

УДК 635.655 : 631.8

ПОКАЗАТЕЛИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ
И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА© 2022 А.Н. Бурунов¹, В.Г. Васин¹, А.В. Васин², Р.Н. Саниев¹¹ Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Россия² Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 10.10.2021

В настоящей статье представлены результаты научных исследований по применению ростостимулирующих препаратов в предпосевной обработке семян и посевов сои по фазам развития в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Приведены результаты исследований за 2016-2018 гг. с оценкой показателей сохранности растений, фотосинтетической деятельности и урожайности сои при разных вариантах обработки посевов стимуляторами роста. Использование двухкомпонентных препаратов в предпосевной обработке семян способствует лучшей полноте всходов, сохранности растений к уборке 61,82%. Максимальная площадь листьев формируется в фазе цветения сои и находится в пределах 45,0...47,3 тыс.м²/га. Обработка семян препаратом Мегамикс Семена и его смесью с Ризоторфином лишь незначительно повышает урожайность (на 0,03...0,05 т/га). Применение стимулирующих препаратов в обработке посевов сои обеспечивает существенную прибавку от 0,10 до 0,18 т/га. Максимальный урожай 1,62 т/га формируется на варианте обработки посевов препаратом Мегамикс Профи на фоне обработки семян смесью Мегамикс Семена+Ризоторфин.

Ключевые слова: площадь листьев, фотосинтетический потенциал, стимулятор роста.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-1-3-12

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема обеспечения продуктами питания быстрорастущего населения земного шара является одной из самых приоритетных для ученых. Практикой мирового сельского хозяйства установлено, что соя – одна из наиболее продуктивных культур, что ни одно растение в мире не может производить за 115-125 дней столько белка и жира, сколько их производит соя [4,8].

Соя занимает чрезвычайно важное место в решении проблемы белка. Потребность в соевых бобах возрастает с каждым годом на фоне растущего внутреннего спроса как для животноводства, так и на переработку продуктов пищевого назначения. Соя выделяется среди других культур универсальностью использования, имеет большое хозяйственное значение, используется во многих отраслях промышленности (пищевой, лакокрасочной, химической, текстильной, автомобильной, авиационной и др.), является важной кормовой культурой. Недостаток белка, в рационе животных снижает их продуктивность, а также вызывает перерасход кормов на

30-45% и увеличивает себестоимость продукции на 20-28% [1,7,10].

Широта диапазона использования сои вызвана ее химическим составом, прежде всего, накоплением в зерне высококачественного белка и энергии одновременно. В семенах сои содержится 38-45% белка, 18-23% – жира, 22-30% – углеводов, 3-7% клетчатки, а также ферменты, витамины, минеральные вещества. Особенностью белков сои является высокая концентрация в них лизина. Лимитирующая аминокислота – метионин. Семена сои богаты витаминами А, В₁, В₂, В₃, В₆, Е, С, К. Один килограмм соевого белка способен заменить 4-5 кг мяса [5, 6, 7].

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

За последнее десятилетие в Средневолжском регионе появилось достаточно много новых перспективных сортов сои, которые могут возделываться как в условиях орошения, так и на богаре. Однако урожайность остается невысокой, что обусловлено особенностью почвенно-климатический условий и прежде всего уровнем агротехники. В связи с этим применение современных приемов возделывания в значительной степени способствует повышению ее урожайности [2, 3].

Одним из путей повышения урожайности сельскохозяйственной культуры является использование широкого ряда препаратов биологически активных веществ и микроэлементов в хелатной форме. Их применение позволяет существенно повысить продуктив-

Бурунов Алексей Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: mineral_nn@mail.ru

Васин Василий Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Васин Алексей Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук. E-mail: vasin_av@ssaa.ru

Саниев Рамис Нуркашифович, аспирант кафедры «Растениеводство и земледелие». E-mail: Saniev.ssaa@mail.ru

ность растений, улучшить качество продукции [3, 9].

Целесообразным является применение также препаратов для предпосевной обработки семян и опрыскивания ими вегетирующих растений. Эти приемы позволяют активизировать физиологические процессы во время вегетации растений, повысить адаптационные возможности в неблагоприятных условиях, стабилизировать повышение продуктивности растений и улучшить качество выращиваемой продукции.

Урожай сельскохозяйственных культур в значительной степени определяется интенсивностью фотосинтеза. Фотосинтез – основной процесс, приводящий к образованию органических соединений, во время которого происходит биологическое преобразование электромагнитной энергии в химическую. За счет него создается до 90% и более сухого вещества растений. Важными показателями фотосинтетической деятельности являются площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза. По мере увеличения площади листьев в посевах процент поглощаемой энергии возрастает. Однако эта закономерность проявляется при их увеличении только до определенных размеров и времени её сохранности. Поэтому очень важно создавать благоприятные условия для поглощения и максимального использования солнечной энергии, что является важным условием повышения урожайности [11,12,13].

Цель исследования – повышение урожайности сои в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Задача исследований – дать оценку параметрам сохранности растений, фотосинтетической деятельности растений (площади листьев, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза), урожайности сои в посевах в зависимости от применения стимулирующих препаратов при обработке семян и по вегетации.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевой опыт в 2016-2018 гг. был заложен в кормовом севообороте кафедры «Растениеводство и земледелие». Почва опытного участка – чернозем обыкновенный остаточного карбонатный среднегумусный среднесильный тяжелосуглинистый с содержанием легкогидролизуемого азота 105-127 мг/кг, подвижного фосфора 130-152 мг/кг и обменного калия 311-324 мг/кг, pH 5,8. Увлажнение естественное.

Агротехника – общепринятая для зоны. Посев проводили сеялкой AMAZONED9-25 обычным рядовым способом с нормой высева 750 тыс. всхожих семян на 1 га. Уборку проводили поделочно в фазе полной спелости.

В опытах использовались биопрепараты и микроудобрительные смеси:

Ризоторфин (биоудобрение) – препарат азотфиксирующих бактерий фунгицидно-стимулирующего действия для предпосевной обработки семян бобовых.

Келикс Микс – сборный хелат в жидкой форме для коррекции комбинированных дефицитов микроэлементов. Fe – 5%, Mn – 2%, Zn – 0,37%, Cu – 0,19%, B – 0,65%, Mo – 0,18%, хелатирующий агент: EDTA.

Аминокат (создан на основе экстракта морских водорослей). Стимулятор развития растений с быстрым эффектом увеличивает сопротивление растений к неблагоприятным условиям. N – 3%, P₂O₅ – 1%, K₂O – 1%, свободные аминокислоты – 30%, в т.ч. глутаминовая кислота – 7,2%, лизин – 4,2%, глицин – 3,6%.

Райкат Развитие – жидкое органо-минеральное удобрение, производимое на основе экстракта морских водорослей с добавлением макро- и микроэлементов, витаминов. Стимулятор специально разработан для улучшения стадии развития и роста новых тканей растений. N – 6%, P₂O₅ – 4%, K₂O – 3%, Fe – 0,1%, Mn – 0,07%, Zn – 0,02%, B – 0,03%, Cu – 0,01%, Mo – 0,1%, свободные аминокислоты – 4%, экстракт морских водорослей – 5%, цитокинины – 0,05%, витаминный комплекс – 0,2%.

Мегамикс Профи – минеральное удобрение для корневой и некорневой подкормки с высоким содержанием азота, а также макро- и микроэлементами, обеспечивает азотное и микроэlementное питание в период вегетации. Компенсирует повышенную потребность в питании в ключевые фазы развития. N – 6 г/л, Mg – 15 г/л, S – 29 г/л, Cu – 7 г/л, Zn – 14 г/л, Fe – 3 г/л, Mn – 3,5 г/л, B – 1,7 г/л, Mo – 4,6 г/л, Co – 1 г/л, Cr – 0,3 г/л, Se – 0,1 г/л, Ni – 0,1 г/л.

В трёхфакторном опыте по изучению приемов предпосевной обработки семян и посевов сои сорта Самар 1 входили варианты обработки семян: Ризоторфин (штамм 6346), Ризоторфин (штамм 6346), + Мегамикс Семена, Мегамикс Семена 2 л/т (фактор А), а так же варианты обработки посевов препаратами: контроль (без обработки), Келикс Микс 0,5 л/га, Аминокат + Райкат Развитие 0,5 л/га + 0,5 л/га, Мегамикс Профи 0,5 л/га. (фактор В). Обработки по вегетации: контроль (без обработки), в фазу 3-5 листьев + бутонизация, бутонизация (фактор С).

Исследования проводили с учетом методики полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) и методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов им. Вильямса (1987,1997).

Соя – тепло- и влаголюбивая культура, по сравнению с другими зернобобовыми культурами, для набухания и прорастания требуется

большое количество влаги, поэтому засушливые условия ведут к резкому снижению полевой всхожести [4]. При высеве семян с высокой всхожестью число всходов всегда бывает меньше числа высеянных семян.

В среднем, за три года исследований густота стояния находилась в пределах 56,7...59,0 шт./м² с полнотой всходов 75,5...78,6%.

Оптимальная структура посева является одним из главных факторов получения высокого урожая. Как известно, урожайность на единице площади определяется количеством растений и массой одного растения. Сохранность посевов к уборке – важнейший показатель, напрямую влияющий на величину будущего урожая.

За годы исследований сохранность растений была достаточно высокой, при применении препаратов в предпосевной обработке семян и обработок по вегетации значение по всем вариантам достигала 58,63...64,62%. Установлено, что пока-

затели сохранности посевов при разных вариантах обработки семян оказались одинаковыми 61,03...61,88% (табл. 1). Не выявляется преимущество вариантов обработки по вегетации. Однако срок обработки позволяет выделить преимущество двукратной обработки посевов: в фазе 3-5 листа + бутонизация. Так, например, на варианте обработки семян Ризоторфин + Мегамикс Семена, двукратная обработка посевов препаратом Келикс Микс обеспечивает сохранность 64,53%, смесью Аминокат + Райкат Развитие 62,36%, препаратом Мегамикс Профи – 64,62%, что являются лучшими в применении препаратов. Такая закономерность обеспечена при обработке семян препаратом Мегамикс Семена.

Изучение влияния отдельных технологических приемов на рост и развитие сельскохозяйственных культур, как правило, сопровождается наблюдениями за особенностями фотосинтетической деятельности в посевах. Это вопрос чрез-

Таб. 1. Количество и сохранность растений сои ко времени уборки, 2016-2018 гг.
Tab. 1. The number and safety of soybean plants at the time of harvesting, 2016-2018

Обработка семян	Обработка по вегетации		Количество растений, тыс. шт./га	Сохранность растений, %	Среднее по обработке семян	Среднее по обработке посевов
	Препараты	Срок обработки				
Ризоторфин	Контроль	без обработки	34,87	61,42	61,03	61,42
	Келикс Микс	3-5 листа	35,47	62,45		61,40
		3-5	35,60	61,87		
		бутонизация	35,43	59,87		
	Аминокат + Райкат Развитие	3-5 листа	34,27	60,29		61,03
		3-5	35,60	61,17		
		бутонизация	36,23	61,64		
	Мегамикс Профи	3-5 листа	34,57	60,05		60,53
		3-5	35,63	60,40		
		бутонизация	35,60	61,15		
Ризоторфин + Мегамикс Семена	Контроль	без обработки	34,97	60,89	61,82	60,89
	Келикс Микс	3-5 листа	36,97	62,46		62,96
		3-5	37,33	64,53		
		бутонизация	36,60	61,90		
	Аминокат + Райкат Развитие	3-5 листа	36,50	61,03		60,67
		3-5	36,30	62,36		
		бутонизация	35,23	58,63		
	Мегамикс Профи	3-5 листа	35,20	59,82		62,13
		3-5	37,30	64,62		
		бутонизация	36,60	61,95		
Мегамикс Семена	Контроль	без обработки	36,60	61,76	61,11	61,76
	Келикс Микс	3-5 листа	34,97	60,07		61,00
		3-5	35,60	59,86		
		бутонизация	36,80	63,06		
	Аминокат + Райкат Развитие	3-5 листа	34,23	59,11		61,11
		3-5	37,33	64,10		
		бутонизация	35,60	60,12		
	Мегамикс Профи	3-5 листа	34,87	59,25		61,00
		3-5	37,03	62,41		
		бутонизация	35,97	61,34		

вычайно важен, поскольку изменение условий произрастания растений неизбежно, прямо или косвенно, оказывает воздействие на формирование урожая. Основными показателями, характеризующими продукционный процесс в посевах, являются площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза.

Многочисленными исследованиями А.А. Ничипоровича и его коллег было показано, что продуктивность растений тесно связана с ростом и фотосинтезом – двумя кардинальными физиологическими процессами. Создание фотосинтетического аппарата высокой активности является первым условием для получения хорошей продуктивности посева. Второе не менее важное условие – это создание фотосинтетического аппарата, достаточного по размеру, то есть получение оптимальной площади листьев (Кефели В.И., 1991).

Максимальная площадь листьев в среднем за годы исследований формируется в фазе цветения с показателями 38,6...54,2 тыс. м²/га. Ко времени образования бобов она снижается до 32,6...43,6 тыс. м²/га, зеленой спелости до 24,3...38,9 тыс. м²/га (таблица 2).

Выявлено, что обработка посевов стимулирующими препаратами повышает площадь листьев. Так на варианте обработки семян Ризоторфином в фазе цветения площадь листьев без обработки посевов составила 43,6 тыс. м²/га, смесью Аминокат + Райкат Развитие 48,1 тыс. м²/га, препаратом Мегамикс Профи 48,7 тыс. м²/га. В фазе образования бобов эти показатели составили соответственно: 35,2 тыс. м²/га; 39,6 тыс. м²/га; 40,1 тыс. м²/га; 38,0 тыс. м²/га; в фазе зеленой спелости: 24,3 тыс. м²/га; 29,7 тыс. м²/га; 34,8 тыс. м²/га; 32,6 тыс. м²/га, соответственно по препаратам.

Такая же закономерность отмечена и на других вариантах обработки семян (табл. 2).

Обработка посевов стимуляторами способствует повышению значения фотосинтетического потенциала посевов под их воздействием на фотохимическую активность хлоропластов. Суммарное значение ФП за три года составил 1,896...2,491 млн. м²/га дней (таблица 3).

В среднем, за 3 года исследований выявлено, что обработка посевов сои способствует сохранению листовой поверхности и увеличивает показатель фотосинтетического потенциала почти на всех вариантах обработки семян. Так при обработке семян Ризоторфином этот показатель возрастает от 2,128 млн. м²/га дней до 2,225...2,374 млн. м²/га дней. На других вариантах эта динамика менее стабильна (табл. 3). Однако на всех вариантах выделяется преимущество двукратной обработки посевов сои: в фазу 3-5 листьев + бутонизация. Очевидно, за счет двукратной обработки посевов листовая поверхность сохраняется дольше.

Нашими исследованиями выявлено, что соя, отличаясь формированием высокого уровня фотосинтетического потенциала, не проявляет высокую интенсивность накопления сухой органической массы, характеризующейся показателем чистой продуктивности фотосинтеза. В начальный период (всходы – цветение) ЧПФ была на самом низком уровне, но затем, в период цветения и образования бобов (зеленая спелость) этот показатель повышает до 3,783 г/м² сутки. Установлено, что этот показатель возрастает при применении в обработке семян препарата Мегамикс Семена. Так, при обработке семян Ризоторфином он достигает 2,370 г/м² сутки, смесью препаратов Ризоторфин + Мегамикс Семена – 2,696 г/м² сутки, препаратом Мегамикс Семена – 2,564 г/м² сутки.

На всех вариантах обработки посевов этот показатель существенно возрастает. Он лучший на варианте двукратной обработки посевов – в фазе 3-5 листьев + бутонизация. Максимальный показатель чистой продуктивности фотосинтеза 2,991 г/м² сутки, на варианте двукратной обработки препаратом Мегамикс Профи на посевах, семена которых обработаны смесью Ризоторфин + Мегамикс Семена.

Показатель чистой продуктивности во многом определяет характер накопления сухой органической массы посевами сои.

Выявлено, что если в фазе цветения характер накопления сухой массы по вариантам обработки семян определяется практически стабильной равнозначимостью, то ко времени образования бобов существенно оказывает влияние препарат Мегамикс Семена. При обработке семян смесью Ризоторфин + Мегамикс Семена накапливается в фазе образования бобов 333,6 г/м², в фазе зеленой спелости – 521,1 г/м², при обработке препаратом Мегамикс Семена – 344,5 и 532,3 г/м², что на 10,6 и 33,5 г/м², а так же 21,5 и 44,7 г/м², соответственно больше, чем обработка одним Ризоторфином (табл. 4).

Установлено, что все препараты обработки посевов по вегетации увеличивают накопление сухой органической массы, и максимальной она достигает на варианте двукратной обработки в фазе 3-5 листа + бутонизация препаратом Мегамикс Профи на посевах, семена которых обработаны смесью Ризоторфин + Мегамикс Семена с показателем 571,5 г/м².

Основным хозяйственно важным показателем посевов сельскохозяйственных культур является урожайность.

Установлено, что применение препарата Мегамикс Семена как в чистом виде, так и в смеси с Ризоторфином при обработке семян не обеспечивало достоверную прибавку урожайности с показателем 1,48 т/га и 1,45 т/га с урожайностью при обработке Ризоторфином 1,42 т/га (табл. 5).

Обработка посевов на всех вариантах повышает урожайность, по сравнению с контролем. Так, на варианте обработки семян «Ризоторфином» в контроле урожайность составила 1,32 т/га, при обработке посевов 1,43...1,50 т/га, на варианте обработки семян смесью Ризоторфи-

на + Мегамикс Семена в контроле 1,39 т/га, на вариантах обработки посева 1,49...1,54 т/га, при обработке семян препаратом «Мегамикс Семена», соответственно, 1,35 т/га и 1,45...1,51 т/га. Лучшая урожайность (1,54 т/га) формируется на посевах, обработанных препаратом «Мегамикс

Таб. 2. Площадь листьев сои при предпосевной обработки семян, по вегетации стимуляторами роста 2016-2018 гг., тыс. м²/га
Tab. 2. The area of soybean leaves during pre-sowing treatment of seeds, after vegetation with growth stimulants 2016-2018, thousand m²/ha

Обра- ботка семян	Обработка по вегетации		Цветение		Образование бобов		Зеленая спелость	
	препараты	срок обработки	Препарат	срок обработки	Препарат	срок обработки	Препарат	срок обработки
Ризоторфин	Контроль	без обработки	43,6	43,6	35,2	35,2	24,3	24,3
	Келикс Микс	3-5 листа	45,2	43,7	39,6	40,1	29,7	25,8
		3-5 листа+бутонизация		46,4		38,6		33,1
		бутонизация		45,4		40,0		30,2
	Аминокат +Райкат Развитие	3-5 листа	48,1	50,0	40,1	42,8	34,8	34,5
		3-5 листа+бутонизация		44,7		37,7		34,3
		бутонизация		49,5		39,9		35,6
	Мегамикс Профи	3-5 листа	48,7	52,4	38,0	37,7	32,6	31,6
		3-5 листа+бутонизация		45,6		37,8		35,3
		бутонизация		48,2		38,5		30,8
Ризоторфин + Мегамикс Семена	Контроль	без обработки	38,6	38,6	33,4	33,4	25,7	25,7
	Келикс Микс	3-5 листа	44,1	40,0	36,5	32,6	33,2	27,9
		3-5 листа+бутонизация		47,1		39,8		32,8
		бутонизация		45,2		37,0		38,9
	Аминокат +Райкат Развитие	3-5 листа	47,2	45,6	38,2	35,7	33,8	33,5
		3-5 листа+бутонизация		46,6		38,9		34,5
		бутонизация		49,5		39,9		33,4
	Мегамикс Профи	3-5 листа	45,8	48,9	40,8	43,6	34,8	34,9
		3-5 листа+бутонизация		44,8		41,8		35,8
		бутонизация		43,6		36,9		33,6
Мегамикс Семена	Контроль	без обработки	47,3	47,3	39,7	39,7	32,5	32,5
	Келикс Микс	3-5 листа	47,2	49,3	39,4	39,1	32,4	31,1
		3-5 листа+бутонизация		42,6		38,1		30,7
		бутонизация		49,8		40,9		35,5
	Аминокат +Райкат Развитие	3-5 листа	48,6	54,2	40,3	38,7	34,1	32,8
		3-5 листа+бутонизация		44,0		43,1		34,9
		бутонизация		47,7		39,1		34,7
	Мегамикс Профи	3-5 листа	46,1	48,4	40,6	41,6	33,8	35,1
		3-5 листа+бутонизация		44,0		43,0		34,9
		бутонизация		45,8		37,2		31,4

Таб. 3. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза посевов сои при предпосевной обработке семян и обработки по вегетации стимуляторами роста, 2016...2018 гг., млн. м²/га дней

Tab. 3. Photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis of soybean crops during pre-sowing seed treatment and vegetation treatment with growth stimulants, 2016...2018, million m²/ha days

Обра- ботка семян	Обработка по вегетации		Фотосинтетический потенциал, млн. м²/га дней			Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м² дней					
	Препараты	срок обработки	среднее по препа- ратам в обработке семян	Обработка по вегетации		среднее по препа- ратам в обработке семян	обработка по вегетации				
				по препа- рату	по срокам примене- ния		по препа- рату	по срокам приме- нения			
Ризоторфин	Контроль	без обработки	2,288	2,128	2,128	2,370	2,267	2,267			
	Келикс Микс	3-5 листа		2,225	2,161		2,471	2,487			
		3-5 листа+бутонизация			2,271			2,448			
		бутонизация			2,243			2,479			
		Аминокат +Райкат Развитие			3-5 листа			2,374	2,503	2,235	1,986
	3-5 листа+бутонизация			2,239	2,486						
	бутонизация			2,379	2,232						
	Мегамикс Профи			3-5 листа	2,318		2,402		2,437		2,056
		3-5 листа+бутонизация		2,266			2,682				
		бутонизация		2,286			2,574				
		Ризоторфин + Мегамикс Семена		Контроль			без обработки	2,215		1,896	1,896
	Келикс Микс			3-5 листа	2,165		1,937		2,785	2,949	
				3-5 листа+бутонизация			2,310			2,702	
бутонизация			2,247	2,705							
Аминокат +Райкат Развитие			3-5 листа	2,284		2,194	2,628			2,296	
	3-5 листа+бутонизация		2,281		2,969						
	бутонизация		2,378		2,619						
	Мегамикс Профи		3-5 листа		2,301	2,462			2,722	2,498	
3-5 листа+бутонизация			2,291	2,991							
бутонизация			2,151	2,676							
Мегамикс Семена			Контроль	без обработки		2,320	2,323			2,323	2,564
	Келикс Микс		3-5 листа	2,288	2,317		2,655		2,374		
			3-5 листа+бутонизация		2,122				3,018		
		бутонизация	2,425		2,573						
		Аминокат +Райкат Развитие	3-5 листа		2,381			2,491	2,404	2,101	
	3-5 листа+бутонизация		2,314	2,713							
	бутонизация		2,337	2,399							
	Мегамикс Профи		3-5 листа	2,290			2,377	2,752		2,520	
		3-5 листа+бутонизация	2,297		2,689						
		бутонизация	2,196		2,948						

Таб. 4. Динамика накопления сухого вещества посевами сои при предпосевной обработки семян по вегетации и обработок стимуляторами роста, 2016-2018 гг., т/м²
Tab. 4. Dynamics of accumulation of dry matter by soybean crops during presowing treatment of seeds during the growing season and treatments with growth stimulants, 2016-2018, g/m²

Обра- ботка семян	препараты	Обработка по вегетации		Цветение			Образование бобов			Зеленая спелость		
		срок обработки	семян	по вегетации		семян	обработка	по вегетации		обработка	по вегетации	сроки
				Пре- парат	сроки			Пре- парат	сроки			
Ризоторфин	Контроль	без обработки		115,3	115,3			292,6	292,6		430,7	430,7
	Келикс Микс	3-5 листа			105,6				319,1			478,0
		3-5 листа + бутонизация		103,7	99,6			315,4	326,8		493,0	504,1
	Аминокат +Райкат	бутонизация			106,0				300,3			496,8
	Развитие	3-5 листа	113,6		116,3		323,0		308,1	487,6		472,6
		3-5 листа + бутонизация		112,5	109,9			315,3	324,3		484,8	500,3
Ризоторфин + Мегамикс Семена	Развитие	бутонизация			111,2				313,4			481,6
		3-5 листа			111,4				343,8			458,0
	Мегамикс Профи	3-5 листа + бутонизация		124,0	133,6			348,5	365,1		503,9	545,5
		бутонизация			127,0				336,7			508,3
	Контроль	без обработки		111,0	111,0			294,5	294,5	521,1	442,7	442,7
		3-5 листа			109,5				316,9			501,0
Мегамикс Семена	Келикс Микс	3-5 листа + бутонизация	118,0	119,2	111,4			324,7	315,5		523,0	534,5
		бутонизация			136,7				341,8			533,6
	Аминокат +Райкат	3-5 листа			124,5		333,6		336,4			476,8
		3-5 листа + бутонизация		116,8	109,0			332,0	339,9		520,7	565,3
	Развитие	бутонизация			116,8				319,7			519,9
		3-5 листа			106,6				328,5			526,2
Мегамикс Семена	Мегамикс Профи	3-5 листа + бутонизация		120,4	129,4			357,1	386,9	532,3	545,6	571,5
		бутонизация			125,2				355,9			539,1
	Контроль	без обработки		112,5	112,5			291,8	291,8		468,7	468,7
		3-5 листа			108,9				344,4			521,9
	Келикс Микс	3-5 листа + бутонизация		111,1	103,6			341,2	336,9		548,5	555,2
		бутонизация			120,7				342,3			568,4
Мегамикс Семена	Аминокат +Райкат	3-5 листа	115,3		108,1		344,5		325,9	532,3		488,0
		3-5 листа + бутонизация		109,8	109,7			339,1	358,4		517,3	563,9
	Развитие	бутонизация			111,5				333,1			500,1
		3-5 листа			122,7				360,7			514,3
	Мегамикс Профи	3-5 листа + бутонизация		126,0	130,7			370,9	385,6		552,4	567,3
		бутонизация			124,7				366,3			570,5

Таб. 5. Урожайность сои в зависимости от применения обработки семян и по вегетации стимуляторами роста, 2016-2018 гг., т/га**Tab. 5.** Soybean yield depending on the use of seed treatment and on vegetation with growth stimulants, 2016-2018, t/ha

Обработка семян	Обработка по вегетации		Среднее по препарату в обработке семян	Обработка по вегетации	
	препараты	срок обработки		по препарату	по срокам обработки
Ризоторфин	Контроль	без обработки	1,42	1,32	1,32
	Келикс Микс	3-5 листа		1,44	1,39
		3-5 листа + бутонизация			1,51
		бутонизация			1,41
	Аминокат +Райкат Развитие	3-5 листа		1,43	1,35
		3-5 листа + бутонизация			1,53
		бутонизация			1,42
	Мегамикс Профи	3-5 листа		1,50	1,48
		3-5 листа + бутонизация			1,52
		бутонизация			1,50
Ризоторфин + Мегамикс Семена	Контроль	без обработки	1,48	1,39	1,39
	Келикс Микс	3-5 листа		1,49	1,46
		3-5 листа + бутонизация			1,51
		бутонизация			1,50
	Аминокат +Райкат Развитие	3-5 листа		1,50	1,48
		3-5 листа + бутонизация			1,53
		бутонизация			1,50
	Мегамикс Профи	3-5 листа		1,54	1,50
		3-5 листа + бутонизация			1,62
		бутонизация			1,51
Мегамикс Семена	Контроль	без обработки	1,45	1,35	1,35
	Келикс Микс	3-5 листа		1,45	1,41
		3-5 листа + бутонизация			1,30
		бутонизация			1,44
	Аминокат +Райкат Развитие	3-5 листа		1,51	1,47
		3-5 листа + бутонизация			1,56
		бутонизация			1,51
	Мегамикс Профи	3-5 листа		1,50	1,47
		3-5 листа + бутонизация			1,54
		бутонизация			1,50

Профи», но этот вариант не имеет достоверной прибавки к остальным вариантам.

Что касается сроков обработки посевов, лишь один вариант обеспечивает достоверную прибавку 0,12 т/га в варианте двукратной обработки посевов в фазе 3-5 листьев + бутонизация препаратом Мегамикс Профи на посевах, семена которых обработаны смесью Ризоторфин + Райкат Старт с показателем 1,62 т/га (табл. 5).

ВЫВОДЫ

В условиях лесостепи Среднего Поволжья сохранность посева сои находится в пределах 58,63...64,62%. Обработка семян сои не оказыва-

	2016 г.	2017 г.	2018 г.
НСР об	0,095	0,099	0,082
НСРА	0,070	0,081	0,079
НСРв	0,069	0,079	0,073
НСРс	0,078	0,076	0,069
НСРАв	0,070	0,082	0,063
НСРАС	0,078	0,087	0,075
НСРвс	0,076	0,073	0,077

ет влияние на этот показатель. Лучшая сохранность посевов при обработке по вегетации препаратом Мегамикс Профи – 64,62%.

Максимальная площадь листьев сои формируется в фазе цветения с показателем 38,6...48,6 тыс. м²/га. Обработка посевов сои препаратом способствует увеличению площади листьев на

всех фазах развития, что закономерно способствует и росту фотосинтетического потенциала до 2,491 млн. м²/га дней.

На всех вариантах обработки семян и обработки посева проявляется тенденция повышения показателя чистой продуктивности фотосинтеза с максимальным показателем 3,018 г/м² сутки при двукратной обработке посевов в фазу 3-5 листа + бутонизация препаратом Мегамикс на посевах, семена которых обработаны смесью Ризоторфин + Мегамикс Семена. Этот вариант закономерно обеспечивает его максимальное накопление сухой органической массы – 571,5 г/м².

Применение препарата Мегамикс Семена как в чистом виде, так и в смеси с Ризоторфином не способствует повышению урожайности. Обработка посевов всеми препаратами обеспечивает достоверную прибавку урожайности, которая оказывается равноценной при разных сроках применения. Лишь один вариант обеспечивает достоверную прибавку: двукратная обработка посевов препаратом Мегамикс Профи на посевах, семена которых обрабатывались смесью Ризоторфин + Мегамикс Семена с максимальным показателем 1,62 т/га, что указывает на целесообразность применения этого препарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулов, А.С. Изучение некоторых агроприемов возделывания новых сортов сои / А.С. Акулов, А.Г. Васильчиков // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 1 (25). – С. 36-40.
2. Асеева, Т.А. Влияние средств защиты на фотосинтетическую деятельность, продуктивность и качества сои сорта Иван Караманов / Т.А. Асеева, А.Г. Тишкова, Е.В. Золотарева, С.Р. Паланица // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2017. – № 3 (43). – С. 9-
3. Васин, В.Г. Влияние обработки посевов препаратами Мегамикс на урожайность пшеницы / В.Г. Васин, А.Н. Бурунов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2013. – № 4 (32). – С. 94-99.
4. Васин, В.Г. Приемы возделывания сои в лесостепи Среднего Поволжья / В.Г. Васин, А.В. Васин, А.А. Васина // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2010. – № 1. – С. 42-48.
5. Власенкова, А.И. Влияние жидкого удобрительно-стимулирующего состава на продуктивность сои сорта Сибник-315 / А.И. Власенкова // В сборнике: *Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области*. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – 2018. – С. 131-134.
6. Гладков, Д.В. Оценка действия гербицидов на элементы структуры урожая и урожайность сои в условиях центральной зоны Курганской / Д.В. Гладков // В сборнике: *Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве Сборник статей по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции*. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – 2018. – С. 40-43.
7. Казанцев, В.П. Влияние протравливания семян на изменение фотосинтетической деятельности и продуктивность сои / В.П. Казанцев // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2009. №4 (15). – С. 20-23.
8. Калашикова, С.В. Снижение активности ингибиторов протеолитических ферментов в семенах сои / С.В. Калашикова, Д.А. Стригун // В сборнике: *Роль аграрной науки в развитии Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ*. – 2017. – С. 275-279.
9. Осипчук, А.Н. Соя – лучший выбор для развития животноводства / А.Н. Осипчук // В сборнике: *Научное обеспечение животноводства Сибири Материалы II международной научно-практической конференции*. Красноярский научно-исследовательский институт животноводства – Обособленное подразделение «Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»; Составители: Л.В. Ефимова, Т.В. Зазнобина. – 2018. – С. 24-28.
10. Самсалиев, А.Б. Новые районированные отечественные сорта сои / А.Б. Самсалиев, К.А. Самсалиев, Р.Н. Тунгучбаева, С.Ш. Намазбекова // *Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина*. – 2018. № 2 (47). – С. 64-69.
11. Сырмолат, О.В. Использование биопрепаратов для повышения фотосинтетической и семенной продуктивности сои / О.В. Сырмолат, В.Т. Синеговская // *Зерновое хозяйство России*. – 2014. – № 5. – С. 67-71.
12. Таскулова, А.М. Применение биопрепаратов Гумостим и Райкат Старт при возделывании ярового рапса в условиях северного Казахстана / А.М. Таскулова, Р.С. Сарманова // В сборнике: *Перспективы развития АПК в работах молодых ученых Сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых учёных*. Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». – 2014. – С. 150-153.
13. Фадеева, М.Ф. Влияние способов посева на формирование числа семян в бобах сои / Л.В. Воробьева, О.Л. Матвеева // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 1 (25). – С. 40-42.

INDICATORS OF PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF PLANTS AND SOYBEAN YIELD WHEN USING GROWTH STIMULANTS

© 2022 A.N. Burunov¹, V.G. Vasin¹, A.V. Vasin², R.N. Saniev¹

¹ Samara State Agrarian University, Samara, Russia

² Samara Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Samara, Russia

This article presents the results of scientific research on the application of growth-stimulating agents in pre-sowing treatment of seeds and soybean crops by development phases in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. Results of researches for 2016–2018 with estimation of indexes of saving of plants, photosynthetic activity and yield of soybean at different variants of treatment of crops with growth stimulants are resulted. The use of two-component preparations in the pre-sowing treatment of seeds contributes to better completeness of shoots, the safety of plants to harvesting 61.82%. The maximum leaf area is formed in a phase of soybean blossoming and is in the range of 38.6...51.2 thousand m²/ha. Seed treatment with Megamix Semena and its mixture with Rizotorfin only slightly increases the yield (by 0.03...0.05 t/ha). The use of stimulants in the treatment of soybean crops provides a significant increase of 0.10 to 0.18 t/ha. The maximum yield of 1.62 t/ha is formed on the variant of treatment of crops by Megamix Profi against the background of treatment of seeds by mixture Megamix Semena + Risotorfin.

Keywords: leaf area, photosynthetic potential, growth stimulant.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-1-3-12

REFERENCE

1. Akulov, A. S. Izuchenie nekotorykh agropriemov vozdel'yvaniya novykh sortov soi / A.S. Akulov, A.G. Vasil'chikov // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2018. – № 1 (25). – S. 36–40.
2. Aseeva, T. A. Vliyanie sredstv zashchity na fotosinteticheskuyu deyatel'nost', produktivnost' i kachestva soi sorta Ivan Karamanov / T.A. Aseeva, A.G. Tishkova, E.V. Zolotareva, S.R. Palanica // Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – 2017. – № 3 (43). – S. 9–
3. Vasin, V.G. Vliyanie obrabotki posevov preparatami Megamiks na urozhajnost' pshenicy / V.G. Vasin, A.N. Burunov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2013. – № 4 (32). – S. 94–99.
4. Vasin, V.G. Priemy vozdel'yvaniya soi v lesostepi Srednego Povolzh'ya / V.G. Vasin, A.V. Vasin, A.A. Vasina // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skhozaystvennoj akademii. – 2010. – № 1. – S. 42–48.
5. Vlasenkova, A.I. Vliyanie zhidkogo udobritel'no-stimuliruyushchego sostava na produktivnost' soi sorta Sibniik-315 / A.I. Vlasenkova // V sbornike: Resursoberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii hraneniya i pererabotki sel'skhozaystvennoj produkcii Sbornik statej po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 75-letiyu Kurganskoy oblasti. Pod obshchej redakcij S.F. Suhanovoj. – 2018. – S. 131–134.
6. Gladkov, D.V. Ocenka dejstviya gerbicidov na elementy struktury urozhaya i urozhajnost' soi v usloviyah central'noj zony Kurganskoy / D.V. Gladkov // V sbornike: Innovacionnye tekhnologii v polevom i dekorativnom rastenievodstve Sbornik statej po materialam II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod obshchej redakcij S.F. Suhanovoj. – 2018. – S. 40–43.
7. Kazancev, V.P. Vliyanie protravlivaniya semyan na izmenenie fotosinteticheskoy deyatel'nosti i produktivnost' soi / V.P. Kazancev // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2009. №4 (15). – S. 20–23.
8. Kalashnikova, S.V. Snizhenie aktivnosti inhibitorov proteoliticheskikh fermentov v semenah soi / S.V. Kalashnikova, D.A. Strigun // V sbornike: Rol' agrarnoj nauki v razvitii Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 105-letiyu FGBOUVO Voronezhskij GAU. – 2017. – S. 275–279.
9. Osipchuk, A.N. Soya – luchshij vybor dlya razvitiya zhivotnovodstva / A.N. Osipchuk // V sbornike: Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri Materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Krasnoyarskij nauchno-issledovatel'skij institut zhivotnovodstva – Obosoblennoe podrazdelenie «Federal'nogo issledovatel'skogo centra «Krasnoyarskij nauchnyj centr Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk»; Sostaviteli: L.V. Efimova, T.V. Zaznobina. – 2018. – S. 24–28.
10. Samsaliev, A.B. Novye rajonirovannye otechestvennye sorta soi / A.B. Samsaliev, K.A. Samsaliev, R.N. Tunguchbaeva, S.SH. Namazbekova // Vestnik Kyrgyzskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skryabina. – 2018. № 2 (47). – S. 64–69.
11. Syrmolot, O.V. Ispol'zovanie biopreparatov dlya povysheniya fotosinteticheskoy ismennoj produktivnosti soi / O.V. Syrmolot, V.T. Sinegovskaya // Zernovoe hozyajstvoRossii. – 2014. – № 5. – S. 67–71.
12. Taskulova, A.M. Primenenie biopreparatov Gumostim i Rajkat Start pri vozdel'yvanii yarovogo rapsa v usloviyah severnogo Kazahstana / A.M. Taskulova, R.S. Sarmanova // V sbornike: Perspektivy razvitiya APK v rabotah molodyh uchenyh Sbornik materialov regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchyonyh. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RF, FGBOU VPO «Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya». – 2014. – S. 150–153.
13. Fadeeva, M.F. Vliyanie sposobov poseva na formirovanie chisla semyan v bobah soi / L.V. Vorob'eva, O.L. Matveeva // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2018. – № 1 (25). – S. 40–42.

Alexey Burunov, Candidate of Agricultural Sciences.

E-mail: mineral_nn@mail.ru

Vasily Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

E-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Alexey Vasin, Doctor of Agricultural Sciences.

E-mail: vasin_av@ssaa.ru

Ramis Saniev, Post-Graduate Student of the Department «Crop Production and Agriculture». E-mail: Saniev.ssaa@mail.ru