 позволил наиболее полно реализовать симбиотический потенциал изучаемых сортов сои, в результате чего агроценозы усваивали до 38...55 кг/га азота воздуха.

Вместе с тем установлено положительное влияние различных систем гербицидов на урожайность изучаемых сортов сои. При этом сорт Свапа был более отзывчив на данные элементы агротехники, что выражалось в высоких относительных прибавках урожайности к контролю (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние различных систем гербицидов на урожайность сортов сои, ц/га
(среднее 2014 – 2015 гг.)**

| Варианты | Свапа | Прибавка к контролю, ц/га | Танаис | Прибавка к контролю, ц/га |
|---------------|-------|---------------------------|--------|---------------------------|
| 1. Контроль | 11,2 | - | 19,1 | - |
| 2. Комплекс 1 | 19,7* | 8,5 | 24,7* | 5,6 |
| 3. Комплекс 2 | 20,8* | 9,6 | 22,2* | 3,1 |

*Достоверно при $P_0 < 0,05$

Максимальную прибавку урожайности данного сорта обеспечила система гербицидов Комплекса 2, в результате которой сбор зерна с гектара превысил контрольный показатель в 1,9 раза. При применении Комплекса 1 прибавка к контролю составила 8,5 ц/га, что больше контрольного уровня в 1,8 раза.

Наибольшее повышение продуктивности агроценозов сорта Танаис (на уровне 29,3%) было отмечено в варианте с использованием Комплекса 1. При применении Комплекса 2 прибавка к контролю также была существенной и составила 16,2% или 3,1 ц/га.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что используемые системы гербицидов оказывали ингибирующее действие на симбиотическую активность сортов сои при их взаимодействии с клубеньковыми бактериями. Но за счет снижения конкуренции сорных растений наиболее эффективным в плане реализации потенциала бобово-ризобияльного симбиоза и продуктивности сои был Комплекс 1 на основе препаратов Дуал Голд, Базагран и Фюзилад Форте, который обеспечил максимальную азотфиксирующую активность агроценозов и сбор зерна с единицы площади.

Литература

1. Жученко А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК / – М.: Трибуна Академии наук, – 2008. – 97 с.
2. Баранов В.Ф., Лукомец В.М. Соя: биология и технология возделывания / – Краснодар: издательство ГНУ ВНИИМК, – 2005. – 434 с.
3. Зотиков В.И., Боролев А.А. Пути увеличения производства растительного белка в России // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: сборник научных материалов. – Орел, – 2008. – С. 36-49.
4. Онищенко Г.Г. Проблема пищевого белка в системе продовольственной безопасности России. Значение сои в преодолении белкового дефицита // Соя, как залог здоровья нации и продовольственной безопасности Российской Федерации (Второй этап): Мат. I Всеросс. Интернет-конф. – 2010. [<http://www.infotechno.ru/ros-soya>].
5. Федотов В.А., Гончаров С.В., Столяров О.В., Ващенко Т.Г., Шевченко Н.С. Соя в России. Монография. – Москва, – 2013. – 430 с.
6. Лысенко Н.Н., Наумкин В.П., Лысенко С.Н. Сорные растения, вредители, болезни и защита от них посевов сои (рекомендации) // Орел: Изд-во Орел ГАУ, – 2012. – 34 с.
7. Лысенко Н.Н., Кирсанова Е. В. Управление агробиоценозом сои. // Образование, наука и производство. – 2014. – № 2. – С. 52-60.

8. Лысенко Н.Н., Кирсанова Е.В. Химические и биологические препараты в управлении агробиоценозом сои. // АГРО XXI. – № 1. – 2015. – С.20-23.
9. Лысенко Н.Н., Петрова С.Н., Кузмичева Ю.В., Ботуз Н.И., Тychинская И.Л. Факторы агротехники, влияющие на формирование урожая и качества зерна сои. // Вестник Орел ГАУ. – №1 (64). – 2017. – С. 19-27.
10. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. – М.: Агропромиздат, – 1991. – 300 с.
11. Шаин А.С. Оценка и создание нового исходного материала клевера лугового с повышенной белковой продуктивностью и азотфиксирующей способностью: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – М., – 1990. – 18 с.
12. Орлов В.П. и др. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом - Орел: ВНИИЗБК, – 1984. – 16 с.

INFLUENCE OF VARIOUS SYSTEMS OF HERBICIDES ON THE SYMBIOTIC ACTIVITY OF SOYA VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

Yu.V. Beregovaya, I.L. Tychinskaya, N.I. Botuz, N.N. Lysenko, S.N. Petrova

FSBEI HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

Abstract: *This paper demonstrates the results of two-year research on the influence of two different herbicide systems: Dual Gold + Bazagran + Fusilad Forte (Complex 1) and Frontier Optima + Bazagran + Aramo 45 (Complex 2) to the symbiotic activity of early ripening soybean varieties Swap and Tanais in conditions of Orel region. In the experiments, background inoculation of the seeds of the studied varieties with a drug of nodule bacteria was used on the basis of the strain Bradyrhizobium japonicum 634b. As a result, it was found that, in general, the herbicides had an inhibitory effect on the legume-rhizobia symbiosis of soybean plants, expressed in a decrease in nodulation of the roots and in the functional activity of the nodules compared with the control.*

At the same time, the reaction of symbiotic systems to the use of chemical means of protection was variety-specific. It was established that Complex 1 of the two herbicide systems made it possible to fully realize the symbiotic potential of the soybean varieties under study due to the least negative influence on their nodule-forming ability and nitrogen-fixing activity, as a result of which the agrocenoses assimilated up to 38...55 kg / ha of air nitrogen. Complex 1 was also more efficient in terms of economy, ensuring a maximum yield increase, which in average for varieties was 7 c / ha.

Keywords: soybean, varieties, symbiotic activity, herbicides, yield.

УДК 635. 652/.654

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ ЗЕРНОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

М.П. МИРОШНИКОВА, А.М. ЗАДОРИН,

кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

За период с 2014 по 2016 гг. проведена оценка фенотипической и генетической изменчивости 30 сортообразцов фасоли обыкновенной. По результатам исследований определены их морфологические различия и особенности. В статье представлены характеристики продолжительности вегетативного периода; основных технологических показателей и источники хозяйственно ценных признаков. По данным структурного анализа элементов семенной продуктивности выделены перспективные сортообразцы для дальнейшей селекционной работы – Гелиада st, Стрела, 09-151, 08-443, 05-86, Kataj, Amendeim, Kasseler, Plus, Веселка.

Ключевые слова: коллекция, фасоль обыкновенная, селекция, продуктивность, перспективные формы, технологичность, раннеспелость, сорт.