

**Научная статья**

УДК 633.853.52:631.847.211:633.952

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-3-19-22>**СОВМЕСТИМОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ШТАММОВ РИЗОБИЙ СОИ С АДЪЮВАНТОМ «СИНЕРДЖИ»****Арина Игоревна Сорокина, Мария Владимировна Якименко, Игорь Юрьевич Татаренко**Всероссийский научно-исследовательский институт сои,  
г. Благовещенск, Амурская область, Россия, sai@vniisoi.ru

**Аннотация:** В современном ведении сельскохозяйственного производства при возделывании сои одним из важных приёмов является инокуляция семян. В то же время в целях защиты растений от болезней в предпосевную обработку включают и применение различных экологически безопасных препаратов нового поколения, обладающих фунгицидными свойствами. Изучение токсичности этих препаратов на штаммы ризобий является актуальным, так как позволит, в дальнейшем более рационально и эффективно осуществлять предпосевную обработку семян путем приготовления общего бакового раствора инокулянта и химпрепарата. Провели изучение роста коллекционных штаммов ризобий с адъювантом «Синерджи», ВРК (300 г/л) в двух концентрациях – рабочей (для баковой смеси) и превышающей её в 10 раз. Установлено, что рабочая концентрация адъюванта в дозе 0,1 л на 10 л воды снижает интенсивность роста штаммов на питательной среде в 0,06...0,12 раза и не оказывает на них сильного токсического действия. Увеличение концентрации адъюванта в 10 раз снижает в 2...3 раза интенсивность роста штаммов или полностью прекращает их рост.

**Ключевые слова:** ризобии, штаммы бактерий, адъювант, совместимость, соя.

**Для цитирования:** Сорокина А. И., Якименко М. В., Татаренко И. Ю. Совместимость коллекционных штаммов ризобий сои с адъювантом «Синерджи» // *Агронаука*. 2023. Т. 1. № 3. С. 19–22. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-3-19-22>.

**Original article****COMPATIBILITY OF SOYBEAN RHIZOBIA COLLECTION STRAINS WITH "SYNERGY" SOLUBLE CONCENTRATE ADJUVANT****Arina I. Sorokina, Mariya V. Yakimenko, Igor Yu. Tatarenko**All-Russian Scientific Research Institute of Soybean,  
Blagoveshchensk. Amur region, Russia, sai@vniisoi.ru

**Abstract.** Inoculation of seeds is one of the most important methods in the modern agricultural industry during soybean cultivation. At the same time, to protect plants from diseases, a pre-sowing treatment should include the use of various environmentally safe new generation products having fungicidal properties. The study of the toxic effect of these products on rhizobia strains is relevant, as it will ensure a more rational and efficient pre-sowing treatment of seeds in the future through preparation of a general tank solution of an inoculant and a chemical agent. The growth of rhizobia collection strains with the SynerGy adjuvant (Water-Soluble concentrate, 300 g/l) was studied in two concentrations – working (for the tank mixture) and exceeded by 10 times. It was found out that the working concentration of the adjuvant at a dose of 0.1 l per 10 l of water reduces the intensity of growth of strains on a nutrient medium by 0,06...0,12 times and does not have a strong toxic effect on them. Increasing the adjuvant concentration by 10 times reduces 2...3 times the intensity of growth of strains or completely stops their growth.

**Keywords:** rhizobia, bacterial strains, adjuvant, compatibility, soy.

**For citation:** Sorokina AI, Yakimenko MV, Tatarenko IYu. Sovmestimost' kollektсионnykh shtammov rizobii soi s ad'yuvantom "Sinerdzhi" [Compatibility of soybean rhizobia collection strains with "Synergy" soluble concentrate adjuvant]. *Agronauka. – Agrosience*. 2023;1;3:19–22. (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-3-19-22>.

© Сорокина А. И., Якименко М. В., Татаренко И. Ю., 2023

### Введение

Инокуляция семян препаратами клубеньковых бактерий является одним из эффективных приёмов повышения урожайности сои [1, 2, 3, 4]. В целях защиты растений от заболеваний в предпосевной подготовке применяют протравливание семян фунгицидами, которые при совместном применении с инокулянтами, могут оказывать негативное действие на клетки ризобий, тем самым снижая эффективность биопрепарата [5, 6]. Проведённые рядом авторов исследования по изучению токсичности фунгицидов на ризобии показали, что штаммы ризобий различаются по своей чувствительности к различным фунгицидным препаратам. Это говорит о том, что препараты, не оказывающие особого влияния на рост и выживаемость ризобий, можно применять совместно при приготовлении баковой смеси для предпосевной обработки семян [7, 8].

В настоящее время на рынке средств защиты растений появилось достаточно экологически безопасных препаратов нового поколения. Одними из них являются различные адъюванты – биологически активные высокомолекулярные соединения. При обработке адъювантом (в баковых смесях) на поверхности семян и растений образуется бактерицидно-фунгицидная плёнка, которая уничтожает патогенную среду на семени и препятствует заражению и развитию патогенной микрофлорой. Одним из таких препаратов является адъювант «Синерджи», ВРК (300 г/л) («SynerGy»).

**Цель исследований** – изучение влияния адъюванта «Синерджи», ВРК (300 г/л) на рост и размножение штаммов ризобий вида *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* из коллекции ВНИИ сои.

### Условия, материалы и методы

В лабораторных условиях изучали совместимости штаммов ризобий видов *B. japonicum* (БД-32, 639а, 648а, БМ-85, ММ-117, СМ-42) и *S. fredii* (ТБ-467, ТБ-508, ТБ-643, КБ-11, ББ-49, ББ-55) с адъювантом «Синерджи», ВРК (300 г/л). Для этого использовали метод диффузии в агар на питательной среде МДА следующего состава:  $K_2HPO_4$  – 0,5;  $MgSO_4$  – 0,2;  $NaCl$  – 0,1;  $CaCO_3$  – 0,1; дрожжевой экстракт – 2,0; маннит – 10,0; агар – 20,0. Простерилизованную питательную среду МДА разливали в стерильные чашки Петри и после ее застывания стерильной пипеткой на добавляли адъювант «Синерджи» и растирали его по всей поверхности агара с помощью стерильного шпателя Дригальского и оставляли при комнатной температуре в боксе на 24 часа для пропитывания среды препаратом. Адъювант применяли в следующих дозах: 0,1 мл (соответствует рабочему раствору 0,1 л/ 10 л воды) и 1,0 мл (превышение дозы рабочего раствора в 10 раз) в чашку Петри. Затем штаммы ризобий высевали на поверхность агара штрихом и инкубировали в термостате при + 27 °С в течении 7 дней. Результаты оценивали по интенсивности роста штриха на питательной среде: 4 – обильный рост, 3 – хороший рост, 2 – умеренный рост, 1 – слабый рост и 0 – нет роста. В каждом опыте использовали три повторности.

**Результаты исследований** показали, что у всех штаммов *S. fredii* в контрольной группе (без «Синерджи») интенсивность роста штриха составляла 3...4 балла, что соответствует хорошему и обильному росту (таблица 1).

**Таблица 1 – Результаты роста штаммов ризобий *S. fredii* в чашках Петри при внесении в среду адъюванта «Синерджи» на седьмые сутки инкубации**

Штамм	Интенсивность роста на МДА без адъюванта (в баллах)	Интенсивность роста на МДА с адъювантом (в баллах)	
		0,1 мл	1 мл
ТБ-467	4	3	1
ТБ-508	3	2	1
ТБ-643	4	4	1
КБ-11	3	3	1
ББ-49	3	3	1
ББ-55	4	3	1

В опыте с добавлением в питательную среду рабочего раствора адьюванта у штаммов вида *S. fredii* интенсивность роста штриха отмечалась в пределах от 2 до 4 баллов (таблица 2).

Обильный рост штриха (4 балла) отмечался у штамма ТБ-643, хороший рост у штаммов ББ-55, ББ-49, КБ-11 и ТБ-467, а у штамма ТБ-508 – интенсивность роста штриха была умеренной.

Высокая концентрация адьюванта «Синерджи» в питательной среде привела к снижению интенсивности роста штриха у всех штаммов этого вида и составила 1 балл (слабый рост).

У штаммов ризобий вида *V. japonicum* на питательной среде без добавления адьюванта интенсивность роста штриха была хорошей и умеренной, лишь у штамма СМ-42 был отмечен слабый рост на питательной среде в контрольной группе.

Рабочая концентрация «Синерджи» на питательной среде немного снизила интенсивность роста штаммов. Умеренный рост штриха отмечался у штаммов БД-32, 639а, БМ-85 и ММ-117, а у штаммов 648а и СМ-42 был отмечен слабый рост (1 балл).

**Таблица 2 – Результаты роста штаммов ризобий *V. japonicum* в чашках Петри при внесении в среду адьюванта «Синерджи» на седьмые сутки инкубации.**

Штамм	Интенсивность роста на МДА без адьюванта (в баллах)	Интенсивность роста на МДА с адьювантом (в баллах)	
		0,1 мл	1 мл
БД-32	3	2	0
639а	3	2	1
648а	2	1	1
БМ-85	3	2	0
ММ-117	2	2	1
СМ-42	1	1	1

Высокая концентрация адьюванта «Синерджи» в питательной среде также снизила интенсивность роста штаммов, а у штаммов БД-32 и БМ-85 рост на питательной среде отсутствовал.

### Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что штаммы ризобий двух видов имеют различную чувствительность к адьюванту «Синерджи». Большинство штаммов при воздействии адьюванта снижает в 0,06...0,12 раза интенсивность роста на питательной среде с рабочей концентраци-

ей препарата, повышенная доза адьюванта снижает в 2...3 раза интенсивность роста штриха у всех штаммов, а для штаммов вида *V. japonicum* БД-32 и БМ-85 оказалась летальной.

Несмотря на некоторое снижение интенсивности роста изучаемых штаммов, разведение адьюванта в дозе 0,1л/10 л воды не оказывает на них сильного токсического действия и поэтому эти штаммы можно использовать в качестве инокулянтов при приготовлении общего бакового раствора с адьювантом для предпосевной подготовки семян сои.

### Список литературы

1. Жеруков Б. Х. Биологический азот в сельском хозяйстве: проблемы, решения и перспективы развития // Известия Горского государственного аграрного университета. 2010. Т.47, № 2. С. 43–47.
2. Кокорина А. Л., Вайшла О. Б., Агафонов Е. В., Гужвин С. А., Чураков А. А., Яковлева М. Т. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50, № 3. С. 369–376. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.3.369rus>
3. Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Микробиология: учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. Москва : Дрофа, 2005. 445 с.
4. Oldroyd G. E. D., Dixon R. Biotechnological solutions to the nitrogen problem // Current Opinion in Biotechnology. 2014. № 26. P. 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.08.006>.
5. Лактионов Ю. В., Косульников Ю. В., Дудникова Д. В., Яхно В. В., Кожемяков А. П. Оценка устойчивости штаммов клубеньковых бактерий сои к рекомендуемым химическим фунгицидам // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1. С. 62–67. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-61-1-62-67>.

6. Косульников Ю. В., Лактионов Ю. В. О факторах, влияющих на токсичность протравителей семян для симбиотических азотфиксаторов в составе биопрепаратов // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т.53, № 5, С. 1037–1044. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.5.1037rus>

7. Kaur C., Maini P., Shukla N. P. Effect of Captan and Carbendazim Fungicides on Nodulation and Biological Nitrogen Fixation in Soybean. // Asian Journal Exp. Sci. 2007. Vol. 21, № 2. P. 385–388.

8. Getachew Z., Abeble L. Effect of seed treatment using Mancozeb and Ridomil fungicides on Rhizobium strain performance, nodulation and yield of soybean (*Glycine max* L.). // Journal of Agriculture and Natural Resources. 2021. Vol. 4, № 2. P. 86–97. <https://doi.org/10.3126/janr.v4i2.33674>

### References

1. Zherukov BKh. Biologicheskii azot v sel'skom khozyaistve: problemy, resheniya i perspektivy razvitiya [Biological nitrogen in agriculture: problems, solutions and development prospects]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Proceedings of the Gorsky State Agrarian University.* 2010;47;2:43–47. (in Russ.).

2. Kozhemyakov AP, Laktionov YuV, Popova TA, Orlova AG, Kokorina AL, Vaishlya OB, Agafonov EV, Guzhvin SA, Churakov AA, Yakovleva MT. Agrotekhnologicheskie osnovy sozdaniya usovershenstvovannykh form mikrobnnykh biopreparatov dlya zemledeliya [Agrotechnological bases for the creation of improved forms of microbial biological products for agriculture]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. – Agricultural biology* 2015;50;3:369–376. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.3.369rus>.

3. Emcev VT, Mishustin EN. Mikrobiologiya [Microbiology]. Moscow: Drofa; 2005: 445 p. (in Russ.).

4. Oldroyd GE. D., Dixon R. Biotechnological solutions to the nitrogen problem. *Current Opinion in Biotechnology.* 2014;26:19–24. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.08.006>.

5. Laktionov YuV, Kosul'nikov YuV, Dudnikova DV, Yakhno VV, Kozhemyakov AP. Otsenka ustoichivosti shtammov kluben'kovykh bakterii soi k rekomenduemykh khimicheskim fungitsidam [Evaluation of the resistance of strains of soy nodule bacteria to recommended chemical fungicides]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii. – Grain Economy of Russia.* 2019;1:62–67. (in Russ.). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-61-1-62-67>.

6. Kosul'nikov YuV, Laktionov YuV. O faktorakh, vliyayushchikh na toksichnost' protravitelei semyan dlya simbioticheskikh azotfiksatorov v sostave biopreparatov [On the factors affecting the toxicity of seed treaters for symbiotic nitrogen fixers in the composition of biological products]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. – Agricultural Biology.* 2018;53;5:1037–1044. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.5.1037rus>

7. Kaur C, Maini P, Shukla NP. Effect of Captan and Carbendazim Fungicides on Nodulation and Biological Nitrogen Fixation in Soybean. *Asian Journal Exp. Sci.* 2007;21;2:385–388.

8. Getachew Z, Abeble L. Effect of seed treatment using Mancozeb and Ridomil fungicides on Rhizobium strain performance, nodulation and yield of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Agriculture and Natural Resources.* 2021;4;2:86–97. <https://doi.org/10.3126/janr.v4i2.33674>

### Информация об авторах

А. И. Сорокина – канд. ветеринар. наук  
вед. науч. сотр.;

М. В. Якименко – канд. биол. наук вед. науч. сотр.;

И. Ю. Татаренко – канд. с.-х. наук науч. сотр.

### Information about the authors

A. I. Sorokina – Cand. Veterinary Sci.

Leading Researcher;

M. V. Yakimenko – Cand. Biol. Sci. Reasercher;

I. Yu. Tatarenko – Cand. Agr. Sci. Reasercher

**Статья поступила в редакцию 30.06.2023;  
одобрена после рецензирования 10.07.2023;  
принята к публикации 18.08.2023**

**The article was submitted 30.06.2023;  
approved after reviewing 10.07.2023;  
accepted for publication 18.08.2023**