

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ *ГЕОРГИЯ* В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ

Вера Алексеевна Свирина, *старший научный сотрудник*
Виталий Геннадьевич Черногаев, *младший научный сотрудник*

*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
с. Подвязье, Рязанская обл., Россия
E-mail: svirina-vera@mail.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты исследования по определению особенностей формирования фотосинтетического аппарата сои *Георгия* при внесении биопрепаратов в условиях Нечерноземной зоны. Установлено, что биопрепараты способствовали наибольшему увеличению площади листьев. Период вегетации сои составил в 2023 году – 106 дн., в 2022 – 103 дня. В межфазный период (цветение – физиологическое созревание сои) наиболее продуктивно протекали процессы фотосинтеза в 2023 году при ГТК = 1,46. Максимальную стабильность в получении высокого урожая показал комплекс биопрепаратов: Тирада, СК – 2,0 л/т + Табу, ВСК – 1,0 л/т + Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/гектарную норму семян + Organit N, Ж – 1,5 л/т – обработка семян перед посевом + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка растений в фазе ветвления + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка в фазе бутонизации. Он обеспечил прибавку урожайности сои, превысив контрольный вариант на 14% за двухлетний период, что подтверждает его стабильную эффективность по всем годам исследований.

Ключевые слова: соя, биопрепараты, площадь листьев, фотосинтетическая активность, сухая масса, урожайность

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF *GEORGIYA* SOYBEAN CROPS IN THE CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE DEPENDING ON BIOLOGICAL PREPARATIONS APPLICATION

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,
Podyazye village, Ryazan region, Russia
E-mail: svirina-vera@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of a study to determine the features of the formation of the *Georgiya* soybean photosynthetic apparatus when introducing biopreparations in the conditions of the Non-Chernozem zone. It was found that biopreparations contributed to the greatest increase in leaf area. The vegetation period of soybeans was 106 days in 2023, 103 days in 2022. In the interphase period (flowering – physiological ripening of soybeans), photosynthesis processes were productive in 2023 at the hydrothermal index is 1.46. The maximum stability in obtaining a high yield was demonstrated by this complex of biological preparations: Tirada, SK – 2.0 l/t + Tabu, VSK – 1.0 l/t + Nitragin KM, SP – 0.08 kg/hectare seed rate + Organit N, Zh – 1.5 l/t – seed treatment before sowing + Organit N, Zh – 2 l/ha – treatment of plants in the branching phase + Organit N, Zh – 2 l/ha – treatment in the budding phase, which provided an increase in soybean yield, exceeding the control variant by 14% over a two-year period, which confirms the stability of its effectiveness in all years of research.

Keywords: soybean, biopreparations, leaf area, photosynthetic activity, dry mass, yield

В настоящее время актуальным вопросом считается совершенствование технологии возделывания сои с помощью биопрепаратов. В сельскохозяйственном производстве стали широко внедряться регуляторы роста, которые способствуют повышению урожайности и качества выращиваемой продукции. [10]

Благодаря уникальному химическому составу и пищевым свойствам, соя – одна из самых универсальных и распространенных сельскохозяйственных культур. В Рязанской области ее посевные площади возрастают с каждым годом: 2022 – 80 тыс. га, 2023 – до 97 тыс. га. Установлено, что для почв умеренного климата свободноживущие азотфиксаторы связывают 25...94 кг/га азота в год. Активность азотфиксации коррелирует с фазой развития растений: ее усиление начинается с появлением проростков, достигает максимума к периоду цветения и резко снижается после уборки урожая. [1]

Основной фактор формирования урожая – ассимиляционная листовая поверхность. Быстрые темпы на-

копления вегетативной массы могут служить важным признаком получения высокого урожая. Для раскрытия потенциальных возможностей фотосинтетической деятельности растений в агроценозе необходимо создавать благоприятные условия для их роста и развития. [2, 5]

Фотосинтез служит основной функцией растений, так как 90...95% биомассы – органические вещества. Увеличение урожайности тесно связано с ростом таких показателей, как площадь листьев и фотосинтетический потенциал посевов. [9]

Избыточная концентрация химических веществ (натрий, хлор) приводит к угнетению фотосинтеза и снижению урожая. Следует все агротехнические мероприятия (в том числе внесение биопрепаратов) направлять на формирование агрофона, обеспечивающего рост фотосинтетического аппарата. [4]

Основная часть ассимиляционной поверхности – листья. Поэтому наиболее облиственные растения образуют большое количество органического вещества. [7]

В качестве обязательного агротехнического приема используют предпосевную обработку семян бактериальными биопрепаратами, состоящими из микробной массы нитрогеназных бактерий.

Цель работы – изучить влияние биопрепаратов на особенности формирования фотосинтетического аппарата и урожайность сои *Геоργия* в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны РФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2022–2023 годах в Рязанской области на базе ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ Рязанского района по общепринятым методам. [6, 8]

Объект изучения – сорт сои *Геоργия*. Площадь обрабатываемой делянки – 50 м², повторность – четырехкратная, учетная площадь – 10 м². Технология возделывания сои общепринятая в Рязанской области. Агротехника – весеннее боронование, внесение минеральных удобрений (НРК)₆₀, предпосевная культивация. Посев однострочный, ширина междурядий – 45 см, норма высева – 850 тыс. всх. сем./га. Посев осуществляли сеялкой СН-16 П. Учет биологической урожайности и элементов ее структуры вели способом снопового отбора с 1 м². [3] Площадь листьев определяли расчетным методом, основанным на принципе высечек. [6]

Почва – темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Содержание гумуса в пахотном слое 0...30 см по Тюрину (ГОСТ 2621-91) – 3,2%, рН по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213 – 91), (ГОСТ 264884-85) – 5,03 ед., подвижного P₂O₅ – 187 мг/кг почвы, подвижного K₂O по Кирсанову (ГОСТ 26207-84) – 148 мг/кг, содержание общего азота N_{общ.} по Кьельдалю (ГОСТ 26107-84) – 0,20%, гидролитическая кислотность (Н гидр.) по Каппену (ГОСТ 26212-84) – 2,61 мг-экв/100 г почвы.

Перед посевом семена обрабатывали биопрепаратами:

Нитрагин КМ, СП – инокулянт производства «ООО НТЦ БИО»;

Organit N, Ж – улучшает азотное питание сельскохозяйственных культур из-за способности бактерий *Azospirillumzoeae* фиксировать атмосферный азот и переводить его в формы, пригодные для потребления растением. Активные ингредиенты – клетки и биологически активные метаболиты штамма *Azospirillumzoeae*;

Organit P, Ж – стимулирует корнеобразование и рост растений, переводит нерастворимые формы фосфора, калия в растворимые и легкоусвояемые. Активные ингредиенты – споры штамма *Bacillusmegaterium*.

Семена перед посевом обрабатывали инокулянт Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/гектарную норму семян, Органит N, Ж – 1,5 л/т.

Некорневые подкормки Органит N, Ж (2 л/га) осуществляли в фазы ветвления, бутонизации вручную ранцевым опрыскивателем. Вариант № 1 – (контроль) без обработок.

Площадь листовой поверхности и прирост сухого вещества определяли в пробе 10 среднетипичных растений по основным фазам развития – цветение, образование бобов и налив семян – методом высечек (вырезанные листья), который основан на взвешивании вырезанных и общей массы листьев. [6]

Предшественник сои – озимая пшеница. Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с рекомендациями для зоны возделывания. Схема опыта представлена в таблице 1.

Климат Рязанской области типичен для средней полосы Европейской части России. Значительное удаление от морей обуславливает некоторую континентальность климата с умеренно-холодной осенью, снежной и продолжительной зимой, длительной весной и теплым, нередко жарким летом, хорошо выраженными, но не менее длительными переходными сезонами года (весна, осень).

Среднемесячная температура воздуха самого теплого месяца года июля – 19,5°C, в отдельные жаркие дни повышается до 39,0°C, а самого холодного (январь) составляет минус 11,0°C, в суровые зимы она опускается до минус 32,0°C. Рязанская область относится к зоне устойчивого увлажнения. Атмосферные засухи наблюдаются в среднем в 90% лет, из которых 30,6% – с интенсивной засухой. Причиной засухи обычно бывает неравномерное выпадение осадков по сезонам, в частности, когда дуют юго-восточные суховеи.

Условия вегетационных периодов по годам проведения исследования различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволяет всесторонне проанализировать действие изучаемых факторов (табл. 2).

Продолжительность вегетационного периода сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны – лимитирующий показатель при возделывании культуры.

За два года исследований продолжительность периода от всходов до физиологической спелости зерна – 103...106 дн., длительность вегетации в 2022 году – 106 дн., 2023 – 103 дня.

Межфазный период всходы – цветение – образование бобов в 2023 году был наиболее обеспечен влагой, количество осадков – 60,1 мм (табл. 1).

Таблица 1.

Схема опыта

Вариант	Система препаратов
№ 1 – контроль	Без обработок
№ 2 – инокулянт	Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/гектарную норму семян – обработка семян перед посевом
№ 3 – биологический препарат	Organit N, Ж – 1,5 л/т – обработка семян + Organit N, Ж – 2,0 л/га – обработка в фазе ветвления + Organit N, Ж – 2,0 л/га – обработка в фазе бутонизации
№ 4 – инокулянт + биологический препарат	Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/гектарную норму семян + Organit N, Ж – 1,5 л/т – обработка семян перед посевом + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка в фазе ветвления + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка в фазе бутонизации
№ 5 – химические протравители инокулянт + биологический препарат + регулятор роста растений	Тирада, СК – 2,0 л/т + Табу, ВСК – 1,0 л/т + Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/гектарную норму семян + Organit N, Ж – 1,5 л/т – обработка семян перед посевом + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка растений в фазе ветвления + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка в фазе бутонизации

Таблица 2.

Продолжительность вегетационного периода (дн.), сумма температур по годам (С°) и ГТК в период исследований (всходы – физиологическая спелость зерна)

Межфазный период	2022	2023
Количество осадков, мм		
Всходы – цветение	24,3	60,1
Цветение – образование бобов	10,7	27,2
Образование бобов – физиологическое созревание	101,4	74,0
Всходы – физиологическое созревание	136,4	161,3
$\Sigma t > 10$ (С°)		
Всходы – цветение	803,8	1147,2
Цветение – образование бобов	341,9	186,8
Образование бобов – физиологическое созревание	790,5	1146,4
Всходы – физиологическое созревание	1936	2480,4
ГТК		
Всходы – цветение	0,30	0,52
Цветение – образование бобов	0,31	1,46
Образование бобов – физиологическое созревание	1,28	0,64
Всходы – физиологическое созревание	0,70	0,65

Таблица 3.

Динамика формирования площади листьев по фазам развития сорта сои *Геоργия* в зависимости от используемых биопрепаратов, см²/раст. (2022–2023 годы)

Вариант	± к контролю	Площадь листьев по фазам вегетации, см ² /раст.		
		цветение	образование бобов	налив семян
№ 1 – Контроль		235,4	231,0	175,9
№ 2		260,0	319,5	297,7
	см ²	+24,6	+88,5	+121,1
	%	20,9%	38,3%	69,2%
№ 3		299,2	307,4	239,2
	см ²	+63,8	+76,4	+63,3
	%	27,1%	33,1%	36,0%
№ 4		314,3	323,6	314,4
	см ²	+78,9	+92,6	+138,5
	%	33,5%	40,1%	78,8%
№ 5		339,4	344,2	346,5
	см ²	+104,0	+113,2	+171,4
	%	48,4%	53,3%	97,9%
НСР ₀₅		3,12	2,28	2,08

В 2022 году их выпало меньше на 35,8 мм. В межфазный период цветение–образование бобов в 2022 году наблюдался дефицит увлажнения – 10,7 мм, 2023 – на 16,5 мм больше среднемноголетних значений. Обеспеченность влагой от созревания бобов до физиологического созревания варьировала в зависимости от года – 136,4...161,3 мм.

За вегетацию сои наиболее благоприятным по увлажнению был 2023 год – 161,3 мм. ГТК по межфазному периоду в годы исследований составил 0,65...0,70 ед. соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фотосинтетическая деятельность – важный элемент жизнедеятельности растений сои. Установлено, что площадь листовой поверхности изменялась по фазам развития под влиянием биопрепаратов (табл. 3).

Площадь листьев – важное условие высокой продуктивности растений. Она обуславливает интенсивный процесс фотосинтеза и быстрое нарастание биологической массы, поэтому существенно влияет на урожай.

Достоверное преимущество повышения площади листьев выявляется от фазы цветения до налива зерна бобов.

Площадь листьев в фазе цветения варьировала в зависимости от внесения биопрепаратов – 20,9...48,4% (табл. 3). Нарастание площади листовой поверхности произошло по всем вариантам опыта и колебалось от 24,6 (№ 2) до 104,0 см²/раст. (№ 5). Наименьшее значение было в варианте с инокулянтом, где более разреженные посевы сои сформировали существенно меньшую площадь листьев. По сравнению с контрольным вариантом она увеличивалась только на 24,6 см²/раст. (20,9%).

Максимальная площадь листовой поверхности в фазе цветения отмечена в вариантах № 4 и № 5, что больше контроля без обработок на 78,9 и 104,0 см²/раст. соответственно.

К началу фазы образования бобов продолжалось нарастание площади листьев при использовании биопрепаратов. По отношению к контролю площадь листового аппарата по вариантам с биопрепаратами увеличилась на 76,4...113,2 см²/раст. Дольше всего сохранялась листовая поверхность в вариантах № 2 и № 5. Увеличение площади листовой поверхности, по отношению к контролю, составило соответственно 33,1 и 53,3%.

В фазе налива семян больше всего сохранялась площадь листовой поверхности в вариантах № 4 и № 5 (прибавка 78,8...97,9%, по отношению к контролю) соответственно. Наименьший ее показатель в варианте № 3 – прибавка до 63,3 см²/раст. (36,0%).

Установлено, что самая высокая площадь листьев отмечена в варианте № 5 с применением химических протравителей Тирада (400 + 30 г/л), СК в дозе 2,0 л/т и Табу (500 г/л), ВСК совместно с инокулянтом Нитрагин КМ, СП и микробиологическим препаратом Organit N, где прибавка составила 171,4 см²/раст. (97,9%), по отношению к контролю. Это свидетельствует о том, что биопрепараты создают более благоприятные условия для формирования листовой поверхности и площади питания сои.

Наблюдения за накоплением сухого вещества в растениях показали, что интенсивность этого процесса во многом зависит не только от внесения биопрепаратов, но и погодных условий (табл. 4).

Показатели площади листьев в контрольном варианте были самыми низкими, сбор сухого вещества в фазе ветвления – 1632 кг/га, в варианте № 5 – на 1120 кг/га больше контроля, № 4 – на 892 кг/га. Особенно заметна была разница по накоплению сухого вещества в фазе цветения в варианте № 5.

Фотосинтетический потенциал (ФП) характеризует мощность работы листовой поверхности и зависит от условий влагообеспеченности, минерального питания, внесения биопрепаратов в период вегетации.

Таблица 4.
Динамика накопления сухого вещества растениями сои в зависимости от обработки семян инокулянтом, стимуляторами роста по фазам развития, кг/га, среднее за 2022–2023 годы

Вариант	Накопление сухого вещества растениями сои, кг/га	
	ветвление	цветение
№ 1 – Контроль	1632	3980
№ 2	2038	4047
№ 3	1986	4076
№ 4	2524	3786
№ 5	2752	4528

В наших опытах фотосинтетическая деятельность посевов сои, кроме влияния климатических условий, зависела от применения биопрепаратов (табл. 5). Максимальный показатель ФП наблюдали в варианте № 5 (663,4 тыс м²/га), что способствовало формированию полученной продукции сои.

Наименьший фотосинтетический потенциал у посевов сои без внесения биопрепаратов (вариант № 1) в среднем за вегетацию – 363 тыс. м²/га × дн./га. При внесении биопрепаратов ФП в варианте № 5 возрастал до 663,4 тыс. м²/га × дн./га, в том числе и из-за увеличения времени прохождения фаз растением. В остальных вариантах при формировании фазы налива семян – физиологической спелости отмечали снижение ФП от 407 до 606 тыс. м²/га × дн./га соответственно.

При изучении действия исследуемых биопрепаратов была тенденция к росту по всем показателям фотосинтетической активности. В 2022 году уро-

Таблица 5.
Влияние биопрепаратов на фотосинтетический потенциал сорта сои *Геоργия*, среднее за 2022–2023 годы

Вариант	ФП в период вегетации, тыс. м ² /га × дн./га			
	цветение	образование бобов	налив семян (физиологическая спелость)	всего за вегетацию
№ 1 – Контроль	82,3	111,2	172,8	366,3
№ 2	122,0	147,0	201,4	470,0
№ 3	138,7	156,5	219,2	514,4
№ 4	159,3	200,6	246,8	606,7
№ 5	172,3	231,0	260,1	663,4

Таблица 6.
Влияние биопрепаратов на урожайность сои *Геоργия*, т/га

Вариант	Год		Среднее за 2022–2023 годы	± к контролю без обработок	
	2022	2023		т/га	%
№ 1 – Контроль	2,31	3,16	2,73	–	–
№ 2	2,46	3,26	2,86	0,13	104,8
№ 3	2,56	3,70	3,14	0,41	115,0
№ 4	2,52	4,10	3,31	0,58	121,2
№ 5	2,71	4,52	3,62	0,89	132,6
НСР ₀₅	0,039 (сущ.)	0,05 (сущ.)			

жайность сои колебалась от 2,31 до 2,71 т/га, 2023 – 3,16...4,52 т/га (табл. 6).

Выводы. Вопросы изучения, подбора биопрепаратов при возделывании сои имеют большую актуальность и могут быть одним из факторов увеличения урожайности в зоне возделывания Нечерноземной зоны.

Наибольший эффект получен при совместном применении химических протравителей и биопрепаратов: Тирада, СК – 2,0 л/т + Табу, ВСК – 1,0 л/т + Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/гектарную норму семян + Organit N, Ж – 1,5 л/т – обработка семян перед посевом + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка растений в фазе ветвления + Organit N, Ж – 2 л/га – обработка в фазе бутонизации (вариант № 5).

Внесение в почву биопрепаратов при предпосевной обработке семян сои в варианте № 4 (Нитрагин КМ, СП – 0,08 кг/гектарную норму семян + Organit N, Ж – 1,5 л/га), а также некорневая подкормка Organit N, Ж в фазе ветвления + Organit N, Ж – в фазе бутонизации в дозе 2,0 л/га обеспечили увеличение площади листовой поверхности и способствовали последовательному процессу превращения веществ и энергии, улучшению питания растений и повышению урожайности. В среднем за два года исследований можно отметить более существенный рост продуктивности сои сорта *Геоργия* (повышение к контролю без обработок 132,6%) с максимальной урожайностью (3,62 т/га) в варианте № 5.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Белышкина, М.Е., Кобозева Т.П., Гуреева Е.В. Рост и развитие сортов сои северного экотипа в зависимости от влияния лимитирующих факторов вегетационного периода // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 4–9. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i9pp4-9>
- Борисоник З.Б. Ячмень яровой. М.: Колос, 1974. 255 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Есаулко А.Н., Письменная Е.В., Ожередова А.Ю. и др. Влияние макро- и микроудобрений на фотосинтетическую деятельность и продукционную способность озимой пшеницы на выщелоченном черноземе // Земледелие. 2022. № 7. С. 36–39. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-7-36-39>
- Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (Методы и задачи учета в связи с формированием урожая) / Акад. наук СССР. Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. 135 с.
- Опытное дело в полеводстве / сост. Г.Ф. Никитенко. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.
- Сабинова Т.П., Шукин С.В., Сабиров Р.А., Носкова Е.В. Фотосинтетический потенциал и продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от обработки почвы и удобрений в условиях Северо-Западного региона // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 1(45). С. 16–21.
- Сычев В.Г., Шаповал О.А., Можарова И.П. и др. Методические указания по проведению регистрационных испытаний новых форм удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений; под редакцией А.А. Завалина, А.И. Еськова; Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, Всероссийский научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт органических удобрений и торфа РАСХН. М. – Владимир:

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2009. 104 с.

9. Шабалдас О.Г., Есаулко А.Н., Власова О.И., Вольгерс И.А. Фотосинтетическая активность посевов сои в зависимости от сорта в условиях Центрального Предкавказья // Земледелие. 2022. № 8. С. 31–34. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-8-31-34>
10. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2009. 60 с.

REFERENCES

1. Бельшикина, М.Е., Кобозева Т.П., Гуреева Е.В. Рост и развитие сортов сои северного экотипа в зависимости от влияния лимитирующих факторов вегетационного периода // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 4–9. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i9pp4-9>
2. Борисоник З.Б. Ячмень яровой. М.: Колос, 1974. 255 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Есаулко А.Н., Письменная Е.В., Ожередова А.Ю. и др. Влияние макро- и микроудобрений на фотосинтетическую деятельность и продукционную способность озимой пшеницы на выщелоченном черноземе // Земледелие. 2022. № 7. С. 36–39. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-7-36-39>
5. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (Методы и задачи учета в связи с формированием урожая) / Акад. наук СССР. Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. 135 с.
6. Опытное дело в полеводстве / сост. Г.Ф. Никитенко. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.
7. Сабирова Т.П., Шукин С.В., Сабиров Р.А., Носкова Е.В. Фотосинтетический потенциал и продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от обработки почвы и удобрений в условиях Северо-Западного региона // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 1(45). С. 16–21.
8. Сычев В.Г., Шаповал О.А., Можарова И.П. и др. Методические указания по проведению регистрационных испытаний новых форм удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений; под редакцией А.А. Завалина, А.И. Еськова; Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, Всероссийский научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт органических удобрений и торфа РАСХН. М. – Владимир: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2009. 104 с.
9. Шабалдас О.Г., Есаулко А.Н., Власова О.И., Вольгерс И.А. Фотосинтетическая активность посевов сои в зависимости от сорта в условиях Центрального Предкавказья // Земледелие. 2022. № 8. С. 31–34. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-8-31-34>
10. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2009. 60 с.

Поступила в редакцию 13.12.2024

Принята к публикации 27.12.2024

УДК 633.34:535.372

DOI: 10.31857/S2500208225020032, EDN: НТҮҮНД

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СОИ

Михаил Владимирович Беляков¹, доктор технических наук, главный научный сотрудник

Анна Андреевна Лысенкова², аспирант

¹ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО РЭУ имени Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия

E-mail: bmw20100@mail.ru

Аннотация. Исследованы возможности определения сортовых особенностей фотолюминесценции семян сои (ранние и средне-ранние сорта) для последующего создания методики ее сортовой идентификации. Измеряли спектральные характеристики возбуждения и фотолюминесцентного излучения на дифракционном спектрофлуориметре СМ2203 со специализированным программным обеспечением. Рассчитывали интегральные параметры (поглощательная способность, поток люминесценции) и стоксов сдвиг. Возбуждение семян происходит в диапазоне 300–500 нм с основными максимумами на 365 нм, 424 нм и небольшим побочным 520 нм. Различие интегральной поглощательной способности по сортам составляет до 2,31 раза, в отдельных диапазонах – 2,66 раза. Применение для сортовой идентификации отношений поглощательных способностей как относительных величин, не зависящих от уровня фотосигнала, более предпочтительно, но сортовые различия H_{424}/H_{365} составляют только 1,5–1,6 раза. Потоки фотолюминесценции для разных сортов отличаются в 1,56 раза, стоксов сдвиг незначительно и не может быть параметром идентификации семян. Установлено, что люминесцентные характеристики сои имеют заметные количественные различия, но менее существенные качественные, связанные с соотношением максимумов возбуждения. Идентифицировать сорта по их люминесцентным свойствам возможно по величине потока фотолюминесценции при возбуждении излучением 424 нм, при этом целесообразно использовать различие количественных параметров. Может быть взято значение отношения интегральных поглощательных способностей при возбуждении излучением 424 и 365 нм соответственно. Определение сорта семян сои по люминесцентным свойствам позволит ускорить процесс идентификации и сократить временные и материальные затраты.

Ключевые слова: соя, сортовая идентификация, спектр возбуждения, спектр люминесценции, поток фотолюминесценции