

Анализ данных таблицы 4 показывает, что в период «всходы-бутонизация» для сорта Зекура благоприятные гидротермические условия создавались в 2012 и в 2013 гг. (ГТК равен, соответственно, 0,95 и 0,88). А самый экстремально засушливый гидротермический режим наблюдался в 2014 г. – 0,19. Общая продолжительность этого межфазного периода для сорта Зекура составила 22-24 дней.

По нашим наблюдениям в период «всходы-бутонизация» гидротермический режим для сорта Волжанин в 2012 и 2013 годах также был положительным (ГТК – 1,20 и 0,79 соответственно). Общая продолжительность периода составила 22-25 дней.

В периоды «бутонизация-цветение» и «цветение-уборка» гидротермические условия для роста и развития растений обоих сортов были наиболее благоприятны в 2012 г., с небольшим различием для каждого сорта.

В 2014 году период «бутонизация-цветение» не наблюдался ввиду экстремально высоких температур, сопровождаемых засухой и отсутствием осадков и запасов влаги в почве.

Выводы: 1. В условиях сухой степи Бурятии на каштановых почвах сорт Зекура имеет высокую продуктивность по сравнению с районированным сортом Волжанин в вариантах с мочевиной.

2. На процесс роста и развития, урожайность сорта Зекура по сравнению с

Волжанином значительное влияние оказывали гидротермические условия и применение минеральных удобрений.

Библиографический список

1. Гончаров, П.Л. К вопросу об устойчивости растениеводства в Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана [Текст] / П.Л. Гончаров // Труды 8-й междунар. науч.-пркт. конф. (Барнаул, 26-28 июля 2005 г.) / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2005. – Т.1. – С. 299-302.

2. Емельянов, А.М. Некоторые параметры агрометеорологических условий засушливой зоны Бурятии [Текст] / А.М. Емельянов // Вестник БГСХА имени В.Р. Филиппова. – 2014. – № 3(36). – С. 143-146.

3. Кушнарёв, А.Г. Картофель в Забайкалье [Текст]: монография / А.Г. Кушнарёв. – Новосибирск: Наука, 2003. – С. 229.

4. Растениеводство в Забайкалье [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.В. Барнаков, В.П. Баиров, А.Г. Кушнарёв; под ред. В.П. Баирова. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятской ГСХА, 1992. – С. 422.

5. Самотаева Н.В. Программирование урожайности разных по скороспелости сортов картофеля в условиях Верхневолжья [Текст]: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Н.В. Самотаева. – Тверь, 2009 – 24 с.

7. Селянинов, Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата [Текст] / Г.Т. Селянинов // Труды по с.-х. метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 165-172.

8. Селянинов, Г.Т. Принципы агроклиматического районирования в СССР [Текст] / Г.Т. Селянинов. – М.: Гидрометеоздат, 1958. – С. 7-13.

УДК 631.81.095.337:635

С.Б. Цыдыпова¹, С.Б. Сосорова², Н.Е. Абашеева^{2,1}

¹ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова»

²ФГБУН «Институт общей экспериментальной биологии СО РАН»

ВЛИЯНИЕ САМАРИИ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Ключевые слова: микроэлементы, самарий, томаты, столовая свекла, экологическая безопасность.

Внесение малых доз самария в почву и обработка семян и вегетирующих растений слабыми растворами элемента не вызывает существенных изменений содержания микроэлементов в плодах томата и столовой свеклы. Установлена безопасность применения самария в посевах овощных культур.

S. Tsydyпова¹, S. Sosorova², N. Abasheeva^{2,1}

¹FSBEI HE "Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov", Ulan-Ude

²FSBRI "Institute of the general and experimental biology of Siberian Branch of Russian Academy of Science", Ulan-Ude

INFLUENCE OF SAMARIUM ON THE COMPOSITION OF ELEMENTS IN VEGETABLES AND THEIR PRODUCTIVITY

Keywords: trace elements, samarium, tomatoes, table beet, ecological safety.

Introduction of small doses of samarium into the soil and treatment of seeds and vegetative plants with weak solutions of the element don't cause essential changes in the content of trace elements in tomatoes and table beets. Safety doses for application of samarium in vegetables are defined.

Введение. Почвы Забайкалья характеризуются низким содержанием микроэлементов – меди, молибдена, марганца, цинка, обусловленном микроэлементным составом почвообразующих пород. Из-за преимущественного развития физическое выветривания и сконцентрированности корневой системы в верхнем прогреваемом слое (0-30 см) биологическая аккумуляция микроэлементов в почвенном профиле выражена слабо [17,1,6]. При низкой степени подвижности микроэлементов почвы Забайкалья характеризуются слабой обеспеченностью их доступными формами, в связи с чем наблюдается дефицит микроэлементов в пастбищной растительности, что является причиной возникновения эндемических заболеваний у животных [4].

Агрохимические исследования эффективности применения микроэлементов показали их положительное влияние на активизацию физиологических функций растений, повышение урожайности [6,10,17].

В последние десятилетия возросла активность изучения действия редкоземельных элементов (РЗЭ) в системе почва-растение. Имеются данные по содержанию самария в растениях и его влияния на их пищевые и кормовые качества

[11,12,13,15]. В почвах Бурятии РЗЭ, в том числе самарий, находятся в пределах средних значений для почв мира [9].

При определении содержания редкоземельных элементов было установлено, что они аккумулируются в корневой системе, не накапливаясь в наземных органах.

Для экологической оценки действия самария на элементный состав растений нами проведены исследования химического состава овощных культур в условиях криоаридного климата.

Методика исследования. Опыт с томатом сорта Дубок проводился в микрополевым опыте на серой лесной легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 5,7% , со средним содержанием подвижного фосфора и обменного калия. Почва огородная, хорошо окультуренная, за 2 года до постановки опыта навоз не вносился. Схема опыта:

1. NPK – фон
2. Фон + предпосевное намачивание семян в воде. Контроль
3. Фон+Sm 250мкг/кг в почву
4. Фон+ предпосевное намачивание в 0,05% растворе Sm₂(SO₄)₃
5. Фон+ предпосевное намачивание в 0,05% Sm₂(SO₄)₃ + опрыскивание в фазу бутонизации и начала цветения.

Опыт со столовой свеклой сорта

«Красный шар» был заложен на серой лесной легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 3,5 %, со средним содержанием подвижного фосфора и обменного калия. Схема опыта:

1. NPK – фон
2. Фон + намачивание семян в воде.

Контроль

3. Фон+Sm в почву 0,25 мг/кг
4. Фон+Sm в почву 0,50 мг/кг
5. Фон+предпосевное намачивание семян в 0,05% растворе $Sm_2(SO_4)_3$.

Аммиачная селитра, двойной гранулированный суперфосфат, хлорид калия были внесены из расчета (мг/кг почвы) $N_{100} P_{100} K_{100}$, самарий в почву вносили в форме сульфата.

В почвах нами было определено содержание макро- и микроэлементов и самария (табл. 1).

Содержание микроэлементов в почвах опытных участков было ниже средних значений по сравнению с почвами Бурятии: марганца – в 1,6-2,2 раза, меди – в 2,5-3 раза; цинк – в пределах средних показателей, в опытах с томатами содержание кобальта в 2 раза превышало средние значения [17], по сравнению с кларком – в 1,5 раза, а в почвах под свеклой – в 1,2 раза больше. Количество тяжелых металлов значительно ниже кларка, за исключением кадмия и свинца. Но по данным Г.М. Иванова (2007), в серых лесных почвах Бурятии содержание свинца составило 32 мг/кг (табл. 1). По сравнению с кларком содержание кадмия выше в 3,1 раза, возможно превышения некоторых микроэлементов и тяжелых металлов по сравнению с кларком и средних значений обусловлено тем, что почва огородная и длительное время удобрялась навозом и минеральными удобрениями.

Химические анализы почв и растений выполнены общепринятыми методами [16,3], с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии (прибор AAS AANA LYST-400) после предварительного разложения проб фтороводородистой кислотой. Самарий в растениях определяли после сухого озоления с арсеназо III. Закладка микрополевого опыта и статис-

тическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову [5].

Результаты и их обсуждение. В литературе имеются данные о физиолого-биохимической роли РЗЭ по уровню их накопления в растениях, в зависимости от их биологических особенностей, а также геохимической ситуации [11,12,13]. При этом влияние РЗЭ на химический состав овощных культур слабо изучено.

По результатам наших исследований (табл. 2) отмечено, что содержание азота, фосфора, калия, кальция, магния в плодах томата во всех вариантах опыта находилось в пределах нормы. Но распределение микроэлементов по вариантам опыта варьировало в разных пределах по отношению к контролю. В частности, поступление марганца и цинка в плоды томата в вариантах с самарием было ниже, чем в контроле. Количество кобальта при намачивании семян самарием превышало контроль в 1,5 раза. При этом поступление микроэлементов в томаты не превышало контрольный вариант. При внесении самария в почву в отличие от других способов применения элемента количество железа несколько повышалось по сравнению с контрольным вариантом. Следует отметить, что содержание кадмия в томатах было выше средних значений по культуре во всех вариантах опыта [8]. Возможно, это связано с биологическими особенностями культуры, с ее способностью к аккумуляции этого элемента. Поступление самария в томаты в 1,5 раза превысило контроль в вариантах при внесении элемента в почву и при двукратном применении (предпосевное намачивание и опрыскивание в фазу бутонизации и начала цветения).

Таким образом, содержание тяжелых металлов в томатах не превышало пределы колебаний их количества в растениях [14].

Прибавка урожая в вариантах с самарием составляла от 20 до 27% (табл. 3), при этом улучшались пищевые качества плодов за счет увеличения сухого вещества, сахаристости, аскорбиновой кислоты [18].

Таблица 1 – Содержание биофильных микроэлементов в почвах

Почва	Mn	Zn	Cu	Co	Cr	Ni	Cd	Pb	Fe	Sm
Почва серая лесная (опыт с томатами)	485,8±3,67	39,6±1,05	6±0,78	12±0,81	27,9±2,23	15,2±0,9	1,1±0,14	27,1±0,59	12364±89,78	4,6±0,54
Почва серая лесная (опыт со свеклой)	352,4±14,39	33,1±2,45	5±0,64	6,5±0,32	22,1±0,42	12,9±0,83	0,9±0,1	26,8±0,46	10450±510	4,4±0,21
Среднее содержание в почвах РБ [1]	787	39	15,3	5,7	-	-	-	-	-	-
Кларк почв, мг/кг. Цитируется с Иванов, 2007	1000	90	30	8	70	50	0,35	12	40000	-
Медианный фон, в серых лесных почвах Республики Бурятия. Иванов, 2007	675	76	22	9,5	55	25	0,023	32	10400	-
Средняя концентрация самария в почве в Бурятии. Кожевникова [6]										5,5

Таблица 2 – Влияние самария на элементный состав томатов

№ п/п	Вариант	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Co	Ni	Cd	Pb	Fe	Sm
		%													
1	Фон + предпосевное намачивание семян в воде. Контроль	0,37± 0,03	0,12± 0,05	0,22± 0,02	0,01± 0,005	0,02± 0,004	32,1± 1,5	50,7± 0,4	10,2	1,5	11,0	0,7	8,0	189,5	0,31
2	Фон+Sm 250мг/кг в почву	0,37± 0,03	0,20± 0,05	0,20± 0,02	0,01± 0,005	0,02± 0,002	27,4± 1,3	42,5± 0,7	10,7	1,4	9,6	0,7	7,0	200,9	0,47
3	Фон+ предпосевное намачивание в 0,05% растворе Sm ₂ (SO ₄) ₃	0,380, 04	0,11± 0,03	0,22± 0,03	0,01± 0,05	0,02± 0,01	26,4± 1,2	42,0± 0,5	9,8	2,2	5,5	0,5	6,7	120,6	0,37
4	Фон+ предпосевное намачивание в 0,05% Sm ₂ (SO ₄) ₃ + опрыскивание в фазу бутонизации и начала цветения	0,330, 03	0,10± 0,02	0,22± 0,02	0,010, 05	0,02± 0,01	23,3± 1,2	40,7± 0,6	11,2	1,7	6,3	0,6	6,2	146,4	0,46
5	Пределы колебаний норм. Концентраций элементов мг/кг, сух.вещ [Минеев [16]							15-150	2-12	0,3-0,5	0,4-3	0,05- 0,2	0,1-5		

Таблица 3 – Влияние редкоземельного элемента самария на урожайность томатов

№ п/п	Вариант	Урожайность, г/0,5м ²	Прибавка,	
			г	%
1	НРК-фон	3053	-	-
2	Фон + предпосевное намачивание семян в воде. Контроль	3210	157	5
3	Фон+Sm 250мкг/кг в почву	2536	-	-
4	Фон+ предпосевное намачивание в 0,05% растворе Sm ₂ (SO ₄) ₃	3888	835	20
5	Фон+ предпосевное намачивание в 0,05% Sm ₂ (SO ₄) ₃ + опрыскивание в фазу бутонизации и начала цветения	3877	824	27
НСР(5%)		73,384		

При изучении элементного химического состава столовой свеклы (табл. 4), нами было отмечено, что микроэлементы и самарий аккумулировались преимущественно в ботве. По сравнению с корнеплодами особенно заметно увеличивалось поступление марганца в ботву при внесении самария в почву в дозе 500 мкг. Содержание элемента в ботве было в 3-4 раза больше, чем в контроле. В корнеплодах столовой свеклы заметно варьирует количество свинца. Содержание его при намачивании семян самарием в 1,3 раза превышало контроль, в этом же варианте поступление марганца в корнеплоды превышало контроль в 1,2 раза. Количество цинка по сравнению с контролем было выше в 1,2 раза, чем в варианте с намачиванием семян и внесением самария в почву в дозе 500 мкг. В этих же вариантах поступление железа по сравнению с контролем увеличивалось в 1,4 раза, а количество самария – в 1,5 раза.

Урожайность столовой свеклы во всех вариантах с самарием повышалась на 13% по отношению к контролю (табл. 5) и существенно улучшались ее пищевые качества за счет увеличения сухого вещества и сахаристости [19].

Заключение. Содержание микроэлементов зависит от биологических особенностей томата и столовой свеклы. Самарий при разных дозах и способах применения не оказывал влияния на уровень поступления химических элементов, не превышающих средние уровни в растениях.

Библиографический список

1. Абашеева, Н.Е. Агрохимия почв Забайкалья [Текст]: монография /Н.Е. Абашеева. – Новосибирск: Наука, СО,1992. – 211 с.
2. Абашеева, Н.Е. Микроэлементы в почвах и растениях Бурятии [Текст] / Н.Е. Абашеева, Л.Л. Убугунов, М.Р. Маладаева, Ю.Н. Рузавин. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2002. – 72 с.
3. Агрохимические методы исследования почв [Текст]/ Ред. А.В. Соколов. – М.: Наука, 1975. – 436 с.
4. Балдаев, С.Н. Корма и профилактика эндемических болезней овец [Текст] /С.Н. Балдаев, С.А. Кириллов. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1986. – 128 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) [Текст]: учеб. пособие / Б.А. Доспехов. – 5 изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Иванов, Г.М. Биогеохимия марганца меди в ландшафтах Тункинского Прибайкалья [Текст] / Г.М. Иванов; ред. М.В. Ефимов. – Новосибирск: Наука, СО, 1978. – 141 с.
7. Иванов, Г.М. Микроэлементы-биофилы в ландшафтах Забайкалья [Текст]: монография / Г.М. Иванов. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. – 239 с.
8. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение [Текст] / В.Б. Ильин; отв. ред. А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 219 с.
9. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях [Текст] / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас.; пер. с англ. Д.В. Гринчук, Е.П. Янина; под ред. Е.Ю. Саета. – М.: Мир,1989. – 439 с.
10. Кашин, В.К. Бор в растительности

Таблица 4 – Влияние разных способов применения самария на элементный состав столовой свеклы

№ п/п	Варианты	N	P	K	Ca	Mg	Содержание микроэлементов, мг/кг сухого вещества								
							Mn	Zn	Cu	Co	Ni	Cd	Pb	Fe	Sm
1	Фон + намачиван ие семян в воде. Контроль	0,47±0, 06	0,03±0, 011	0,23± 0,01	0,03± 0,01	0,03± 0,06	26,5 ± 0,23	14,4 ± 0,28	3,9 ± 0,14	3,9 ± 0,14	2,59 ± 0,28	0,3 ± 0,16	3,1 ± 0,02	72,4 ± 2,13	0,4 ± 0,03
							78,1 ± 0,27	15,2 ± 0,18	6,9 ± 0,46	6,9 ± 0,46	5,5 ± 0,57	0,65 ± 0,13	7,5 ± 0,22	347,7 ± 3,86	0,68 ± 0,04
2	Фон + намачиван ие семян в воде +Sm в почву 250 мкг/кг	0,49±0, 065	0,03±0, 01	0,31± 0,02	0,03± 0,01	0,04± 0,02	23,5 ± 0,47	13,7 ± 0,16	4,9 ± 0,27	0,7 ± 0,02	2,0 ± 0,26	0,3 ± 0,16	3,7 ± 0,	83,9 ± 2,	0,35 ± 0,05
							91,8 ± 0,33	14,9 ± 0,62	5,3 ± 0,23	4,1 ± 0,27	3,9 ± 0,53	0,7 ± 0,21	9,3 ± 0,	352,3 ± 5	0,52 ± 0,06
3	Фон + намачиван ие семян в воде +Sm в почву 500 мкг/кг	0,53±0, 025	0,02±0, 01	0,31± 0,02	0,03± 0,01	0,03± 0,01	25,5 ± 0,29	17,6 ± 0,37	2,6 ± 0,22	0,8 ± 0,01	2,0 ± 0,02	0,25 ± 0,02	2,9 ± 0,4	102,8 ± 0,89	0,60 ± 0,04
							101,2 ± 0,53	13,3 ± 0,34	6,1 ± 0,53	4,2 ± 0,14	4,0 ± 0,19	0,7 ± 0,02	8,9 ± 0,59	506,0 ± 5,47	0,43 ± 0,03
4	Фон + намачиван ие семян в растворе Sm ₂ (SO ₄) ₃	0,41±0, 048	0,03±0, 01	0,23± 0,01	0,03± 0,01	0,06± 0,02	30,5 ± 0,05	15,1 ± 0,34	4,3 ± 0,4	0,8 ± 0,14	2,5 ± 0,28	0,2 ± 0,28	4,2 ± 0,36	88,0 ± 3,54	0,33 ± 0,05
							88,1 ± 0,32	13,1 ± 0,44	5,1 ± 0,33	3,7 ± 0,53	–	0,6 ± 0,19	7,1 ± 0,23	253,5 ± 6,18	0,78 ± 0,04
	Пределы колебаний норм. Концентраций элементов мг/кг, сух.вещ Минеев [16]						15-150	2-12	0,3-0,5	0,4-3	0,05-0,2	0,1-5			

Примечание: числитель – в корнеплоде, знаменатель – в ботве.

Таблица 5 – Влияние разных способов применения самария на урожай столовой свеклы в вегетационно-полевом опыте

№ п/п	Варианты опыта	Урожай корнеплодов, г/0,5 м ²	Прибавка к первому варианту		Прибавка ко второму варианту	
			г	%	г	%
1	НPK -фон	2100	-	-	-	-
2	Фон + намачивание семян в воде. Контроль	2158	58	3	-	-
3	Фон+Sm в почву 0,25 мг/кг	1680	-	-	-	-
4	Фон+Sm в почву 0,50 мг/кг	1555	-	-	-	-
5	Фон+ намачивание семян в 0,05% растворе Sm ₂ (SO ₄) ₃	2437	337	16	279	13
	НCP 0,95	113,22				

Забайкалья [Текст] /В.К. Кашин, Г.М. Иванов // Агрохимия. – 2001. – № 8. – С.33-41.

11. Кожевникова, Н.М. Особенности распределения валового и подвижных форм цезия, неодима, самария в профиле серой лесной почвы Забайкалья [Текст] / Н.М. Кожевникова //Агрохимия. – 2010. – № 6. – С. 65-68.

12. Кожевникова, Н.М. Влияние разных доз самария на его поступление в растения и урожай гороха [Текст] / Н.М. Кожевникова, Е.П. Ермакова // Агрохимия. – 2009. – № 3.– С. 36-39.

13. Кожевникова, Н.М. Влияние сульфата самария на продуктивность гороха и овощных культур, подвижность самария в каштановой почве и его накопление растениями [Текст] / Н.М. Кожевникова, Е.П. Ермакова // Агрохимия. – 2009. – № 6. – С. 52-55.

14. Минеев, В.Г. Экологические проблемы агрохимии [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 285 с.

15. Переломов, Л.В. Взаимодействие редкоземельных элементов биотическими и абиотическими компонентами почв [Текст] /Л.В. Переломов // Агрохимия. – 2007. – № 11. – С.85-96.

16. Практикум по агрохимии [Текст]: учеб. пособие / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 692 с.

17. Сеничкина, М.М. Микроэлементы в почвах Сибири [Текст]: монография / М.М. Сеничкина, Н.Е. Абашеева. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1986. – 176 с.

18. Цыдыпова, С.Б. Влияние бора, меди и самария на урожай и пищевые качества томата [Текст] /С.Б. Цыдыпова, Н.Е. Абашеева // Вестник БГСХА имени В.Р. Филиппова. – 2012. – № 3 (28). – С.91-95.

19. Цыдыпова, С.Б. Влияние самария на продуктивность и качество овощных культур [Текст] / С.Б. Цыдыпова, Н.Е. Абашеева //Агрохимия. – 2013. – № 3. – С.60-64.