

Биологическая эффективность применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО на сое

В.А. Тильба,

доктор биологических наук, академик РАН

М.В. Шкарупа,

младший научный сотрудник

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254–13–59, 8–918–290–01–42

E-mail: agrohimp@vniimk.ru

Для цитирования: Тильба В.А., Шкарупа М.В. Биологическая эффективность применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО на сое // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 104–109.

Ключевые слова: соя, микробиологическое удобрение, инокуляция семян, биологическая эффективность, урожайность, сбор протеина, сбор масла.

В 2016–2017 гг. на центральной экспериментальной базе ВНИИМК, расположенной в г. Краснодаре, изучали биологическую эффективность предпосевной обработки семян сои сорта Лира микробиологическим удобрением ТэгТим ЛХО, в состав которого входят клубеньковые бактерии *Bradyrhizobium japonicum*, синтетические липохитоолигосахариды и споры *Penicillium bilaii Chala sp.* Опыты закладывались на выщелоченном слабогумусном сверхмощном тяжелосуглинистом чернозёме. Инокуляция сои исследуемым агрохимикатом в дозах 0,9; 1,8 и 3,6 л/т способствовала увеличению урожайности семян на 0,13–0,22 т/га, сухой вегетативной массы на 0,35–0,45 т/га, сбора протеина на 53,0–79,5 кг/га и масла на 26,0–48,0 кг/га, средней высоты растений на 6,8–9,3 см, количества бобов на 61,5–81,0 шт./м² и количества семян на 147,5–209,5 шт./м². На содержание протеина и масла в семенах сои агрохимикат не оказал существенного влияния. Наиболее эффективной для предпосевной обработки семян оказалась доза микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО 1,8 л/т.

UDC 633.853.52:631.847.2

Biological efficiency of a microbiological fertilizer TagTim LHO on soybean.

104

V.A. Tilba, doctor of biology, academician RAS

M.V. Shkarupa, junior researcher

All-Russian Research Institute of Oil Crops by Pustovoit V.S. (VNIIMK)

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 254-13-59, 8-918-290-01-42

E-mail: agrohimp@vniimk.ru

Key words: soybean, microbiological fertilizer, seed treatment, biological efficiency, seed yield, protein yield, oil yield.

We studied biological efficiency of the preplant treatment of soybean seeds (cultivar Lira) with microbiological fertilizer TagTim LHO in 2016–2017. The research was conducted in the All-Russian Research Institute of Oil Crops by Pustovoit V.S. (VNIIMK) located in Krasnodar. The studied fertilizer contains tubercle bacteria *Bradyrhizobium japonicum*, synthetic lipohitoooligosaccharide and spores *Penicillium bilaii Chala sp.* Soil of the experiment field is leached low humus extra-heavy hard loamy black soil. Soybean seeds inoculation with studied preparation in doses 0.9; 1.8 and 3.6 liter per ton caused seed yield increase by 0.13–0.22 t per ha, dry vegetative mass by 0.35–0.45 t per ha, protein yield by 53.0–79.5 kg per ha and oil yield by 26.0–48.0 kg per ha, average plant height by 6.8–9.3 cm, pods amount by 61.5–81.0 pcs per sq. m and seeds quantity by 147.5–209.5 pcs per sq. m. The microbiological fertilizer did not influence protein and oil contents in soybean seeds. A dose of microbiological fertilizer TagTim LHO of 1.8 liter per ton appeared to be the most effective for before-sowing seed treatment.

Введение. Способность сои как бобовой культуры связывать азот воздуха и универсальность её использования в пищевой, технической, кормовой отраслях определяют высокий интерес к ее производству.

Продуктивность культуры зависит от уровня и соотношения применяемых удобрений и мелиорантов и складывается из научно обоснованного сочетания с приемами, сроками, формами их применения, агротехники возделывания, сортовых особенностей культур и конкретных почвенно-климатических условий [6]. Симбиоз между клубеньковыми бактериями и бобовыми растениями позволяет последним связывать атмосферный азот, таким образом снижать потребность в азотных удобрениях. Создание и применение бактериальных препаратов на основе активных штаммов клубеньковых

бактерий-азотфиксаторов является эффективным приемом повышения продуктивности и качества урожая сои, который способствует сохранению и возобновлению плодородия почвы.

Формирование симбиотического аппарата сои начинается с продуцирования растениями корневых выделений для привлечения и стимуляции размножения бактерий. Затем в прикорневой зоне в программу молекулярных взаимодействий включаются бактерии, которые синтезируют NOD-фактор, представляющий собой по химическому строению липохитоолигосахарид [4]. Согласно исследованиям последних лет, NOD-факторы имеют различные функции: в первую очередь, в результате взаимодействия с рецепторами растения, они запускают цепочку симбиотических реакций, могут блокировать и активировать защитную систему растения, а также участвовать в других реакциях, связанных с органогенезом клубенька [2]. Использование синтетических липохитоолигосахаридов как компонента микробиологических удобрений для инокуляции семян сои имеет большой научный и промышленный интерес.

Таким образом, разработка приёмов эффективного применения инновационных микробиологических агрохимикатов для сои, позволяющих повысить урожайность без увеличения использования удобрений на основе азота, на черноземе выщелоченном является одним из важных вопросов.

Материалы и методы. В 2016–2017 гг. на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, расположенной в г. Краснодаре, изучали биологическую эффективность предпосевной обработки семян сои сорта Лира микробиологическим удобрением ТэгТим ЛХО.

ТэгТим ЛХО – микробиологическое удобрение, состоящее из трех компонентов: жидкого инокулянта, спорового порошка и прилипателя. В состав агрохи-

миката входят клубеньковые бактерии *Bradyrhizobium japonicum*, синтетические липохитоолигосахариды и споры *Penicillium bilaii Chala sp.*

В полевом опыте удобрение ТэгТим ЛХО применяли для предпосевной обработки семян сои в дозах 0,9; 1,8 и 3,6 л/т, контроль – без обработки семян. Исследования проводили с использованием методики проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [5]. Площадь опытных делянок 50 м², учетных – 25 м², повторность в опыте 4-кратная, предшественник – озимая пшеница. Агротехника в опыте разработана ВНИИМК и рекомендована для центральной почвенно-климатической зоны Краснодарского края [1]. Экспериментальные данные оценивали методом дисперсионного анализа [3].

В 2016–2017 гг. метеорологические условия вегетационного периода сои сорта Лира складывались благоприятно. В среднем за 2016–2017 гг. количество осадков за вегетационный период с мая по август превышало климатическую норму на 26,6 % и составило 293,6 мм. В течение вегетации распределение осадков было неравномерным: в мае – июне их количество значительно превышало среднее многолетние показатели, в июле было близко к норме, а в августе наблюдался их дефицит (рис. 1). Наибольшее количество атмосферной влаги за период исследований выпало в 2016 г., что способствовало формированию высокой урожайности сои.

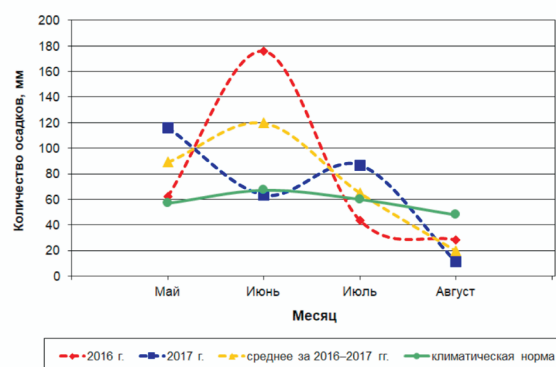


Рисунок 1 – Количество осадков за вегетационный период сои в 2016–2017 гг.

За вегетационный период сои среднесуточная температура воздуха в среднем превышала климатическую норму на 11 % и составляла 23,1 °С. Наиболее жарким месяцем в годы исследования был август, а самые высокие температуры за весь вегетационный период сои наблюдались в 2016 г. (рис. 2).

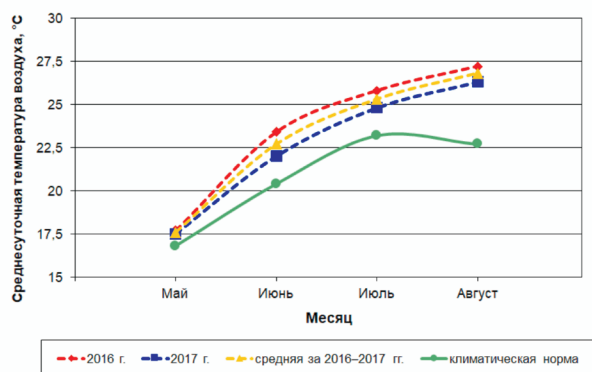


Рисунок 2 – Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период сои в 2016–2017 гг.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. В среднем за 2 года агрохимическая характеристика пахотного слоя (0–20 см) следующая: содержание гумуса по ГОСТ 26213–91 – 3,39 %; обменная кислотность почвы (рН_{KCl}) по ГОСТ 26483–85 – 5,48; нитрификационная способность по ГОСТ 26951–86 – 18,6 мг/кг; содержание подвижного фосфора по ГОСТ 26205–91 – 26,4 мг/кг; обменного калия по ГОСТ 26205–91 – 406,5 мг/кг.

Результаты и обсуждение. В полевом опыте, проведенном на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ВНИИМК в 2016–2017 гг. (ныне ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), предпосевная обработка семян сои микробиологическим удобрением ТэгТим ЛХО в дозах 0,9; 1,8 и 3,6 л/т способствовала повышению урожайности сои сорта Лира в сравнении с контролем без обработки семян (табл. 1). Достоверная прибавка урожая в среднем за 2 года

получена во всех вариантах опыта. Использование ТэгТим ЛХО в дозах 1,8 и 3,6 л/т способствовало получению максимального урожая семян сои – 2,53 т/га.

Таблица 1

Урожайность семян сои в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	среднее	т/га	%
1. Контроль	2,47	2,14	2,31	0	0
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	2,63	2,25	2,44	0,13	5,6
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	2,70	2,35	2,53	0,22	9,5
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	2,66	2,40	2,53	0,22	9,5
НСР ₀₅		0,10	0,09		

Агрохимикат ТэгТим ЛХО способствовал формированию высокой урожайности надземной вегетативной биомассы растений сои (табл. 2). В среднем за 2016–2017 гг. микробиологическое удобрение достоверно увеличивало урожай вегетативной биомассы (стебли, листья, створки бобов) сои на 0,35–0,45 т/га по сравнению с контролем (без обработки семян). Максимальный урожай вегетативной биомассы получен при обработке семян сои перед посевом ТэгТим ЛХО в дозе 1,8 л/т – в среднем за два года исследований 3,37 т/га.

Таблица 2

Урожайность воздушно-сухой вегетативной биомассы в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	Урожайность вегетативной биомассы, т/га			Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	среднее	т/га	%
1. Контроль	2,59	3,24	2,92	0	0
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	2,92	3,62	3,27	0,35	12,0
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	3,06	3,67	3,37	0,45	15,4
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	2,92	3,65	3,29	0,37	12,7
НСР ₀₅		0,32	0,18		

Предпосевная обработка семян ТэгТим ЛХО не оказывала значительного влияния на содержание протеина в семенах сои. Содержание протеина в среднем за два года исследований по вариантам опыта составляло 38,8–39,3 % (табл. 3). На содержание масла в семенах сои применение изучаемого микробиологического удобрения по результатам двухлетних исследований также не оказало существенного воздействия. В среднем за 2016–2017 гг. этот показатель составил 23,4–23,6 %, имеющиеся различия находятся в пределах погрешности измерения указанных показаний.

Таблица 3

Содержание протеина и масла в семенах сои в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	2016 г.	2017 г.	Среднее за 2016–2017 гг.	Прибавка к контролю
Содержание протеина (N x 6,25), %				
1. Контроль	38,0	39,7	38,9	0
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	38,3	40,2	39,3	0,4
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	38,2	40,1	39,2	0,3
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	37,7	39,9	38,8	-0,1
Содержание масла, %				
1. Контроль	24,0	22,9	23,5	0
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	24,0	22,7	23,4	-0,1
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	23,9	22,8	23,4	-0,1
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	24,3	22,9	23,6	0,1

Важным показателем продуктивности сои как белково-масличной культуры являются сборы протеина и масла с урожаем семян. Применение микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО для предпосевной обработки семян в дозах 0,9; 1,8 и 3,6 л/т способствовало получению существенной прибавки сбора протеина к контролю (табл. 4).

Максимальный сбор протеина в среднем за 2 года исследований наблюдался при использовании ТэгТим ЛХО в дозе 1,8 л/т – 848,0 кг/га.

Таблица 4

Сбор протеина в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	Сбор протеина, кг/га			Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	среднее	кг/га	%
1. Контроль	806	731	768,5	-	-
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	865	778	821,5	53,0	6,9
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	887	809	848,0	79,5	10,3
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	861	821	841,0	72,5	9,4
НСР ₀₅	41,8	26,9			

На сбор масла применение ТэгТим ЛХО в исследуемых дозах также оказало существенное положительное влияние. Достоверные прибавки сбора масла к контролю получены во всех вариантах опыта, максимальное значение показателя в среднем за период исследований получено при применении ТэгТим ЛХО для обработки семян сои сорта Лира в дозе 3,6 л/т и составило 513 кг/га (табл. 5).

Таблица 5

Сбор масла в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	Сбор масла, кг/га			Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	среднее	кг/га	%
1. Контроль	509	421	465	-	-
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	542	440	491	26	5,6
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	553	461	507	42	9,0
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	555	471	513	48	10,3
НСР ₀₅	30,8	17,8			

Предпосевная обработка семян сои микробиологическим удобрением ТэгТим ЛХО в дозах 0,9; 1,8 и 3,6 л/т способствовала увеличению средней высоты растений на 6,8–9,3 см, или на 11,9–16,3 % к контролю (табл. 6). Наиболее эффективной дозой, по результатам двухлетних испытаний, по показателю средней высоты растений является 1,8 л/т – 66,3 см.

Таблица 6

Средняя высота растений сои в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	Средняя высота растения, см			Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	среднее	см	%
1. Контроль	59,0	55,0	57,0	0	0
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	65,0	66,3	65,7	8,7	15,3
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	65,0	67,5	66,3	9,3	16,3
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	63,3	64,3	63,8	6,8	11,9
НСР ₀₅	3,5	4,2			

Среднее количество бобов на 1 м² при использовании агрохимиката увеличилось в среднем на 62–103 шт./м² относительно контроля в зависимости от дозы применения (табл. 7). Максимальное количество бобов на растениях сои с 1 м² образовалось при использовании ТэгТим ЛХО для обработки семян перед посевом в дозе 3,6 л/т – 1136 шт./м².

Таблица 7

Количество бобов на 1 м² в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	Количество бобов, шт./м ²			Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	среднее	шт./м ²	%
1. Контроль	1053	1013	1033	0	0
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	1114	1075	1095	62	6,0
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	1138	1090	1114	81	7,4
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	1157	1115	1136	103	10,0
НСР ₀₅	21	32			

За счет увеличения количества образовавшихся бобов на растении число семян на одном растении под воздействием препарата также возрастало по сравнению с контролем (табл. 8). В среднем за 2016–2017 гг. на 1 м² максимальное количество семян с растений сои образовалось при использовании ТэгТим ЛХО для обработки семян перед посевом в дозе 3,6 л/т –

2203 штук, что выше по сравнению с контролем без обработки семян на 210 шт./м².

Таблица 8

Количество семян на 1 м² в зависимости от дозы применения микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2016–2017 гг.

Вариант	Количество семян, шт./м ²			Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	среднее	шт./м ²	%
1. Контроль	2251	1735	1993	0	0
2. ТэгТим ЛХО (0,9 л/т)	2468	1813	2141	148	7,4
3. ТэгТим ЛХО (1,8 л/т)	2495	1888	2192	199	10,0
4. ТэгТим ЛХО (3,6 л/т)	2512	1893	2203	210	10,5
НСР ₀₅	51	55			

Заключение. Предпосевная обработка семян сои микробиологическим удобрением ТэгТим ЛХО, в состав которого входят клубеньковые бактерии *Bradyrhizobium japonicum*, синтетические липохитоолигосахариды и споры *Penicillium bilaii Chala sp.*, в 2016–2017 гг. в дозах 0,9; 1,8 и 3,6 л/т способствовала увеличению урожайности семян на 0,13–0,22 т/га и сухой вегетативной массы на 0,35–0,45 т/га, сбора протеина на 53,0–79,5 кг/га, сбора масла на 26,0–48,0 т/га, средней высоты растений на 6,8–9,3 см, количества бобов на растениях на 62–81 шт./м², количества семян на растениях на 148–210 шт./м². На содержание протеина и масла в семенах сои агрохимикат не оказал существенного влияния.

Наиболее эффективной оказалась доза микробиологического удобрения ТэгТим ЛХО для предпосевной обработки семян 1,8 л/т. В среднем за 2016–2017 гг. применение агрохимиката в этой дозе способствовало получению максимальной урожайности семян сои (2,53 т/га), урожайности сухой вегетативной биомассы (3,37 т/га) и сбора протеина (848,0 кг/га).

Список литературы

1. Инновационные технологии возделывания масличных культур / Коллектив ав-

торов. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2017. – 256 с.

2. Глян'ко А.К., Ищенко А.А. Иммуни-тет бобового растения, инфици-рованного клубеньковыми бактериями *Rhizobium* spp. F. (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – Т. 53. – № 2 – С. 136–145.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Киселева Е.П. Врожденный иммунитет – основа симбиотических взаимоотношений (обзор) // Биохимия. – 2014. – Т. 79. – Вып. 12. – С. 1564–1579.

5. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под ред. В.М. Лукомца; 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар, 2010. – 327 с.

6. Тишков Н.М., Михайлюченко Н.Г., Дряхлов А.А. Продуктивность сои при некорневой подкормке растений микро-удобрениями и обработке регуляторами роста на чернозёме выщелоченном // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2007. – Вып. 2 (137). – С. 91–98.

2. Glyan'ko A.K., Ishchenko A.A. Immu- nitet bobovogo rasteniya, infitsirovannogo kluben'kovymi bakteriyami *Rhizobium* spp. F. (obzor) // Prikladnaya biokhimiya i mikrobi- ologiya. – 2017. – Т. 53. – № 2 – S. 136–145.

3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

4. Kiseleva E.P. Vrozhdennyy immunitet – osnova simbioticheskikh vzaimootnosheniy (obzor) // Biokhimiya. – 2014. – Т. 79. – Vyp. 12. – S. 1564–1579.

5. Metodika provedeniya polevykh agro- tekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod red. V.M. Lukomtsa; 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar, 2010. – 327 s.

6. Tishkov N.M., Mikhaylyuchenko N.G., Dryakhlov A.A. Produktivnost' soi pri ne- kornevoy podkormke rasteniy mikroudobreni- yami i obrabotke regulyatorami rosta na chernozeme vyshchelochennom // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 2007. – Vyp. 2 (137). – S. 91–98.

Получено: 01.08.2018

Received: 01.08.2018

Принято: 01.04.2019

Accepted: 01.04.2019

References

1. Innovatsionnye tekhnologii vozdey-vaniya maslichnykh kul'tur / Kollektiv av- torov. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2017. – 256 s.