

4. Metodika polevogo opyta v ovoshhevodstve i bahchevodstve / pod red. V.F. Belika, G.A. Bondarenko. – M., 1979. – 210 s.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur. – M., 1976. – 182 s.
6. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1985. – 351 s.
7. Selekcija bahchevyh kul'tur: metod. ukazaniya / T.B. Fursa, L.M. Juldasheva, K.P. Sincha [i dr.]. – L., 1988. – 78 s.
8. Metodika fiziologicheskikh issledovanij v ovoshhevodstve i bahchevodstve. – M., 1970. – 212 s.

УДК 633.34:631.559:631.811.98(571.15)

Л.А. Ступина, А.С. Мосина

**ВЛИЯНИЕ КАРБОКСИМЕТИЛИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ И РИЗОТОРФИНА
НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ
И СИМБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СОИ**

L.A. Stupina, A.S. Mosina

**CARBOXYMETYL INFLUENCE ON DRUGS AND RIZOTORFINA BLACK SOIL MICROBIAL
ACTIVITY OF PRIOBSKY FOREST AND SYMBIOTIC ACTIVITY OF SOYA**

Л.А. Ступина – канд. с.-х. наук, доц. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства Алтайского государственного аграрного университета, г. Барнаул. E-mail: stupina-liliya@mail.ru

А.С. Мосина – магистрант агрономического факультета Алтайского государственного аграрного университета, г. Барнаул. E-mail: stupina-liliya@mail.ru

L.A. Stupina – Cand. Agr. Sci. Assoc. Prof., Chair of Botany, Plant Physiology and Feed Production, Altai State Agrarian University, Barnaul. E-mail: stupina-liliya@mail.ru

A.S. Mosina – Master's Degree Student, Agronomy Department, Altai State Agrarian University, Barnaul. E-mail: stupina-liliya@mail.ru

*Изучено влияние инокуляции семян сои препаратом «Ризоторфин», содержащим штамм симбиотических бактерий *Risobium japonicum*, и препаратами, содержащими карбоксиметилированную синтетическую и органическую целлюлозу, на численность бактериальной и грибной микрофлоры черноземов выщелоченных и симбиотическую активность сои сорта Надежда. Исследования проводили в полевом мелкоделяночном опыте в условиях умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края. Препараты использовали как отдельно, так и в сочетании с ризоторфином. Установлено достоверное увеличение микробиологической активности черноземов при обработке семян сои ризоторфином как отдельно, так и совместно с карбоксиметилированными препаратами. Численность бактерий, использующих органические формы азота, увеличивалась в 1,6–2,2 раза, количество микрофлоры, растущей на КАА и использующей минеральные формы азота, – в 1,1–2,3 раза, числен-*

ность грибов снижалась в 1,2–1,9 раза, нитрогеназная активность сои возрастала в 1,9 раза. Наибольшее увеличение отмечено при использовании карбоксиметилированного препарата из половы овса совместно с ризоторфином.

Ключевые слова: соя, ризоторфин, карбоксиметилированные препараты, микробиологическая активность, симбиотическая активность, микроорганизмы, нитрогеназная активность.

*The effect of the inoculation of soybean seed preparation "rizotorfin" containing a strain of symbiotic bacteria *Risobium japonicum*, and preparations containing carboxymethyl cellulose, synthetic and organic in the number of bacterial and fungal microflora leached chernozom and symbiotic activity of soybean varieties of "Hope" was studied. Investigations were carried out in an experimental field on a small plot of moderately arid and forested steppe of the Altairegion. The drugs used both separately and in combination with rizotorfin. A sig-*

nificant increase in the black soil microbial activity in the processing of soybean seeds with rizotorfin both separately and together carboxymethylated drugs. The number of bacteria using organic forms of nitrogen increased to 1.6–2.2 times, the number of flora growing on KAA and using mineral forms of nitrogen in the 1.1–2.3 times, the number of fungi was reduced to 1.2–1.9 times, nitrogenase activity of soybean increased by 1.9 times. The greatest increase observed when using carboxymethyl preparation of oat chaff together with rizotorfin.

Keywords: soya, rizotorfin, carboxymethylated products, microbiological activity, symbiotic activity of microorganisms, nitrogenase activity.

Введение. Соя (*Glycine hispida*) является ценнейшей белково-масляничной культурой. Ее семена содержат в среднем 37–42 % белка и до 19–22 % жира. Она обладает уникальными свойствами, позволяющими производить из нее широкий спектр разнообразных продуктов. Кроме того, соя имеет большое агротехническое значение. Она обогащает почву азотом, что характеризует ее как хорошего предшественника, а также дает возможность успешно бороться с сорняками [1, 2].

Как бобовая культура соя вступает в симбиоз с клубеньковыми бактериями, однако в большинстве сибирских почв отсутствуют природные (аборигенные) бактерии, специфичные для сои. Поэтому для повышения ее урожайности применяют инокуляцию семян симбиотическими бактериями [1–3, 12]. Микроорганизмы фиксируют азот из атмосферы, продуцируют физиологически активные вещества, воздействуя на рост и развитие растения, вырабатывают антибиотики, подавляющие развитие патогенной микрофлоры, что в конечном итоге снижает заболеваемость растений. А также они способны регулировать состав и численность микробного комплекса, что, в конечном счете, отражается на продуктивности и качестве растениеводческой продукции [3–5].

Для улучшения прилипания препаратов симбиотических азотфиксаторов рекомендуют использовать различные вещества (молочная сыворотка, натрий-карбоксиметилцеллюлозу (Na-КМЦ)), которые оказывают эффект лучшего связывания препарата с семенами. На кафедре органической химии АлтГУ разработан и запатентован способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов [6]. Получены препа-

раты, которые проявляют клеящие свойства, за счет содержащейся Na-КМЦ, они могут найти применение в качестве прилипателей симбиотических азотфиксаторов, а также обладают рострегулирующими свойствами [6, 7].

Цель исследований: изучение влияния обработки семян ризоторфином и карбоксиметилированными препаратами на микробиологическую активность черноземов и симбиотическую активность сои в условиях умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края.

Методика исследований. Исследования проводили на черноземе выщелоченном среднемощном малогумусном легкосуглинистом в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края на опытном поле учхоза «Пригородное» в полевом мелкоделяночном опыте в 2013–2014 гг. Посев сои сорта Надежда – среднеспелого типа проводили в 3-й декаде мая, норма высева – 600 тыс. всхожих семян на 1 га, ширина междурядий – 45 см. Повторность опыта – 3-кратная, расположение делянок – рендомизированное, площадь делянки – 4 м². Для инокуляции использовали ризоторфин – препарат симбиотических азотфиксирующих бактерий, содержащий чистую культуру *Rhizobium japonicum* из лаборатории экологии микроорганизмов ВНИИСХИМ. В качестве прилипателей использовали натрий-карбокси-метилцеллюлозу (обойный клей, Na-КМЦ) и карбоксиметилированный препарат из растительного сырья полывы овса («Эко-Стим», содержащий Na-КМО), предоставленный кафедрой органической химии АлтГУ. Препараты Na-КМЦ и Na-КМО использовали в виде растворов с концентрацией 0,4 г/л. Доза ризоторфина – 300 г на гектарную норму семян. Обработку семян препаратами проводили в день посева. Все агротехнические работы проводили вручную, уборку урожая – в фазе полной спелости семян. Математическую обработку производили по Б.А. Доспехову [8]. В период вегетации отбирали почвенные образцы для учета численности зимогенной микрофлоры. Численность микроорганизмов определяли методом посева на плотные питательные среды. Их учет проводили по количеству колонеобразующих единиц (КОЕ). На среде МПА учитывали бактерии, использующие органические формы азота, на среде КАА – актиномицеты и бактерии, использующие минеральный азот. Грибы определяли на подкисленной среде Чапека, нитрогеназную активность – ацетиленовым методом [9].

Результаты исследований. Многие авторы указывают на то, что погодные условия влияют на сроки и темпы прохождения фенологических фаз, а также на продолжительность вегетационного периода сои, ее урожайность и качество [10–12]. По метеорологическим показателям оба года исследований были с высоким увлажнением. В 2013 г. ГТК₁ (май-июнь) составил 2,2, а ГТК₂ (май-август) – 1,6; в 2014 г. ГТК₁ (гидротермический коэффициент) – 1,0, а ГТК₂ – 1,27. Распределение тепла и влаги было более выгодно для сои в 2013 г., поэтому он являлся более благоприятным для ее роста и развития.

Инокуляция семян сои ризоторфином и карбоксиметилированными препаратами способствовала увеличению численности ризосферной микрофлоры. Численность микроорганизмов, использующих органические формы азота, зависела как от условий года, так и от используемых препаратов. В условиях 2013 г. она была выше в 1,9–2,2 раза, чем в 2014 г. (табл. 1). В оба года количество неспорных бактерий преобладало над численностью спорных. Среди спорных бактерий доминировали *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*. Неспорные бактерии были представлены родами *Flavobacterium*, *Pseudomonas* и др. Использование ризоторфина и прилипателей достоверно повышало численность микробной флоры, но более значительное их увеличение было отмечено от совместного использования ризоторфина с органическим прилипателем из полывы овса. Так, в 2013 г. оно увеличивалось с 7,5 млн на контроле до 27,5 млн КОЕ, а в 2014 г. – с 3,3 млн до 14,2 млн КОЕ.

Микроорганизмы, растущие на КАА, используют минеральные формы азота и представлены в основном бактериями и актиномицетами, которые требовательны к плодородию почвы и азотистой пище. В опыте их численность также изменялась в зависимости от условий года и использования ризоторфина и прилипателей. В оба года исследований преобладало количество бактерий над количеством актиномицетов. Общая численность микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, достоверно увеличивалась от изучаемых средств (табл. 2). В условиях 2013 г. она была выше и на контроле составляла 23,7 млн КОЕ/г абс. сухой почвы. Более активное развитие отмечалось от обработки семян ризоторфином совместно с Na-КМО, и инокуляция повышала их численность до 37,4 млн КОЕ. Это выше в 1,7–2,4 раза, чем в условиях 2014 г.

Использование ризоторфина и прилипателей оказало влияние и на численность грибов в ризосфере сои (табл. 3). В целом в условиях 2014 г. их численность была выше, что связано с низкой температурой. В среднем за два года количество грибов при использовании Na-КМЦ увеличивалось с 102,1 до 159,1 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, т. е. в 1,6 раза. Обработка семян ризоторфином несколько сглаживала развитие грибов до 114,1 тыс. КОЕ. Органический препарат из полывы овса снижал численность грибов до 85,6 тыс. КОЕ, а совместно с ризоторфином – до 53,7 тыс. КОЕ, т. е. в 1,9 раза.

Таблица 1

Численность микроорганизмов в ризосфере сои при использовании ризоторфина и прилипателей (фаза цветения)(среда МПА)

Вариант	Численность микроорганизмов, млн КОЕ/г абс. сухой почвы					
	2013 г.			2014 г.		
	Споровые	Неспоровые	Общее	Споровые	Неспоровые	Общее
Контроль	2,5	5,0	7,5	1,1	2,3	3,4
Na-КМЦ	2,8	9,6	12,4	2,2	4,6	6,8
Na-КМО	2,4	11,1	13,5	2,5	5,5	8,0
Ризоторфин	3,0	10,8	13,8	2,5	6,2	8,7
Ризоторфин + Na-КМЦ	4,9	13,5	18,4	2,3	7,9	10,2
Ризоторфин + Na-КМО	6,1	21,4	27,5	3,9	10,3	14,2
НСР ₀₅	–	–	1,70	–	–	1,38

Таблица 2

Численность микроорганизмов в ризосфере сои при использовании ризоторфина и прилипателей (фаза цветения)(среда КАА)

Вариант	Численность микроорганизмов, млн КОЕ/г абс. сухой почвы					
	2013 г.			2014 г.		
	Бактерии	Актиномицеты	Общее	Бактерии	Актиномицеты	Общее
Контроль	21,0	2,7	23,7	8,4	1,2	9,6
Na-КМЦ	23,0	5,6	28,6	9,9	2,4	12,3
Na-КМО	20,4	6,3	26,7	11,4	2,7	14,1
Ризоторфин	23,5	5,8	29,3	11,9	4,6	16,5
Ризоторфин + Na-КМЦ	26,3	6,5	32,8	12,3	5,9	18,2
Ризоторфин + Na-КМО	30,0	7,4	37,4	14,8	7,3	22,1
НСР ₀₅	–	–	2,95	–	–	0,94

Таблица 3

Численность грибов, тыс. КОЕ/г абс. сух. почвы в ризосфере сои при использовании ризоторфина и прилипателей

Год	Контроль	Na-КМЦ	Na-КМО	Ризоторфин	Ризоторфин+ Na-КМЦ	Ризоторфин + Na-КМО	НСР ₀₅
2013	98,8	176,0	72,0	70,2	117,8	41,0	14,49
2014	105,3	142,1	99,3	80,5	110,2	66,3	15,16
Среднее	102,1	159,1	85,6	75,4	114,1	53,7	14,70

Использование ризоторфина и прилипателей отразилось и на симбиотической активности сои (табл. 4). Клубеньки в оба года формировались только на вариантах с использованием ризоторфина. В условиях 2013 г. их число было больше в 1,3–1,8 раза. Клубеньки были более крупные и красные, т. е. эффективные, поэтому нитрогеназная активность также была выше в 3,6–4,2 раза. От использования прилипателей

достоверное увеличение симбиотической активности сои наблюдалось при обработке семян Na-КМО. В среднем за два года использование органического прилипателя из половы овса (Na-КМО) увеличивало количество клубеньков на 6,1 шт., их массу – на 0,59 г, а нитрогеназную активность – на 0,21 мкг N₂/растение·ч.

Таблица 4

Симбиотическая активность сои при использовании ризоторфина и прилипателей (фаза цветения)

Вариант	Кол-во клубеньков, шт. на растение			Масса клубеньков, г на растение			Нитрогеназная активность, мкг N ₂ /растение·ч		
	2013	2014	Среднее	2013	2014	Среднее	2013	2014	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ризоторфин	12,0	9,3	10,7	0,99	0,15	0,57	0,80	0,17	0,45
Ризоторфин + Na-КМЦ	12,4	9,8	11,1	1,02	0,19	0,61	0,88	0,21	0,54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ризоторфин + Na-КМО	22,0	12,3	17,2	2,15	0,24	1,20	1,27	0,52	0,89
НСР ₀₅	5,01	3,19	4,10	0,32	0,11	0,22	0,42	0,18	0,30

Выводы

1. Микробиологическая активность черноземов выщелоченных и симбиотическая активность сои зависит от распределения тепла и влаги в период вегетации. В условиях достаточного увлажнения численность зимогенной микрофлоры увеличивается в 1,7–2,4 раза, количество эффективных клубеньков возрастает в 1,3–1,8, а их нитрогеназная активность – в 3,6–4,2 раза.

2. Использование ризоторфина и прилипателей при инокуляции семян сои, как отдельно, так и совместно, повышает численность сапрофитной микрофлоры в 1,6–2,2 раза, количество бактерий и актиномицетов, использующих минеральные формы азота, – в 1,1–2,3 раза, снижает численность грибов в 1,2–1,9 раза и повышает формирование симбиотического аппарата сои. Наиболее высокие показатели микробиологической и симбиотической активности отмечены при обработке карбоксиметилированным препаратом из половы овса совместно с ризоторфином. Поэтому полученные результаты позволяют рекомендовать использование данных препаратов для возделывания сои в условиях умеренно засушливой колочной степи.

Литература

1. Возделывание сои в Алтайском крае: рекомендации / под ред. В.В. Яковлева, В.И. Усенко; РАСХН, Сиб. отд-ние, АНИИЗиС. – Барнаул, 2000. – 30 с.
2. Соя в Западной Сибири / Н.И. Кашеваров, В.А. Солошенко, Н.И. Васякин [и др.] / РАСХН, Сиб. отд-ние СибНИИ кормов. – Новосибирск: Юпитер, 2004. – 256 с.
3. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2005. – 445 с.
4. Subba Rao R.B., Dart P.J. Nitrogen fixation associated with sorghum and millet // Associative N₂-fixation. BocaRaton: CRCPress, 1981. – V. 1. – P. 169–177.

5. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
6. Маркин В.И. Карбоксиметилирование растительного сырья: теория и практика. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2010. – 167 с.
7. Исследование влияния карбоксиметилированного растительного сырья на активность прорастания яровой мягкой пшеницы / Е.В. Капюта, М.И. Мальцев, В.И. Маркин [и др.] // Химия растительного сырья. – 2013. – № 3. – С. 249–253.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Теплер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
10. Демиденко Г.А. Влияние экологических факторов на формирование посевных качеств сои в Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 3. – С. 64–68.
11. Ведров Н.Г., Дмитриев В.Е., Халинский А.Н. Сибирское растениеводство. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2002. – 216 с.
12. Чураков А.А., Халинский А.Н., Ведров Н.Г. Влияние микробиологических удобрений на урожайность и качество сои в Красноярской лесостепи // Успехи современной науки. – 2015. – № 2. – С. 71–74.

Literatura

1. Vozdelyvanie soi v Altajskom krae: rekomendacii / pod red. V.V. Jakovleva, V.I. Usenko; RASHN, Sib. otd-nie, ANIZiS. – Barnaul, 2000. – 30 s.
2. Soja v Zapadnoj Sibiri / N.I. Kashevarov, V.A. Soloshenko, N.I. Vasjakin [i dr.] / RASHN, Sib. otd-nie SibNII kormov. – Novosibirsk: Jupiter, 2004. – 256 s.
3. Emcev V.T., Mishustin E.N. Mikrobiologija: uchebn. dlja vuzov. – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: Kolos, 2005. – 445 s.

4. *Subba Rao R.B., Dart P.J.* Nitrogen fixation associated with sorghum and millet // Associative N₂-fixation. Boca Raton: CRC Press, 1981. – V. 1. – P. 169–177.
5. *Zavalin A.A.* Biopreparaty, udobrenija i urozhaj. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
6. *Markin V.I.* Karboksimetilirovanie rastitel'nogo syr'ja: teorija i praktika. – Barnaul: Izd-vo AGU, 2010. – 167 s.
7. Issledovanie vlijanie karboksimetilirovannogo rastitel'nogo syr'ja na aktivnost' prorastanija jarovoj mjagkoj pshenicy / *E.V. Kaljuta, M.I. Mal'cev, V.I. Markin* [i dr.] // Himija rastitel'nogo syr'ja. – 2013. – № 3. – S. 249–253.
8. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
9. *Tepper E.Z., Shil'nikova V.K., Pereverzeva G.I.* Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlja vuzov / pod red. V.K. Shil'nikovoj. – M.: Drofa, 2004. – 256 s.
10. *Demidenko G.A.* Vlijanie jekologicheskikh faktorov na formirovanie posevnyh kachestv soi v Krasnojarskoj lesostepi // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 3. – S. 64–68.
11. *Vedrov N.G., Dmitriev V.E., Halipskij A.N.* Sibirskoe rastenievodstvo. – Krasnojarsk: Izd-vo KrasGAU, 2002. – 216 s.
12. *Churakov A.A., Halipskij A.N., Vedrov N.G.* Vlijanie mikrobiologicheskikh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo soi v Krasnojarskoj lesostepi // Uspehi sovremennoj nauki. – 2015. – № 2. – S. 71–74.

УДК 633.853.494. «321»:631.559:631.847.21(571.15)

В.С. Курсакова, О.В. Афанасьева

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

V.S. Kursakova, O.V. Afanasyeva

THE INFLUENCE OF PREPARATIONS RIZOSFERE BACTERIA ON PRODUCTIVITY OF SUMMER COLZA IN THE STEPPE ZONE OF ALTAI REGION

В.С. Курсакова – д-р с.-х. наук, доц., зав. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства Алтайского государственного аграрного университета, г. Барнаул. E-mail: kursakova46@mail.ru

О.В. Афанасьева – асп. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства Алтайского государственного аграрного университета, г. Барнаул. E-mail: kursakova46@mail.ru

V.S. Kursakova – Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Feed Production, Altai State Agrarian University, Barnaul. E-mail: kursakova46@mail.ru

O.V. Afanasyeva – Post-Graduate Student, Chair of Botany, Plant Physiology and Feed Production, Altai State Agrarian University, Barnaul. E-mail: kursakova46@mail.ru

В опыте изучали влияние препаратов азотфиксирующих бактерий на урожайность семян ярового рапса сорта АНИИЗиС 2 на разных фонах минеральных удобрений. Использовали биопрепараты: Ризоагрин, Мизорин, Био-Вайс. Исследования проводили на черноземе выщелоченном в зоне умереннозасушливой колочной степи Алтайского края. Изучение влияния биопрепаратов на формирование урожайности семян ярового рапса на различных фонах минерального питания в условиях умереннозасушливой колочной степи Алтайского

края показало значительную эффективность их применения. Препараты увеличивали показатели элементов структуры урожая, фотосинтетическую деятельность посевов и урожайность. Урожайность семян на контроле составила 1,67–1,85 т/га. Применение препаратов как в чистом виде, так и на фонах минеральных удобрений увеличивало урожайность семян на 15–36 % от абсолютного контроля. Более высокая урожайность сформировалась при норме высева 2 млн шт/га по всем вариантам и фонам. Прибавки от препа-