

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ АГРОХИМИКАТОВ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОИ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Горбунова Ю.К.; Дряхлов А.А., канд. с.-х. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», г. Краснодар

Аннотация. На выщелоченном черноземе Краснодарского края применение микробиологических удобрений Биокомплекс-БТУ, Геостим и регуляторов роста растений Авибиф, Зеребра Агро, Биодукс для обработки семян и листовой подкормки растений сои увеличивало урожайность семян на 0,11-0,26 т/га, сбор протеина на 50-100 кг/га, сбор масла на 20-50 кг/га в зависимости от варианта.

Введение. Внедрение в сельскохозяйственное производство сортов сои интенсивного типа, обладающих высокой потенциальной продуктивностью и повышенными требованиями к условиям выращивания, с учетом изменяющихся погодных условий вегетационного периода требует разработки эффективных приемов смягчения отрицательного действия стрессовых факторов. Одним из таких приемов стабилизации высокого уровня урожайности и качества продукции является использование микробиологических удобрений и регуляторов роста растений, механизм действия которых основан на антибактериальном и фунгипротекторном действиях, опосредованных стимуляцией иммунитета растений, ускорению процесса метаболизма и активации синтеза белков и углеводов. Определение сроков применения и правильно выбранной концентрации для обработки растений микробиологическими удобрениями позволяет регулировать рост и развитие, повысить устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, а в итоге – урожайность и качество продукции сои.

Цель исследования заключается в получении экспериментальных данных в конкретных условиях выращивания сои для установления биологической эффективности микробиологических удобрений и регуляторов роста растений и разработки приемов их эффективного использования, обеспечивающих реализацию потенциальной продуктивности сортов сои и высокое качество продукции для перерабатывающей промышленности.

Материал и методы. Исследования выполнялись в 2012-2013 гг. на опытных полях центральной экспериментальной базы и в лаборатории агрохимии Всероссийского НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (г. Краснодар). Объектами исследований служил высокопродуктивный среднеспелый сорт сои Вилана селекции ВНИИМК. На нем применяли: **Авибиф** – водорастворимый регулятор роста растений на основе действующего вещества – полидиаллилдиметиламмоний галогенид (хлорид), препарат использовали при предпосевной обработке семян в дозах 0,15, 0,30 л/т и вносили в подкормку опрыскиванием вегетирующих растений сои в фазе полных всходов и последующее в фазе бутонизации в дозах по 0,15, 0,30 л/га; **Биокомплекс-БТУ** – микробиоло-

гическое удобрение, жидкое на основе консорциума бактерий рода *Bacillus subtilis* – 40±10 %, *Azotobacter* – 30±10 %, *Paenibacillus polymyxa* – 10±5 %, *Enterococcus* – 10±5 %, *Lactobacillus* – 10±5 %, препарат использовали при предпосевной обработке семян в дозах 1,5 л/т и вносили в подкормку опрыскиванием вегетирующих растений сои в фазе 3-4 листьев и последующее в фазе бутонизации в дозах по 0,3, 1,5, 2,5 л/га; **Геостим** – микробиологическое удобрение, жидкое на основе консорциума бактерий рода *Azotobacter chroococcum*, *Azomonas agilis* и гриба *Trichoderma viride*, препарат использовали при предпосевной обработке семян в дозах 5,0 л/т и вносили в подкормку опрыскиванием вегетирующих растений сои в фазе 2-3 листьев и последующее в фазе бутонизации в дозах по 2,0, 3,5, 5,0 л/га; **Зеребра Агро** – водорастворимый регулятор роста растений, механизм действия, которого основан на возможности действующего вещества гуанидина формировать у растения неспецифическую (к грибам, бактериям, вирусам), системную, продолжительную (в течение 1-2 месяцев) устойчивость и активировать ростовые и биологические процессы, препарат использовали при предпосевной обработке семян в дозах 50, 75, 100 мл/т и вносили в подкормку опрыскиванием вегетирующих растений сои в фазе бутонизации в дозах 50, 75, 100 мл/га; **Биодукс** – водорастворимый, жидкий регулятор роста растений, механизм действия, которого основан на возможности действующего вещества Арахидоновой кислоты формировать у растения неспецифическую, системную продолжительную устойчивость и активировать ростовые и биологические процессы, препарат использовали при предпосевной обработке семян в дозах 1,0, 2,0 мл/т и вносили в подкормку опрыскиванием вегетирующих растений сои в фазе ветвления и последующее в фазе цветения в дозах по 3,0, 10,0 мл/га. Расход рабочего раствора при обработке семян – 10 л/т, при опрыскивании растений – 300 л/га.

Опыт полевой, размер учетной площади делянки 10,0 м², повторность 4-кратная, размещение вариантов рендомизированное. Уборка сои проводилась прямым способом – комбайном «Неге». После обмолота урожай с каждой делянки взвешивался, отбирались пробы семян для определения в них содержания влаги, масла и белка. Урожай приводили к 14 %-ной влажности и 100 %-ной чистоте семян. Перед уборкой урожая с закрепленных площадок отбирали пробы растений сои для определения элементов структуры урожая [1].

Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики в изложении Б.А. Доспехова [2].

Агротехника в опытах – разработана ВНИИМК и рекомендуемая для центральной почвенно-климатической зоны Краснодарского края [3].

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. Агрохимическая характеристика пахотного слоя (0-20 см) следующая: кислотность почвы (рН_{kcl}) 5,6-5,8; гидролитическая кислотность 4,9-5,5 мг-экв./100 г почвы, сумма поглощенных оснований 28,3-29,9 мг-экв./100 г почвы, содержание гумуса 3,27-3,38 %, подвижного фосфора 22,5-24,8 мг/100 г, обменного калия 18,9-20,4 мг/100 г, подвижных форм бора 0,29-0,37 мг/кг, кобальта 0,16-0,19 мг/кг, марганца 21,7-24,8 мг/кг, меди 0,25-0,30 мг/кг, молибдена 0,19-0,25 мг/кг, цинка 3,3-3,8 мг/кг.

Результаты и обсуждение. Погодные условия вегетационного периода сои представлены в таблице 1.

Таблица 1

Погодные условия вегетационного периода сои,
метеостанция «Круглик», г. Краснодар

	Месяц						За период
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Осадки, мм							
Климатическая норма	48,0	57,0	67,0	60,0	48,0	38,0	318,0
2012 г.	40,6	74,3	14,8	83,4	3,5	27,3	243,9
2013 г.	20,4	17,1	85,6	96,1	34,6	106,6	360,4
Температура воздуха, °С							
Климатическая норма	10,9	16,8	20,4	23,2	22,7	17,4	18,6
2012 г.	16,5	21,4	24,7	25,8	25,2	21,3	22,5
2013 г.	14,0	21,8	23,5	24,9	25,3	16,9	22,7

В целом, погодные условия 2012-2013 гг. вегетационного периода сои сорта Вилана складывались благоприятно для роста и развития, что позволило получить высокий урожай семян и сбор белка и масла.

В 2012 г. изучали эффективность применения препаратов Авибиф, Биокомплекс-БТУ, Геостим, а в 2013 г. – Зеребра Агро, Биодукс. Применение препаратов в 2012 г. повышало урожайность семян сои в сравнении с контролем на 0,17-0,26 т/га, а в 2013 г. – на 0,11-0,20 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность семян сои (сорт Вилана) по годам в зависимости от испытываемых препаратов, их доз и сроков применения, ВНИИМК, г. Краснодар

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от препарата к контролю	
		т/га	%
2012 г.			
контроль без обработок	2,41	0	0
Авибиф (0,15 л/т + 0,15 л/га + 0,15 л/га)	2,65	0,24	10,0
Авибиф (0,30 л/т + 0,30 л/га + 0,30 л/га)	2,62	0,21	8,7
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 0,3 л/га + 0,3 л/га)	2,58	0,17	7,1
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 1,5 л/га + 1,5 л/га)	2,58	0,17	7,1
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 2,5 л/га + 2,5 л/га)	2,60	0,19	7,9
Геостим (5,0 л/т + 2,0 л/га + 2,0 л/га)	2,60	0,19	7,9
Геостим (5,0 л/т + 3,5 л/га + 3,5 л/га)	2,66	0,25	10,4
Геостим (5,0 л/т + 5,0 л/га + 5,0 л/га)	2,67	0,26	10,8
НСР ₀₅	0,137		
2013 г.			
контроль без обработок	2,61	0	0
Зеребра Агро (50 мл/т + 50 мл/га)	2,72	0,11	4,2
Зеребра Агро (75 мл/т + 75 мл/га)	2,76	0,15	5,7
Зеребра Агро (100 мл/т + 100 мл/га)	2,79	0,18	6,9
Биодукс (1 мл/т + 3 мл/га + 3 мл/га)	2,78	0,17	6,5
Биодукс (2 мл/т + 10 мл/га + 10 мл/га)	2,81	0,20	7,7
НСР ₀₅	0,12		

Достоверная прибавка урожая семян была получена от применения всех препаратов, кроме Зеребра Агро (50 мл/т + 50 мл/га). Максимальная урожайность семян в 2012 г. достигнута при обработке семян сои Геостимом 5,0 л/т и опрыскивании растений по 5,0 л/га в фазе 2-3 тройчатых листьев и в фазе бутонизации – 2,67 т/га, в 2013 г. – при обработке семян 2 мл/т и опрыскивании растений сои Биодуксом по 10 мл/га в фазе ветвления и в фазе цветения – 2,81 т/га.

Препараты способствовали высокому формированию надземной вегетативной биомассы растений сои, но в то же время отмечается уменьшение их высоты на 3-14 см (табл. 3).

Таблица 3

Влияние испытываемых препаратов на урожай воздушно-сухой вегетативной биомассы и высоту растений сои по годам, ВНИИМК, г. Краснодар

Вариант опыта	Урожай биомассы		Высота растений	
	т/га	к контролю, т/га	см	к контролю, см
2012 г.				
контроль без обработок	5,10	0	104	0
Авибиф (0,15 л/т + 0,15 л/га + 0,15 л/га)	5,55	0,45	99	-5
Авибиф (0,30 л/т + 0,30 л/га + 0,30 л/га)	5,57	0,47	91	-13
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 0,3 л/га + 0,3 л/га)	5,63	0,53	95	-9
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 1,5 л/га + 1,5 л/га)	5,89	0,79	90	-14
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 2,5 л/га + 2,5 л/га)	5,90	0,80	90	-14
Геостим (5,0 л/т + 2,0 л/га + 2,0 л/га)	5,89	0,79	99	-5
Геостим (5,0 л/т + 3,5 л/га + 3,5 л/га)	6,08	0,98	97	-7
Геостим (5,0 л/т + 5,0 л/га + 5,0 л/га)	6,10	1,00	95	-9
НСР ₀₅	0,22		5,8	
2013 г.				
контроль без обработок	4,96	0	112	0
Зеребра Агро (50 мл/т + 50 мл/га)	5,17	0,21	109	-3
Зеребра Агро (75 мл/т + 75 мл/га)	5,24	0,28	107	-5
Зеребра Агро (100 мл/т + 100 мл/га)	5,29	0,33	108	-4
Биодукс (1 мл/т + 3 мл/га + 3 мл/га)	5,31	0,35	109	-3
Биодукс (2 мл/т + 10 мл/га + 10 мл/га)	5,37	0,41	108	-4
НСР ₀₅	0,19		3,1	

Все испытываемые препараты достоверно увеличивали урожай вегетативной биомассы (стебли, листья, створки бобов) сои в 2012 г. – на 0,45-1,00 т/га, в 2013 г. – 0,21-0,41 т/га по сравнению с контролем без обработок растений. Максимальный урожай вегетативной биомассы получен в 2012 г. – при обработке семян сои Геостимом 5,0 л/т и опрыскивании растений по 5,0 л/га в фазе 2-3 тройчатых листьев и в фазе бутонизации – 6,10 т/га, а в 2013 г. – при обработке семян 2 мл/т и опрыскивании растений сои Биодуксом по 10 мл/га в фазе ветвления и в фазе цветения – 5,37 т/га.

Следует отметить более сильное положительное влияние испытываемых препаратов в 2012 г. на формирование вегетативной биомассы, чем на урожай семян. Если на урожай семян их действие составляло 7,1-10,8 % к контролю, то на урожай вегетативной биомассы 8,8-19,6 %.

Препараты способствовали увеличению массы 1000 семян от 2 до 12 г (табл. 4). Достоверная разница массы 1000 семян с контролем получена при использовании препаратов Авибиф, Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 2,5 л/га + 2,5 л/га), Геостим, Биодукс и Зеребра Агро (75 мл/т + 75 мл/га, 100 мл/т + 100 мл/га).

Таблица 4

Влияние испытываемых препаратов на показатели структуры урожая сои по годам, ВНИИМК, г. Краснодар

Вариант опыта	Масса 1000 семян, г	Число бобов с 1 м ² , шт.	Число семян с 1 м ² , шт.
2012 г.			
контроль без обработок	143	760	1651
Авибиф (0,15 л/т + 0,15 л/га + 0,15 л/га)	150	780	1723
Авибиф (0,30 л/т + 0,30 л/га + 0,30 л/га)	149	818	1728
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 0,3 л/га + 0,3 л/га)	145	814	1743
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 1,5 л/га + 1,5 л/га)	146	803	1730
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 2,5 л/га + 2,5 л/га)	148	800	1719
Геостим (5,0 л/т + 2,0 л/га + 2,0 л/га)	147	803	1730
Геостим (5,0 л/т + 3,5 л/га + 3,5 л/га)	150	830	1729
Геостим (5,0 л/т + 5,0 л/га + 5,0 л/га)	155	793	1694
НСР ₀₅	3,5	24,5	46,9
2013 г.			
контроль без обработок	156	854	1793
Зеребра Агро (50 мл/т + 50 мл/га)	158	877	1841
Зеребра Агро (75 мл/т + 75 мл/га)	161	884	1858
Зеребра Агро (100 мл/т + 100 мл/га)	161	893	1875
Биодукс (1 мл/т + 3 мл/га + 3 мл/га)	160	890	1857
Биодукс (2 мл/т + 10 мл/га + 10 мл/га)	161	899	1873
НСР ₀₅	2,6	16,7	36,3

Количество бобов на одном растении при внесении препаратов увеличилось в сравнении с контролем на 2,6-9,2 % в зависимости их от дозы и срока применения (табл. 4).

Максимальное количество бобов на растениях сои с 1 м² образовалось в 2012 г. – при использовании Геостима (5,0 л/т + 3,5 л/га + 3,5 л/га) и в 2013 г. – при использовании Биодукса (2 мл/т + 10 мл/га + 10 мл/га), разница с контролем составила 70 и 46 шт.

За счет увеличения количества образовавшихся бобов на растении число семян на одном растении под воздействием внесенных препаратов также возросло по сравнению с контролем (табл. 4).

На 1 м² максимальное количество семян с растений сои образовалось в 2012 г. – при использовании Биокомплекса-БТУ (1,5 л/т + 0,3 л/га + 0,3 л/га) – 1743 штук, а в 2013 г. – при использовании Зеребра Агро (100 мл/т + 100 мл/га) – 1875 штук, что выше по сравнению с контролем без внесения препаратов на 5,6, и 4,6 %. Достоверная разница получена при использовании всех препаратов кроме Геостима (5,0 л/т + 5,0 л/га + 5,0 л/га) – 43 шт./м².

На содержание в семенах сои протеина и масла изучаемые препараты не оказывали сильного влияния. По вариантам опыта при их применении в семенах содержалось в 2012 г. – 41,6-42,1 % протеина и 22,1-22,6 % масла, в 2013 г. – 39,8-40,8 % протеина и 23,3-23,8 % масла (табл. 5).

Таблица 5

Влияние испытываемых препаратов на содержание в семенах сои протеина и масла и их сбор по годам, ВНИИМК, г. Краснодар

Вариант опыта	Содержание протеина, %	Сбор протеина, т/га	Содержание масла, %	Сбор масла, т/га
2012 г.				
контроль без обработок	41,6	0,86	22,4	0,46
Авибиф (0,15 л/т + 0,15 л/га + 0,15 л/га)	42,1	0,96	22,3	0,51
Авибиф (0,30 л/т + 0,30 л/га + 0,30 л/га)	42,0	0,92	22,3	0,50
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 0,3 л/га + 0,3 л/га)	42,0	0,93	22,4	0,50
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 1,5 л/га + 1,5 л/га)	42,1	0,93	22,2	0,49
Биокомплекс-БТУ (1,5 л/т + 2,5 л/га + 2,5 л/га)	41,8	0,94	22,6	0,51
Геостим (5,0 л/т + 2,0 л/га + 2,0 л/га)	41,7	0,93	22,5	0,50
Геостим (5,0 л/т + 3,5 л/га + 3,5 л/га)	41,6	0,95	22,5	0,51
Геостим (5,0 л/т + 5,0 л/га + 5,0 л/га)	41,8	0,96	22,1	0,51
НСР ₀₅		0,029		0,018
2013 г.				
контроль без обработок	39,8	0,89	23,8	0,53
Зеребра Агро (50 мл/т + 50 мл/га)	40,1	0,94	23,7	0,55
Зеребра Агро (75 мл/т + 75 мл/га)	40,5	0,96	23,5	0,56
Зеребра Агро (100 мл/т + 100 мл/га)	40,6	0,97	23,5	0,56
Биодукс (1 мл/т + 3 мл/га + 3 мл/га)	40,7	0,97	23,3	0,56
Биодукс (2 мл/т + 10 мл/га + 10 мл/га)	40,8	0,99	23,3	0,56
НСР ₀₅		0,04		0,02

Важными показателями продуктивности сои являются сборы протеина и масла, поскольку соя – белково-масличная культура (табл. 5).

Так, от внесения Авибифа сбор протеина увеличивался на 60-100 кг/га, Биокомплекса-БТУ – на 70-80 кг/га, Геостима – на 70-100 кг/га, Зеребра Агро – на 50-80 кг/га, Биодукса – на 80-100 кг/га, (табл. 5). Прибавки сбора протеина от препаратов обусловлены главным образом их влиянием на уровень урожая семян сои.

Сбор масла с урожаем семян определяется урожайностью и содержанием масла в семенах. Повышая урожайность семян и слабо влияя на уровень содержания масла в них, вносимые препараты способствовали увеличению сбора масла (табл. 5).

Сбор масла при использовании препаратов возрастал, в сравнении с контролем, на 20-50 кг/га. Более высокий сбор масла отмечен в 2012 г. при внесении Авибифа (0,15 л/т + 0,15 л/га + 0,15 л/га), Биокомплекса-БТУ (1,5 л/т + 2,5 л/га + 2,5 л/га) и Геостима (5,0 л/т + 3,5 л/га + 3,5 л/га; 5,0 л/т + 5,0 л/га + 5,0 л/га) (табл. 5).

Заключение. В условиях 2012-2013 гг. на выщелоченном черноземе Краснодарского края применение микробиологических удобрений Биокомплекс-БТУ, Геостим и регуляторов роста растений Авибиф, Зеребра Агро, Биодукс для обработки семян и листовой подкормки растений сои положительно влияло на показатели структуры урожая, тем самым увеличивая урожайность семян на 0,11-0,26 т/га, сбор протеина на 50-100 кг/га, сбор масла на 20-50 кг/га в зависимости от варианта.

Наибольшее повышение урожайности семян и белковой продуктивности достигнуто при использовании в 2012 г. – Геостима для обработки семян сои 5,0 л/т и опрыскивании растений по 5,0 л/га в фазе 2-3 тройчатых листьев и в фазе бутонизации, в 2013 г. – Биодукса для обработки семян 2 мл/т и опрыскивании растений сои по 10 мл/га в фазе ветвления и в фазе цветения.

Литература

1. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под ред. В.М. Лукомца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар, 2010. – 327 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Адаптивные технологии возделывания масличных культур в Южном регионе / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, В.И. Хатнянский и др. – Краснодар, 2010. – 160 с.