

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ

В.К. ЧЕБОТАРЬ, кандидат биологических наук, зав.лабораторией,

Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии

*С.В. РАФАЛЬСКИЙ, заведующий лабораторией, Всероссийский НИИ сои
Россельхозакадемии*

А.Г. АРИТКИН, кандидат экономических наук, генеральный директор

ООО «Силекс-Агро»

В.В. ЕСИН, генеральный директор, ООО «Бисолби-Дальний Восток»

E-mail: info@silex-agro.ru

Резюме. В статье представлен новый высокоэффективный способ комплексной биологизации технологии возделывания сои в Амурской области. Суть его заключается в обработке специальными биопрепаратами не только семян и вегетирующих растений, но и гранул минеральных удобрений. Для обработки минеральных удобрений используют микробиологический препарат в сухой форме «БисолбиФит»; для обработки семян и вегетирующих растений – микробиологический препарат в жидкой форме «Экстрасол». Данный способ позволяет повысить эффективность применения минеральных удобрений, улучшить минеральное питание растений, ускорить их развитие, повысить устойчивость растений к заболеваниям и получить значительные прибавки урожая сои.

Ключевые слова: минеральные удобрения, биопрепараты, бисолбифит, экстрасол, аммофос, комплексная биологизация, экономическая эффективность, окупаемость затрат

Введение

В последние 20 лет во всех регионах Российской Федерации произошло резкое уменьшение объемов применения минеральных удобрений, что привело к снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур [1]. В связи с этим, весьма актуальным является вопрос о поиске дополнительных источников повышения эффективности применяемых минеральных удобрений. Одним из таких наиболее важных источников является использование биотехнологий, позволяющих полностью раскрыть почвенно-климатический потенциал агроландшафта и потенциал сельскохозяйственных культур [2-5].

Биопрепараты, составляющие основу микробиологических биопрепаратов, уже широко используются на практике для обработки семян и вегетирующих растений. И только совсем недавно появилась возможность наносить агрономически полезные бактерии на поверхность гранул минеральных удобрений. Российскими учеными был разработан и запатентован микробиологический биопрепарат и способ биологической обработки минеральных удобрений, которые позволяют повысить коэффициент усвоения растениями питательных веществ из удобрений в среднем на 20-30 % [6].

Данный способ, наряду с традиционным применением микробиологических биопрепаратов представляет особый интерес для сельскохозяйственного производства, поскольку в связи с ростом цен на минеральные удобрения их экономическая эффективность снижается. Кроме того, не всегда применение минеральных удобрений окупается дополнительной прибавкой урожая. В связи с этим, многие хозяйства стали сокращать или вообще отказываться от внесения удобрений [4].

Для решения проблемы эффективности использования минеральных удобрений предлагается обрабатывать их специальным микробиологическим биопрепаратом БисолбиФит, разработанным инновационной компанией «Бисолби-Интер» совместно с Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии (г. Санкт-Петербург). Действующим веществом биопрепарата БисолбиФит является штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13.

Механизм действия биопрепарата по управлению эффективностью минеральных удобрений (прежде всего фосфорсодержащих) прост и понятен.

Химические вещества, находящиеся в почве, связывают вносимые с минеральными удобрениями соединения фосфора в недоступную для растений форму. Микроорганизмы биопрепарата БисолбиФит, конкурируя с почвенной микрофлорой за источники питания, значительно снижают процесс перевода соединений фосфора в недоступную для растений форму и за счет активного развития корневых волосков растений дают возможность корневой системе растения больше его поглощать, что особенно важно в ранней фазе вегетации [3,7].

Во Всероссийском НИИ агрохимии, в результате трехлетних опытов, в том числе и с использованием меченых изотопами удобрений, было показано, что применение БисолбиФита увеличивает коэффициент использования растениями азота до 50 % и фосфора из аммофоса до 20%. Кроме того, микроорганизмы, входящие в биопрепарат, повышают не только использование растениями элементов питания минеральных удобрений, но и увеличивают доступность почвенных запасов фосфора и калия [2, 4]. А, как известно, улучшение минерального питания растений, в свою очередь, положительно сказывается на качестве и количестве будущего урожая [7].

В связи с этим, целью исследований являлось изучение эффективности - комплексной биологизации элементов технологии возделывания сои, суть которой заключается в обработке биопрепаратом БисолбиФит минеральных удобрений (аммофоса) совместно с обработкой биопрепаратом Экстрасол семян и вегетирующих растений.

Для этого решались следующие задачи:

- изучить влияние комплексного использования биопрепаратов Экстрасол и БисолбиФит на количество клубеньков на корнях сои и сохранность растений к уборке;
- определить влияние комплексной биологизации на урожайность сои;
- рассчитать экономическую эффективность комплексной биологизации возделывания сои;

Материалы и методы

Вегетационные опыты.

Эффективность применения микробиологического препарата Экстрасол и биологизированных минеральных удобрений изучалась в вегетационных опытах на опытной базе ГНУ ВНИИСХМ (г.Санкт-Петербург). Для постановки опытов использовали дерново-подзолистую окультуренную почву с опытного поля института (80%), которую смешивали с торфогрунтом марки «Терравита» (20%). Для опыта использовали сосуды объемом 3 л, в которые вносили по 5 кг приготовленной почвосмеси. Повторность опытов 6-кратная. Для приготовления биологизированной аммиачной селитры использовали сухую форму микробиологического препарата БисолбиФит из расчета 4 г препарата на 1 кг удобрений. Аммиачную селитру в дозе 4,5 г на 1 кв. м (что соответствует 45 кг/га) вносили при набивке сосудов почвосмесью. Семена растений сои с.Ланцетная стерилизовали 70% спиртом в течение 2 мин., затем промывали три раза стерильной водой и проращивали в стерильных чашках Петри 72 часа при 28⁰С. Для опытов отбирали одинаковые проростки, которые инокулировали бактериальной суспензией клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* шт.2490 (титр 5x10⁷ КОЕ/мл), а также 10% раствором Экстрасола в течение 15 мин. и высаживали в почву. Схема опыта: 1. Контроль без обработок и удобрений; 2. *Bradyrhizobium japonicum* шт.2490; 3. Экстрасол; 4. *Bradyrhizobium japonicum* шт.2490 + Экстрасол; 5. Аммиачная селитра; 6. Биологизированная аммиачная селитра

Через 70 дней растения убирали, учитывали количество клубеньков и биомассу растений сои.

Полевой опыт. Место проведения опыта - Амурская область, г. Благовещенск, с. Садовое, опытное поле ГНУ ВНИИ сои Россельхозакадемии. Почва луговая черноземовидная с содержанием гумуса - 4,6%, P₂O₃ - 40 мг/кг почвы, рН сол. -5,2. Культура- соя, с/ Лидия, норма высева семян: 700 тыс. штук на гектар, фаза развития растений в момент обработки по вегетации - 3-й настоящий лист. Предшественник - яровая пшеница. Проводились мероприятия по уходу за опытными деланками- обработка гербицидом Галакси Топ (1,2 л/га) + Зелек Супер (0,7 л/га) в фазу 2-3-го тройчатого листа у сои. Размер деланок - 40 м², размещение последовательное, повторность опытов 4-кратная.

Для опытов использовалось микробиологическое удобрение на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч–13: жидкая форма – «Экстрасол», сухая форма – «БисолбиФит».

Семена обрабатывали Экстрасолом 24 мая, растения по вегетации- 22 июня при помощи ручного ранцевого опрыскивателя марки «Крот». Норма расхода препарата составляла на семенах – 1 л/т (расход рабочей жидкости - 10 л/т); по вегетации – 2 л/т (расход рабочей жидкости 200 л/га).

Обработка аммофоса препаратом БисолбиФит проводилась на тукосмесительном заводе Нижегородского филиала ФОСАГРО - ООО «Регион-Агро-Волга» (г. Перевоз) из расчета 1×10^3 КОЕ *Bacillus subtilis* Ч–13 на 1 г минеральных удобрений.

Таблица 1 - Схема опыта с растениями сои с.Лидия

№ п/п	Вариант/препарат	Норма расхода
1	Контроль: семена без обработки; аммофос	50 кг/га
2	Семена без обработки БисолбиФит совместно с удобрением аммофос	4 кг/т 50 кг/га
3	Экстрасол: - обработка семян перед посевом - опрыскивание вегетирующих растений - аммофос	1 л/т 2 л/га 50 кг/га
4	Экстрасол: - обработка семян перед посевом - опрыскивание вегетирующих растений БисолбиФит совместно с удобрением аммофос	1 л/т 2 л/га 4 кг/т 50 кг/га

Способ уборки урожая и учет урожая: методом сплошного обмолота растений с учетной площади делянки комбайном «Джон Дир 3710» с последующим пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту. Дата уборки урожая: 22 октября.

Результаты и обсуждение

В вегетационных опытах с соей с. Ланцетная было показано, что применение биопрепаратов оказывает достоверное влияние на биомассу растений сои (таблица 2). Наибольший эффект был получен при совместном применении биопрепаратов Ризоторфин и Экстрасол – 47,8% по сравнению с контролем. Следует отметить, что столь большой эффект наблюдался на почве, где отсутствуют штаммы ризобий, способные образовывать клубеньки на корнях растений (таблица 2). Совместное внесение ризобий и ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* шт.Ч-13 оказало синергетический эффект на биомассу растений и на количество образовавшихся клубеньков – 37,2 шт/раст. Нанесение сухой формы Экстрасола (БисолбиФит) на гранулы аммиачной селитры способствовало увеличению биомассы растений. Данные вегетационных опытов показали, что обработка семян сои биопрепаратами ризобий и ризосферных бактерий, а также нанесение биопрепаратов на гранулы минеральных удобрений являются перспективными агротехническими приемами при возделывании сои. Для изучения эффективности этих обработок в полевых условиях был проведен полевой опыт на базе ГНУ ВНИИ сои с соей с. Лидия.

Таблица 2 – Эффективность биопрепаратов в вегетационных опытах с соей с.Ланцетная (среднее за два года)

Вариант опыта	Биомасса растений		Количество клубеньков
	г	% к контролю	Шт/раст
Контроль без обработок и удобрений	4,23	-	0
Ризоторфин (<i>B. japonicum</i> шт.2490)	5,77	36,4	33,5
Экстрасол (<i>Bacillus subtilis</i> шт.Ч-13)	5,33	26,0	0
Ризоторфин + Экстрасол	6,25	47,8	37,2
Аммиачная селитра	5,57	31,7	0
Биологизированная аммиачная селитра	6,07	43,5	0
НСР ₀₅	0,95		2,5

В условиях вегетации 2012 года не отмечалось существенных различий в фенологии соевых растений по вариантам опыта. Однако установлена тенденция

увеличения количества клубеньков на корневой системе растений при применении изучаемых препаратов в сравнении с контролем, которая составила 15-18,5 % (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние комплексной биологизации на количество клубеньков на корнях сои с. Лидия и сохранность растений к уборке

№ п/п	Вариант	Кол-во клуб., шт/раст.	% к контролю	Сохранность, %
1	Контроль: семена без обработки; аммофос	65		85,7
2	Аммофос + БисолбиФит	76	16,9	90,7
3	Аммофос + Экстрасол (1 л/т + 2 л/га)	75	15,4	91,2
4	Экстрасол (1 л/т + 2 л/га) Аммофос + БисолбиФит	77	18,5	93,3

Наибольшее увеличение количества клубеньков на растении сои- 18,5% к контролю было отмечено при комплексной биологизации технологии возделывания сои: предпосевной обработке семян (1 л/т) и опрыскивании вегетирующих растений (2 л/га) препаратом Экстрасол на фоне предпосевного внесения аммофоса (50 кг/га), обработанного сухим микробиологическим препаратом БисолбиФит (4 кг/т).

Комплексный регламент применения биопрепаратов, предусматривающий обработку семян и опрыскивание растений Экстрасолом, а также применение БисолбиФита с аммофосом, обеспечивали в сложившихся погодных условиях вегетационного периода также лучшую сохранность растений к уборке, которая составляла 93,3%. В других изучаемых вариантах она была ниже и колебалась от 90,7 до 91,2 %, в контрольном (аммофос) составила - 85,7%.

Проведенный учёт урожая показал достоверное увеличение семенной продуктивности сои во всех вариантах опыта: аммофос + БисолбиФит; аммофос + Экстрасол; Экстрасол + (аммофос + БисолбиФит). Прибавка урожая сои в отмеченных вариантах составляла по отношению к контролю 1,4-2,6 ц/га или 8,9-16,5% (таблица 4). Следует отметить, что максимальная урожайность сои (18,4 ц/га) была получена на варианте, предусматривающем комплексное применение

препаратов, начиная от обработки минеральных удобрений, семян и заканчивая обработкой вегетирующих растений.

Таблица 4 - Влияние комплексной биологизации на урожайность сои с. Лидия

№ п/п	Вариант	Урожайность , ц/га	Отношение к контролю, ц/га	
			ц/га	%
1	Контроль: семена без обработки; аммофос	15,8	-	-
2	Аммофос + БисолбиФит	17,2	1,4	8,9
3	Аммофос + Экстрасол (1 л/т + 2 л/га)	17,6	1,8	11,4
4	Экстрасол (1 л/т + 2 л/га) Аммофос + БисолбиФит	18,4	2,6	16,5
	НСР ₀₅	1,2		

Расчет экономического эффекта от применения микробиологических препаратов в таблице 5 показал, что минимальные дополнительные затраты в расчете на 1 га приходятся на нанесение на аммофос БисолбиФита – всего 120 руб. Применение Экстрасола для предпосевной обработки семян и растений по вегетации обходится в 640 руб./га.

Таблица 5 – Экономический эффект от комплексной биологизации возделывания сои с. Лидия в Амурской области

Наименование показателя		Варианты опыта		
		Аммофос + БисолбиФит	Аммофос + Экстрасол	(Аммофос + БисолбиФит) + Экстрасол
Стоимость препаратов в Амурской области с НДС, руб./л(кг)	БисолбиФит с завод. обработкой аммофоса	600,0		
	Экстрасол	300,0		
Норма расхода препаратов в расчете на 1 га, л(кг)	БисолбиФит	0,2		
	Экстрасол – семена	0,13		
	Экстрасол – растения	2,0		

Дополнительные затраты на препараты в расчете на 1 га, руб.:	на БисолбиФит	120,0	-	120,0
	на Экстрасол	-	640,0	640,0
	всего	120,0	640,0	760,0
Цена реализации 1 ц сои, руб.		1500,0		
Прибавка урожайности сои от препаратов:	на 1 га, ц	1,4	1,8	2,6
	в денежном выражении, руб./га	2100,0	2700,0	3900,0
Дополнительная прибыль от препаратов в расчете на 1 га, руб.		1980,0	2060,0	3140,0

Комплексное применение препаратов (обработка минеральных удобрений, обработка семян и вегетирующих растений) является самым продуктивным элементом технологии возделывания сои, так как при затратах всего в 760 руб./га данный метод обеспечивает получение максимальной прибавки урожайности. При цене 1 ц сои, равной 1500 руб., прибавка урожайности в денежном выражении в этом варианте составила 3900 руб. с 1 га. Раздельное применение Экстрасола и БисолбиФита дало соответственно 2700 и 2100 руб. прибавки урожайности в денежном выражении с 1 га.

Максимальная дополнительная прибыль в расчете на 1 га была получена также в варианте комплексной биологизации - (аммофос + БисолбиФит) + Экстрасол. В этом варианте дополнительная прибыль с 1 га составила 3140 руб., что в 1,5 раза больше, чем в других вариантах опыта. Следовательно, комплексный подход к применению биопрепаратов в технологии возделывания сои рекомендуется применять тем предприятиям, которые заинтересованы в дальнейшем повышении её урожайности и получении максимальной прибыли с каждого гектара.

Проведенные расчеты показали, что экономическая эффективность комплексной биологизации возделывания сои в Амурской области, включающей в себя не только обработку биопрепаратами семян и вегетирующих растений, но и обработку минеральных удобрений, гораздо выше, чем использование

биопрепаратов только для обработки семян и растений. Использование биологизации технологии возделывания сои необходимо начинать с обработки семян и гранул минеральных удобрений, т.к. именно эти два мероприятия не требуют больших затрат, и обеспечивают максимальную отдачу от каждого вложенного рубля. Биологическая модификация аммофоса БисолбиФитом в нашем случае является самым окупаемым мероприятием, которое на 1 руб. затрат дало 16,5 руб. прибыли. Окупаемость комплексной биологизации технологии возделывания сои в варианте -био-аммофос + Экстрасол составила 4,1 руб., то есть, на 1 га было затрачено дополнительно 760 руб., а получено дополнительно 3140 руб. прибыли. Комплексное использование биопрепаратов оказалось экономически более эффективным по сравнению с вариантом -аммофос +Экстрасол, где 1 руб. затрат дал 3,2 руб. прибыли.

Выводы

Таким образом, для дальнейшего роста сои, увеличения прибыли с 1 га, повышения эффективности производства предлагается новый способ комплексной биологизации возделывания сои в Амурской области, заключающийся в том, что вместе с обработкой семян и вегетирующих растений проводится биологическая обработка минеральных удобрений биопрепаратом БисолбиФит.

Обработка минеральных удобрений может проводиться на химическом заводе или на любом тукосмесительном заводе, а также непосредственно в хозяйстве. Данное мероприятие относится к одним из наиболее эффективных с экономической точки зрения, которое можно сравнить по окупаемости с предпосевной обработкой семян. В нашем опыте, 1 руб. затрат, вложенный в био-аммофос, позволил заработать при возделывании сои дополнительно 16,5 руб. прибыли по сравнению с традиционным аммофосом (без обработки).

Именно поэтому с 2012 г. наметилась хорошая практика использования био-аммофоса в некоторых передовых хозяйствах Амурской области, выращивающих сою по интенсивной технологии. В комплексе с жидким препаратом Экстрасол, которым проводится предпосевная обработка семян и вегетирующих растений,

применение био-аммофоса позволяет значительно повысить урожайность сои, прибыльность каждого гектара, а также отдачу каждого рубля, вложенного в землю.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Геномные технологии и клеточная биология» ОЗ Россельхозакадемии ГНУ ВНИИСХМ (госконтракт № 16.552.11.7085).

Литература

- 1. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Изд-во МСХА, 2000. - 473 с.*
- 2. Завалин А.А.; Тарасов А.Л.; Чеботарь В.К.; Казаков А.Е.: Эффективность применения под яровую пшеницу биопрепарата *Bacillus subtilis* Ч-13 при нанесении на гранулы аммиачной селитры: *Агрехимия*, 2007; N 7. - С. 32-36.*
- 3. Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Есин В.В. Опыт применения биоминеральных удобрений. Научно-информационный бюллетень ОАО НИУИФ «Мир серы, N, P, K». № 6. - 2011.- С.27-30.*
- 4. Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Сметов Д.Б. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования. *Достижения науки и техники АПК*, 2012, №09.-С.45-47.*
- 5. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства. *Достижения науки и техники АПК*, 2011, №08.-С.11-14.*
- 6. Патент РФ № 2241692 на изобретение «СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОУДОБРЕНИЙ», 2004.*
- 7. Шуреков Ю.В., Дыньков Д.Б., Кочетов В.М.: Бисолбифит – перспективная новинка на рынке биопрепаратов: *Поволжье-Агро*, 2011, N 4. - С.28-29.*