

хозяйственных растений. – М., 1994. – С. 247.

10. Методические указания по селекции луковых культур. – М., 1997. – 122 с.

References

1. Vavilov N.I. Genetika i selektsiya // Izbr. soch. – М., 1966. – С. 361-370.

2. Vavilov N.I. Zakon gomologicheskikh ryadov v nasledstvennoi izmenchivosti. Linneevskii vid kak sistema. – L., 1967. – 91 s.

3. Ryabova T.N., Kolesnikova V.G., Fatykhov I.Sh. Ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' urozhnosti sortov ovsa posevnogo v usloviyakh Srednego Predural'ya // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. – 2014. – № 11. – С. 31-34.

4. Guzhov Yu.L. Puti ispol'zovaniya v selektsii rastenii zakonomernostei modifikatsionnoi izmenchivosti kolichestvennykh priznakov // Izvestiya AN SSSR. Ser. Biologiya. – 1978. – № 3. – С. 418-429.

5. Dobrutskaya E.G., Antoshkin A.A., Agafonov A.F. Otsenka raznoobraziya se-

lektсионного материала лука репчатого VNIIS-SOK po adaptivnosti, pokazatelyam produktivnosti i kachestvu produktsii // Gavrish. – 2008. – № 4. – С. 33-36.

6. Zhuchenko A.A. Adaptivnyi potentsial kul'turnykh rastenii // Ekologo-geneticheskie osnovy. – Kishinev, 1988. – 766 s.

7. Sidorov A.V. Novye sorta yarovoi pshe-nitsy dlya vyrashchivaniya v razlichnykh pochvenno-klimaticheskikh zonakh Krasnoyarskogo kraya // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. – 2014. – № 6. – С. 18-21.

8. Pivovarov V.F., Dobrutskaya E.G. Ispol'zovanie ekologo-geograficheskogo faktora v selektsii ovoshchnykh kul'tur // Seleksiya ovoshchnykh kul'tur: sb. nauch. tr. – М., 1987. – С. 25-33.

9. Pivovarov V.F., Dobrutskaya E.G., Balashova N.N. Ekologicheskaya selektsiya sel'skokhozyaistvennykh rastenii. – М., 1994. – С. 247.

10. Metodicheskie ukazaniya po selektsii lukovykh kul'tur. – М., 1997. – 122 s.



УДК 636:631.416.9 (571.15)

**С.Ф. Спицына, А.А. Томаровский,
Г.В. Оствальд, М.Е. Третьяков
S.F. Spitsyna, A.A. Tomarovskiy,
G.V. Ostwald, M.Ye. Tretyakov**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ ПОД СОЮ

THE EFFECTIVENESS OF MICRONUTRIENT FERTILIZER APPLICATION FOR SOYBEAN

Ключевые слова: микроудобрения, медь, молибден, марганец, цинк, кобальт, бор, соя сорта Алтом, подвижные формы микроэлементов, урожайность зерна сои.

Данное исследование посвящено изучению эффективности микроудобрений, содержащих медь, молибден, марганец, цинк, кобальт и бор, под сою сорта Алтом в подзоне обыкновенных и выщелоченных черноземов колючей степи и зоне выщелоченных черноземов и серых лесных почв лесостепи на территории Алтайского края. Установлено, что основные пахотные почвы колючей степи и лесостепи характеризуются недостаточной обеспеченностью сои подвижными формами молибдена, цинка и бора. Сопоставление многолетних данных полевых опытов по применению под сою препаратов, содержащих микроэлементы, показало, что в разные годы на основных пахотных почвах колючей степи и лесостепи на контрольных вариантах средняя урожайность варьировала от 0,98 до 2,26 т/га. Наибольшей она была в опыте на черноземе обыкновенном в период с 2002 по 2004 гг. Прибавки урожайности сои варьировали: в варианте с молибденом – от 0,23 (10,2%) до 0,74 т/га (75,5%); с цинком – от 0,26

(11,5%) до 0,6 т/га (60,2%); с бором – от 0,8 (80,6%) до 1,0 т/га (50,3%). Многолетние полевые опыты, проводимые на территориях колючей степи и лесостепи, показали, что предпосевная обработка семян микроэлементами, проводимая под сою в различные годы, обеспечивает прибавки урожайности и зерна от 0,23 до 1,0 т/га.

Keywords: micronutrient fertilizers, copper, molybdenum, manganese, zinc, cobalt, boron, Altom soybean variety, mobile forms of trace elements, soybean seed yield.

This study investigates the effectiveness of micronutrient fertilizers containing copper, molybdenum, manganese, zinc, cobalt, and boron for soybean of the Altom variety in the sub-zone of ordinary and leached chernozems of the forest-outlier steppe and in the zone of leached chernozems and gray forest soils of the forest-steppe in the Altai Region. It was found that the main arable soils of the forest-outlier steppe and forest-steppe are characterized by inadequate availability of the mobile forms of molybdenum, zinc and boron for soybean. The comparison of the long-term data of field trials on the application of the micronutrient fertilizers for soybean showed

that on different years on the main arable soils of the forest-outlier steppe and forest-steppe the average yield ranged from 0.98 to 2.26 t ha in the control variants. The highest yield was obtained in the trial on ordinary chernozem over the 2002 to 2004 period. Soybean yield gain varied as following in the variants with trace elements: with molybdenum – from 0.23 t ha (10.2%) to 0.74 t ha (75.5%); with

zinc – from 0.26 t ha (11.5%) to 0.6 t ha (60.2%); and with boron – from 0.8 t ha (80.6%) to 1.0 t ha (50.3%). Long-term field trials conducted in the areas of the forest-outlier steppe and forest-steppe showed that pre-planting soybean seed treatment with trace elements on different years ensured seed yield grain from 0.23 t ha to 1.0 t ha.

Спицына Светлана Федоровна, д.с.-х.н., проф., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-09. E-mail: tom486@yandex.ru.

Томаровский Алексей Анатольевич, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-12. E-mail: tom486@yandex.ru.

Оствальд Галина Викторовна, к.х.н., доцент, зав. каф. химии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Третьяков Михаил Евгеньевич, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Spitsyna Svetlana Fyodorovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-09. E-mail: tom486@yandex.ru.

Tomarovskiy Aleksey Anatolyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-31. E-mail: tom486@yandex.ru.

Ostwald Galina Viktorovna, Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Tretyakov Mikhail Yevgenyevich, post-graduate student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Введение

Увеличение производства растительного белка – одна из важнейших задач сельскохозяйственного производства. Для увеличения продуктивности необходимы меры по обеспечению ее элементами питания, в т.ч. микроэлементами. Вопрос о применении микроэлементов под сою должен решаться с учетом содержания их в почве и потребности в них этой культуры.

Положительное влияние микроэлементов на урожайность сои отмечено рядом авторов [1-6].

Данное исследование посвящено изучению эффективности микроудобрений под сою в подзоне обыкновенных и выщелоченных черноземов колючей степи и зоне выщелоченных черноземов и серых лесных почв лесостепи на территории Алтайского края.

Цель исследований – выявить эффективность под сою препаратов, содержащих медь (Cu), молибден (Mo), марганец (Mn), цинк (Zn), кобальт (Co) и бор (B) на черноземе выщелоченном на территории Алтайского края.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются основные пахотные почвы колючей степи и лесостепи Алтайского края, соя сорта Алтом и микроудобрения.

Опыты закладывались по общепринятым методикам. Использовалась предпосевная обработка семян препаратами, содержащими микроэлементы, – сульфаты меди, цинка, марганца, молибдата аммония, борная кислота из расчета 30 г на 1 ц семян.

Данное исследование посвящено обобщению результатов многолетних полевых опытов с соей сорта Алтом с учетом определенных различий в поведении микроэлементов в системе почва-растения в зонах колючей степи и лесостепи Алтайского края.

Результаты исследований

Данное исследование является частью многолетних полевых опытов, проводимых на территории Алтайского края в зонах колючей степи и лесостепи [7, 8]. В 1997-1999 гг. А.А. Томаровский [7], изучая эффективность под сою микроэлементов (Cu, Mo, Mn, Zn, Co, B), выявил, что в черноземе выщелоченном на территории колючей степи для сои наиболее дефицитными являются цинк, молибден и бор. Было установлено, что запасы подвижных форм меди, марганца и кобальта в слое почвы 0-20 см в 200-400 раз преобладают над их выносом 2 т основной продукции сои с 1 га. Преобладание запасов над выносом цинка, молибдена и бора здесь варьирует от 3,8 до 16,7, т.е. значительно ниже. Эти элементы для сои являются наиболее дефицитными, что подтвердилось в полевых опытах. А.А. Томаровским [7] в учхозе АГАУ «Пригородное» на черноземе выщелоченном маломощном, малогумусном среднесуглинистом были заложены опыты по применению под сою препаратов, содержащих микроэлементы (Cu, Mo, Mn, Zn, Co, B). Было установлено, что наиболее эффективными под сою показали себя микроудобрения, содержащие цинк, молибден и бор. Так, в 1997 г. при урожайности сои на контроле 0,84 т/га прибавки составили: от цинка – 0,58 т/га (69%), молибдена – 0,67 т/га

(79,8%), бора – 0,91 т/га (108,3%). В 1998 г. при урожайности на контроле 1,11 т/га прибавки составили: от цинка – 0,6 т/га (54,1%), молибдена – 0,82 т/га (73,9%), бора – 0,68 т/га (61,3%). В среднем за 2 года прибавки урожайности сои достигли: от цинка – 0,59 т/га (60,2%); молибдена – 0,74 т/га (75,5%); бора – 0,79 т/га (80,61%). Процентные прибавки от микроэлементов на фоне NPK при урожайности на контроле 0,98 т/га были более низкими: от цинка – 41,8%; молибдена – 46,0%; бора – 58,2%.

На черноземе обыкновенном среднесуглинистом, среднегумусном, среднесуглинистом в условиях колочной степи М.А. Третьяковым [8] в 2002-2004 гг. были заложены полевые опыты, изучающие влияние на урожайность сои микроэлементов цинка и молибдена, в том числе на фоне макроудобрений. В этих опытах была выявлена зависимость урожайности сои от погодных условий, в том числе в вариантах с макро- и микроэлементами. Было установлено, что наиболее высокая урожайность сои на контроле (3,05 т/га) наблюдалась в 2002 г., что было сопряжено с самой высокой величиной ГТК₂ (1,3). В 2003 г. на контроле наблюдалась самая низкая урожайность сои (1,2 т/га), что было сопряжено с самой низкой величиной ГТК₂ (0,68). В лучшем варианте 2002 г. (N+Mo) прибавка составила 1,0 т/га (32,8%). В среднем за 3 года при урожайности сои на контроле 2,26 т/га прибавки составили: от цинка – 0,26 т/га (11,5%); молибдена – 0,23 т/га (10,2%). В этом опыте в среднем за 3 года прибавка урожайности сои от макроудобрений: от азота – 0,21 т/га (9,3%); фосфора – 0,15 т/га (6,6%); калия – 0,08 т/га (3,5%). Совместное применение макро- и микроэлементов в этих опытах обеспечило прибавки урожайности от 0,38 (16,8%) до 1,25 т/га (55,3%). Наиболее эффективным показало себя применение под сою совместно азота и молибдена. Средние за 3 года прибавки урожайности от микроэлементов в этом опыте варьировали от 10,0 до 42,1%.

Таким образом, опыты, проводимые на территории колочной степи Алтайского края в разные годы, отразили вариабельность эффективности под сою удобрений, содер-

жащих молибден, цинк и бор. Эта эффективность меняется в зависимости от погодных условий и обеспеченности почвы макро- и микроэлементами.

В 2013-2014 гг. аналогичные опыты были проведены М.Е. Третьяковым на территории лесостепи Алтайского края, которая по сравнению с территорией колочной степи характеризуется более влажным климатом, меньшим валовым содержанием в почвообразующих породах почти всех микроэлементов и более высокой их подвижностью в почвах.

Для выявления наиболее дефицитных микроэлементов для сои в условиях лесостепи Алтайского края М.Е. Третьяков сопоставил данные о запасах подвижных форм микроэлементов в корнеобитаемом слое почвы с выносом их 2 т сои (основной продукции). Было установлено, что молибден, цинк и бор являются наиболее дефицитными для сои в условиях лесостепи, т.к. запасов их подвижных форм в корнеобитаемом слое почвы больше выносимых количеств в 20-33 раза. Эти величины по меди, марганцу и кобальту варьируют от 300 до 800, т.е. значительно более высоки (табл. 1).

Для выявления наиболее дефицитных для растений сои микроэлементов в условиях лесостепи М.Е. Третьяковым на черноземе выщелоченном среднесуглинистом, среднегумусном, среднесуглинистом в 2013 и 2014 гг. были заложены полевые опыты по применению под сою препаратов, содержащих микроэлементы (Cu, Mo, Mn, Zn, Co, B) (табл. 2). Было установлено, что урожайность зерна сои на контроле составила в 2013 г. 1,7 т/га, в 2014 г. – 2,26 т/га. Прибавки урожайности варьировали: в 2013 г. – от 0,08 (4,7%) до 0,82 т/га (48,2%); в 2014 г. – от 0,21 (5,3%) до 1,01 т/га (44,7%). Наиболее высокие прибавки урожайности наблюдались в вариантах с молибденом, цинком и бором (табл. 2). Самые высокие прибавки урожайности зерна сои в оба года отмечены в вариантах с бором (44,7% и 57,6%).

Опыты М.Е. Третьякова показали, что в условиях лесостепи урожайность сои повысилась во всех опытах больше всего от молибдена (от 0,82 до 0,86 т/га), цинка (от 0,3 до 0,77 т/га) и бора (от 0,98 до 1,01 т/га).

Таблица 1

Отношение содержания подвижных форм микроэлементов в слое почвы 0-20 см к выносу их 2 т основной продукции сои

Показатели	Микроэлементы					
	Cu	Mo	Mn	Zn	Co	B
Содержание в почве подвижных форм, мг/кг	5,0	0,05	100	1,0	1,5	0,5
Содержание подвижных (А) форм в слое 0-20 см	10,0	0,1	200	2,0	3,0	1,0
Хозяйственный вынос (В) 2 т основной продукции сои	0,03	0,004	0,28	0,1	0,01	0,03
А/В	333	25	800	20	300	33

Таблица 2

Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на урожайность сои

Варианты	Опыт 2013 г.			Опыт 2014 г.		
	У, т/га	прибавка ΔУ, т/га	урожайность У, %	У, т/га	прибавка ΔУ, т/га	урожайность У, %
Контр.	1,70	-	-	2,26	-	-
Cu	1,94	0,24	14,1	2,47	0,21	9,3
Mo	2,52	0,82	48,2	3,12	0,86	38,1
Mn	1,78	0,08	4,7	2,38	0,12	4,9
Zn	2,44	0,74	43,5	2,73	0,47	20,8
B	2,68	0,98	57,6	3,27	1,01	44,7

Примечание. У – урожайность сои, т/га; ΔУ – прибавка урожайности, т/га; У – прибавка урожайности, %.

Таблица 3

Влияние предпосевной обработки семян на урожайность У зерна сои в период с 1997 по 2014 гг. на территориях колючей степи и лесостепи Алтайского края

Варианты	Среднее за 1997-1998 гг.			Среднее за 2002-2004 гг.			Среднее за 2013-2014 гг.		
	У, т/га	ΔУ, т/га	У, %	У, т/га	ΔУ, т/га	У, %	У, %	ΔУ, т/га	У, %
Контроль	0,98	-	-	2,26	-	-	1,98	-	-
Молибден	1,72	0,74	75,5	2,49	0,23	10,2	2,82	0,8	42,4
Цинк	1,57	0,59	60,2	2,52	0,26	11,5	2,58	0,6	30,6
Бор	1,77	0,79	80,6	-	-	-	2,98	1,0	50,3

Сопоставление многолетних данных полевых опытов различных авторов по применению под сою препаратов, содержащих микроэлементами, показало, что в разные годы на основных пахотных почвах колючей степи и лесостепи на контрольных вариантах средняя урожайность сои варьировала от 0,98 до 2,26 т/га (табл. 3). Наибольшей она была в опыте на черноземе обыкновенном в период с 2002 по 2004 гг. Эффективность микроудобрений варьировала: у Мо – от 10,2 до 75,5%; Zn – от 11,5 до 60,2%; B – от 50,3 до 80,6%. Прибавки урожайности сои варьировали: в варианте с молибденом – от 0,23 (10,2%) до 0,74 т/га (75,5%); с цинком от 0,26 (11,5%) до 0,6 т/га (60,2%); с бором – от 0,8 (80,6%) до 1,0 т/га (50,3%).

Выводы

1. Основные пахотные почвы колючей степи и лесостепи Алтайского края характеризуются недостаточной обеспеченностью для сои подвижными формами молибдена, цинка и бора.

2. Запасы в почвах колючей степи и лесостепи Алтайского края подвижных форм молибдена, цинка и бора недостаточны для обеспечения ими растений сои.

3. Многолетние полевые опыты, проводимые на территориях колючей степи и лесостепи Алтайского края, показали, что предпосевная обработка семян микроэлементами, проводимая под сою в различные годы, обеспечивает прибавки урожайности и зерна от 0,23 до 1,0 т/га. Процентные прибавки от микроэлементов варьируют от 10,2 до 80,6%.

Библиографический список

1. Сазонова Л.С. Эффективность применения микроэлементов под сою в Приморском крае // Микроэлементы в биосфере и их применение в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока. – Улан-Удэ, 1967. – С. 35.
2. Кари Ш.В., Тоша С.И. Влияние некоторых подкормок микроэлементами на восстановление, ассимиляцию атмосферного азота в клубеньках и биологическую ценность сои // Микроэлементы в биологии и применение в сельском хозяйстве и медицине. – Самарканд, 1990. – С. 291-291.
3. Mascarenhas H.A., Miranda M.A., et al. Boron deficiency in soybeans // Bragantia. – 1988. – Vol. 47 (2). – P. 325-331.
4. Деревянский В.П., Стрюк М.В. Влияние микроэлементов на продуктивность сои // Технические культуры. – 1993. – № 4. – С. 8-9.
5. Grassi F., et al. Effect of calcium, boron, molybdenum, and zinc on the dry-matter yield of soybeans // Rev. Agric. (Brazil). – 1992. – Vol. 67 (1). – P. 89-95.
6. Дозоров С.В. с соавт. Оптимизация применения удобрений и обработка почвы в условиях лесостепи Поволжья / Ульяновский сельскохозяйственный институт. – Ульяновск, 1995. – С. 39-42.
7. Третьяков М.А. Эффективность применения под сою макро-, микроудобрений и ризоторина в Алтайском Приобье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2005. – 16 с.
8. Томаровский А.А. Микроэлементы в почвах и система микроудобрений для раз-

личных культур в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1999. – 16 с.

References

1. Sazonova L.S. Effektivnost' primeneniya mikroelementov pod soyu v Primorskom krae // Mikroelementy v biosfere i ikh primeneniye v sel'skom khozyaistve i meditsine Sibiri i Dal'nego Vostoka: – Ulan-Ude, 1967. – S. 35.

2. Kari Sh.V., Tosha S.I. Vliyanie nekotorykh podkormok mikroelementami na vosstanovlenie, assimilyatsiyu atmosfernogo azota v klubenkakh i biologicheskuyu tsennost' soi // Mikroelementy v biologii i primeneniye v sel'skom khozyaistve i meditsine. – Samarkand, 1990. – S. 291-291.

3. Mascarenhas H.A., Miranda M.A., et al. Boron deficiency in soybeans // Bragantia. – 1988. – Vol. 47 (2). – P. 325-331.

4. Derevyanskii V.P., Stryuk M.V. Vliyanie mikroelementov na produktivnost' soi // Tekhnicheskie kul'tury. – 1993. – № 4. – S. 8-9.

5. Grassi F., et al. Effect of calcium, boron, molybdenum, and zinc on the dry-matter yield of soybeans // Rev. Agric. (Brazil). – 1992. – Vol. 67 (1). – P. 89-95.

6. Dozorov S.V. s soavt. Optimizatsiya primeneniya udobrenii i obrabotka pochvy v usloviyakh lesostepi Povolzh'ya // Ul'yanovskii sel'skokhozyaistvennyi institut. – Ul'yanovsk, 1995. – S. 39-42.

7. Tret'yakov M.A. Effektivnost' primeneniya pod soyu makro-, mikroudobrenii i rizotororina v Altaiskom Priob'e: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2005. – 16 s.

8. Tomarovskii A.A. Mikroelementy v pochvakh i sistema mikroudobrenii dlya razlichnykh kul'tur v usloviyakh umerenno-zasushlivoi kolochnoi stepi Altaiskogo kraya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 1999. – 16 s.

