

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья  
УДК 633.34 (470.44)  
<https://agroconf.sgau.ru>

### **Повышение урожайности сои на орошении путём применения мелиорантов совместно с бактериальным препаратом в условиях Саратовского Левобережья**

**В.А. Тонкошкур, И.С. Полетаев, Е.О. Воронова**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия.

*Аннотация.* В статье рассматриваются приёмы повышения урожайности посевов сои при возделывании в условиях УНПО «Поволжье» Саратовской области, Энгельсского района. В результате применения различных доз Фосфогипса совместно с различным способом внесения бактериального препарата Фосфатовит, были получены следующие данные что именно совместное применение бактериального препарата по листу и в почву дают наибольшую урожайность, а наиболее результативным является вариант опыта с внесением фосфогипса в дозе 6 т/га, где урожайность составила 3,40 т/га, применение меньшей или большей дозы фосфогипса не дало такой прибавки к урожайности.

*Ключевые слова:* соя, урожайность, агрохимия, Фосфогипс, Фосфатовит.

*Для цитирования:* Тонкошкур В.А., Полетаев И.С., Воронова Е.О. Повышение урожайности сои на орошении путём применения мелиорантов совместно с бактериальным препаратом в условиях Саратовского Левобережья // Аграрные конференции. 2024. № 45(3). С. 17-23. <http://agroconf.sgau.ru>

## AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

### **Increasing soybean yield under irrigation by using ameliorants together with a bacterial preparation in the conditions of the Saratov Left Bank**

**V.A. Tonkoshkur, I.S. Poletaev, E.O. Voronova**

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

*Abstract.* The article discusses techniques for increasing the yield of soybean crops when cultivated in the conditions of the UNPO "Povolzhye" of the Saratov region, Engels district. As a result of the use of different doses of Phosphogypsum

and additionally ammonium nitrate, together with a different method of applying the bacterial preparation Phosphatovite, the following data were obtained: the combined application of the bacterial preparation as the foliar treatment and into the soil that gives the highest yield, and the most effective is the variant of the experiment with the introduction of phosphogypsum at a dose of 6 t/ha, where the yield was 3.40 t/ha, the application of a lower or higher dose of phosphogypsum did not give such an increase in yield.

**Keywords:** soybeans, yield, agrochemistry, Phosphogypsum, Phosphatovite.

**For citation:** Tonkoshkur V.A., Poletaev I.S., Voronova E.O. Increasing soybean yield under irrigation by using ameliorants together with a bacterial preparation in the conditions of the Saratov Left Bank // Agrarian Conferences, 2024; (45(3)): 17-23 (InRuss.). <http://agroconf.sgau.ru>

**Введение.** С каждым годом площадь посевных площадей, занятых соей увеличивается. Если посеы сои на 2022 год составили 3,1 млн. га и валовый сбор достиг 5,0 млн. тонн, то в 2023 году площади возросли до 3,6 млн. га, а валовый сбор вырос до 6,7 млн. тонн. В Саратовской области по данным Министерства сельского хозяйства соя занимает 4005 га, средняя урожайность сои по области варьирует от 13,4 ц/га до 15,0 ц/га [2].

Залогом получения высоких урожаев является повышение плодородия почвы, для этих целей необходимо применять удобрения и мелиоранты, для повышения доступности вносимых элементов питания применяется использование бактериальных препаратов. Благодаря своим биологическим свойствам они способствуют повышению плодородия и стимулируют рост корневой системы растений. Кроме того, бактериальные препараты способны увеличить устойчивость растений к стрессовым условиям, таким как засуха или засоление почвы [4, 5].

Введение бактериальных препаратов в практику возделывания сои на орошении в условиях Саратовского Левобережья позволит улучшить урожайность, снизить затраты на минеральные удобрения, сократить вредные воздействия химических веществ на почву и окружающую среду. Поэтому изучение этой темы и разработка эффективных методов применения бактериальных препаратов при выращивании сои является актуальной задачей для сельского хозяйства региона [1].

Целью наших исследований являлось: Изучение совокупного действия мелиоранта и бактериального препарата для улучшения плодородия почвы и урожайности сои на орошении.

**Методика исследований.** Схема опыта, эффективности применения Фосфогипса на посевах сои при орошении включала в себя:

Фактор А (Различные дозы фосфогипса):

1. Контроль (без внесения Фосфогипса и Аммофоса);
2. 4,0 т/га Фосфогипса +100 кг/га Аммофос;
3. 6,0 т/га Фосфогипса +100 кг/га Аммофос;
4. 8,0 т/га Фосфогипса +100 кг/га Аммофос.

Фактор В (Различные способы применения бактериального препарата Фосфатовит):

1. Контроль (без внесения препарата);
2. Внесение препарата Фосфатовит в почву (доза 0,5 л/га);
3. Внесение препарат Фосфатовит по листу (доза 0,5 л/га);
4. Совместное внесение препарата Фосфатовит в почву и по листу (доза 0,5 л/га).

Повторность опыта 3-кратная. Общая площадь делянки каждой делянки по фактору А = 100 м<sup>2</sup>, по фактору В = 25 м<sup>2</sup>, расположение делянок рендомизированное. Фосфогипс вносили под предпосевную культивацию. Фосфатовит применяли в зависимости от варианта опыта: в почву одновременно с внесением фосфогипса и в качестве некорневой подкормки в фазу бутонизации.

Высевали сорт сои Натали. Норма высева составила 800 тыс. всхожих семян/га.

Полевой опыт сопровождался наблюдениями и исследованиями в соответствии с общепринятыми методическими указаниями Б.А. Доспехова [3].

**Результаты исследований.** Фосфогипс - является мелиорантом для восстановления почвенного плодородия, в его состав входит  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  а также фосфор, серу, кремний и цинк. Фосфатовит содержит в своём составе бактерии *Raenibacillus mucilaginosus* Pm 2906 которые способны переводить соединения фосфора в доступные формы и способствовать лучшему их усвоению растениями. Исследования показывают, что внесение фосфогипса в почву может значительно улучшить ее агрохимические показатели для посевов сои.

В результате проведенного эксперимента было обнаружено, что применение минеральных удобрений и внесение Фосфогипса приводит к увеличению содержания питательных элементов в почве. Изменение рН водной вытяжки и гидролитической кислотности почвы было замечено при внесении различных доз Фосфогипса. В сравнении с весенним периодом, значение этих показателей возросло на 0,04-0,2 единицы. В контрольной группе при сборе урожая, значение рН уменьшилось до 5,65. С увеличением дозы Фосфогипса, наблюдалось повышение значения рН. При добавлении 8 тонн на гектар этот показатель составил 5,9 единиц. Содержание обменного кальция в почве уменьшилось на контрольном участке и участке с внесением минерального удобрения после уборки. При использовании Фосфогипса содержание обменного кальция в почве увеличивалось пропорционально дозировке агента. Внесение 8 т/га увеличивало его до 21,00 ммоль/100 г почвы.

Содержание серы в почве к уборке несколько снижалось на контрольном варианте и варианте с внесением минерального удобрения. Снижение составило 0,1 и 0,2 мг/кг соответственно. При внесении Фосфогипса содержание серы в почве имело тенденцию к повышению по мере увеличения дозы внесения мелиоранта. Максимальная значение этого показателя

достигалось при внесении Фосфогипса в дозе 8 т/га, составляло 84,00 мг/кг (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение агрохимических показателей почвы под посевами сои в зависимости от изучаемых доз фосфогипса

Варианты опыта	Нитратный азот, мг/кг	Подвижные соединения фосфора, мг/кг	Подвижные соединения калия, мг/кг	Обменный магний ммоль/100 г почвы	Сера, мг/кг	Обменный кальций, ммоль/100 г почвы	рН, солевой вытяжки ед. рН	Нг, мг.экв/100 г почвы
Перед посевом								
Среднее по повторностям	3,60	31,40	235,00	5,38	47,90	19,62	5,80	2,46
Перед уборкой								
Контроль (без внесения агрохимикатов)	2,80	10,00	244,00	7,00	5,10	17,00	5,65	2,01
Внесение фосфогипса в дозе 4 т ФГ+Аммофос 100 кг/га	3,60	29,60	234,00	5,50	43,10	20,00	5,80	2,50
Внесение фосфогипса в дозе 6 т ФГ+Аммофос 100 кг/га	3,80	37,70	226,00	4,50	59,40	20,50	5,86	2,60
Внесение фосфогипса в дозе 8 т ФГ+Аммофос 100 кг/га	4,10	48,05	236,00	4,62	84,00	21,00	5,90	2,71

Содержание нитратного азота при внесении Фосфогипса возрастало от 3,4 мг/кг почвы при внесении 2,8 т/га до 4,1 мг/кг почвы при внесении 8 т/га.

В значительной степени увеличивалось содержание фосфора по вариантам опыта. Однако на контрольном варианте наблюдалось снижение этого показателя к уборке на 3,05 мг/кг почвы. При внесении минерального удобрения и Фософгипса происходило значительное увеличение содержания фосфора в почве. Внесению Фосфогипса увеличивало его на 63,9 – 268,2% по сравнению с содержанием в почве перед посевом. Наибольшее его содержание в почве по вариантам опыта составило 48,05 мг/кг на варианте с внесением 8 т/га Фосфогипса.

При проведении исследований урожайность сои варьировала по вариантам опыта от 2,01 до 3,40 т/га. На варианте без применения

агрохимикатов и внесения бактериального препарата отмечается самая низкая урожайность - 2,01 т/га.

На варианте с применением бактериального препарата по листу отмечается тенденция увеличения урожайности на 0,16 т/га, также отмечен такой результат на применение бактериального препарата в почву, однако урожайность относительно контроля была выше на 0,27, но самый больший результат достигнут при внесении двух препаратов совместно и урожайность составила 2,38 т/га, что выше контрольного варианта на 0,37. Поэтому без применения агрохимикатов более рационально применять совместно бактериальные препараты в почву и по листу (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение урожайности сои в зависимости от применяемых агроприёмов

Варианты опыта		Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Контроль (без внесения агрохимикатов)	контроль (без внесения бактериального препарата)	2,01	-	-
	внесение по листу	2,17	0,16	8,1
	внесение в почву	2,28	0,27	13,4
	внесение в почву+внесение по листу	2,38	0,37	18,4
	Среднее по фактору А	2,21		
Внесение фосфогипса в дозе 4 т ФГ+Аммофос 100 кг/га	контроль (без внесения бактериального препарата)	2,58	-	-
	внесение по листу	2,71	0,13	5,2
	внесение в почву	2,90	0,32	12,4
	внесение в почву+внесение по листу	3,05	0,47	18,2
	Среднее по фактору А	2,81		
Внесение фосфогипса в дозе 6 т ФГ+Аммофос 100 кг/га	контроль (без внесения бактериального препарата)	2,66	-	-
	внесение по листу	2,96	0,30	11,2
	внесение в почву	3,21	0,55	20,8
	внесение в почву+внесение по листу	3,40	0,74	27,8
	Среднее по фактору А	3,06		
Внесение фосфогипса в дозе 8 т ФГ+Аммофос 100 кг/га	контроль (без внесения бактериального препарата)	2,49	-	-
	внесение по листу	2,79	0,30	12,1
	внесение в почву	2,98	0,49	19,7
	внесение в почву+внесение по листу	3,13	0,64	25,7
	Среднее по фактору А	2,85		
	Среднее по фактору В			
	контроль (без внесения бактериального препарата)	2,44		
	внесение по листу	2,66		

	внесение в почву	2,84		
	внесение в почву + внесение по листу	2,99		
	НСП <sub>05</sub> для частных средних	0,12		
	НСП <sub>05А</sub>	0,063		
	НСП <sub>05В</sub>	0,063		
	НСП <sub>05АВ</sub>	0,126		

На варианте с применением фосфогипса в дозе 4 тонны на гектар и без внесения бактериального препарата достигнута урожайность в 2,58 т/га. Использование бактериальных препаратов по листу и в почву также дали прибавку в 0,13 и 0,32 т/га, но совместное их применение дало урожайность в 3,05 т/га и прибавка относительно контроля составила 0,47 т/га.

Внесение фосфогипса в дозе 6 т/га и одновременно с Аммофосом 100 кг/га на контрольном варианте был получен результат урожайности равный 2,66 т/га последующее применения бактериального препарата по листу увеличило этот показатель на 0,30 т/га, а применение в почву на 0,55 т/га. Но опять же таки совместное применение под лист и в почву дало наибольшую урожайность 3,40 т/га с прибавкой относительно контроля 0,74 т/га.

При внесении фосфогипса в дозе 8 т/га и одновременно с Аммофосом 100 кг/га без применения препарата был получен результат равный 2,49 т/га, при внесении под лист 2,79 т/га, в почву 2,98 т/га и совместное действие дало урожайность 3,13 т/га.

**Заключение.** На основании полученных данных можно сделать вывод, что применение минеральных удобрений и внесение Фосфогипса приводит к увеличению содержания питательных элементов в почве. Содержание нитратного азота при внесении Фосфогипса возрастало от 3,4 мг/кг почвы при внесении 2 т/га до 4,1 мг/кг почвы при внесении 8 т/га.

В значительной степени увеличивалось содержание фосфора по вариантам опыта. Внесение Фосфогипса увеличивало его на 63,9 – 268,2% по сравнению с содержанием в почве перед посевом. Наибольшее его содержание в почве по вариантам опыта составило 48,05 мг/кг на варианте с внесением 8 т/га Фосфогипса.

Совместное применение бактериального препарата в качестве некорневой подкормки и в почву даёт наибольший эффект в повышении урожайности сои на орошении. Наибольший эффект проявляется при использовании Фосфатовита в дозе 6 т/га, где урожайность составила 3,40 т/га, применение меньшей или большей дозы фосфогипса не дало такой прибавки к урожайности.

### Список литературы

1. Shabalda, O.G. Symbiotic activity and productivity of soybean, depending on the methods of presowing treatment of soybean seeds in the conditions of central Ciscaucasia / Shabalda O.G., Golub A.S., Zelenskaya T.G., Donets I.A., Mukhina

O.V. // Research Journal of Pharmaceutical. Biological and Chemical Sciences. – 2018. – vol. 9, no. 4. – pp. 688-691.

2. Панасюк, А.Н. Возделывание сои в органическом земледелии // Теоретический и научно-практический журнал – 2019 г. С. 194-202

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. Соседенко, Т. Ю. Фосфогипс в качестве удобрения / Т. Ю. Соседенко, А. С. Пичугина, С. М. Васькин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 47 (337). — С. 433-435.

5. Ториков, В.Е. Производство продукции растениеводства / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова // СПб.: Лань, 2021. 512 с.

### References

1. Shabalda, O.G. Symbiotic activity and productivity of soybean, depending on the methods of presowing treatment of soybean seeds in the conditions of central Ciscaucasia / Shabalda O.G., Golub A.S., Zelenskaya T.G., Donets I.A., Mukhina O.V. // Research Journal of Pharmaceutical. Biological and Chemical Sciences. – 2018. – vol. 9, no. 4. – pp. 688-691.

2. Panasyuk, A.N. Cultivation of soybeans in organic farming // Theoretical and scientific-practical journal - 2019, pp. 194-202

3. Dospheov, B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). - 5th ed., add. and Reworked - M.: AGROPromizdat, 1985. - 351 p.

4. Sosedenko, T. Yu. Phosphogypsum as a fertilizer / T. Yu. Sosedenko, A. S. Pichugina, S. M. Vaskin. — Text: immediate // Young scientist. — 2020. — No. 47 (337). - pp. 433-435.

5. Torikov, V.E. Production of crop products / V.E. Torikov, O.V. Melnikova // St. Petersburg: Lan, 2021. 512 p.

*Статья поступила в редакцию 13.06.2024; одобрена после рецензирования 20.06.2024; принята к публикации 28.06.2024.*

*The article was submitted 13.06.2024; approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 28.06.2024.*