

СЕЛЕН, МАРГАНЕЦ, ФОСФОР В НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЯХ ГОРНОГО АЛТАЯ

Майманова Т.М., Дайбова Е.Б.

Кафедра неорганической и аналитической химии ГАГУ

Накопление селена растениями зависит от содержания его в почве, от свойств почвы (рН, механический состав, содержание гумуса), его доступности, от вида растения, фазы его развития, физиологического состояния, а также от погодных условий: температуры, количества осадков и др. [1].

Доступными для растений формами селена являются селениты, селенаты и частично селен, связанный с окислами железа, алюминия, марганца, карбонатами, сульфидами и гидролизуемым органическим веществом почвы [1].

По способности усваивать и накапливать селен все растения можно разделить на три группы [2]. Первая группа - это растения-накопители, содержание селена в которых может достигать 1000-15000 мг/кг сухой массы. При этом степень накопления элемента может превышать его содержание в почве в сто раз. К данной группе относятся 36 видов рода *Astragalus* [2]. Эти растения являются индикаторами высокого содержания селена в почве. Вторая группа - это растения, в которых среднее содержание селена в 3-10 раз больше, чем в почве. Третья группа - растения, которые содержат 0,1-1,0 мг/кг селена. Это практически все возделываемые сельскохозяйственные культуры. Среднее содержание селена в сельскохозяйственных растениях составляет приблизительно 0,1 мг/кг. Это значение является нижней границей концентрации селена в кормовых растениях; верхняя граница - 3 мг/кг [3].

Некоторые растения, произрастая на обогащенных селеном почвах, концентрируют его до 0,4% на сухое вещество. К ним относятся: *Astragalus bisulcatus*, *A. rasemosus*, *A. pectinatus*, *A. pattersoni*, *Machaeranthera glabriuscula* var. *villosa*, *Haplopappus fremontii*, *Morinda reticulata* и *Neptunia amplexicaulis* [4]. Большинство из этих растений произрастают только на почвах, содержащих повышенное количество селена, и адаптированы к его высоким концентрациям. Растения, произрастающие на почвах с нормальным количеством селена, по-видимому, адаптированы к естественному содержанию элемента.

В отличие от животных и человека необходимость селена для высших растений нельзя считать доказанной. Но содержащийся в растениях селен поступает в организмы животных и человека.

Таким образом, содержание микроэлемента в растениях имеет особое значение, поскольку он играет важную роль в питании животных, особенно домашних, ибо он может одновременно являться микрокомпонентом питания и токсином. К тому же интервал предельных концентраций для селена достаточно узок.

В целом поглощение селена растениями зависит от климатических условий, водного режима почв, рН и содержания полуторных оксидов в почвах.

В биогеохимическом отношении поведение селена в растениях во многом

сходно с поведением серы. Селен может замещать серу в аминокислотах, а также в некоторых биологических процессах. В растениях установлено около 8 селеноорганических соединений [1].

Среди изученных растений видов с повышенным содержанием селена не обнаружено (табл. 1). Способность накапливать этот элемент у перечисленных видов проявляется в разной степени.

Таблица 1

Селен в некоторых растениях Горного Алтая (мг/кг воздушно-сухой массы)

Семейство	Вид	Se, мг/кг
Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>)	Жимолость алтайская	0,007
Ивовые (<i>Salicaceae</i>)	Ива сизая	0,012
	Ива барбарисолистная	0,017
Злаковые (<i>Gramineae</i>)	Ячмень обыкновенный	0,030
	Просо	0,083
	Пшеница мягкая	0,013
	Овес посевной	0,075
	Пырей ползучий	0,069
	Овсяница луговая	0,002-0,045
	Кострец безостый	0,012-0,037
	Чий блестящий	0,053
	Ковыль перистый	0,013-0,13
Осоковые (<i>Cyperaceae</i>)	Осока вечнозеленая	0,026-0,083
	Осока твердоватая	0,058-0,077
Сложноцветные (<i>Compositae</i>)	Тысячелистник обыкновенный	0,020-0,058
	Пижма обыкновенная	0,080
	Мордовник обыкновенный	0,280
	Эхинацея пурпуровая	0,057
	Василек сибирский	0,12
	Кошачья лапка двудомная	0,012
	Полынь эстрагон	0,051
	Полынь обыкновенная	0,097
	Полынь горькая	0,046
	Полынь холодная	0,050
	Полынь туполопастная	0,033
Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	Люцерна желтая	0,095-0,18
	Эспарцет песчаный	0,028-0,074
	Донник белый	0,080
	Донник желтый	0,034-0,072
	Клевер луговой	0,020
	Горошек мышиный	0,090
	Копеечник Гмелина	0,24
	Панцерия шерстистая	0,047-0,43
Розоцветные (<i>Rosaceae</i>)	Кровохлебка лекарственная	<0,001
	Курильский чай	0,063-0,25
	Лапчатка многонадрезная	0,051
	Лапчатка распростертая	0,063
	Клубника обыкновенная	0,036

Зонтичные (<i>Umbelliferae</i>)	Володушка золотистая	<0,001
Губоцветные (<i>Labiatae</i>)	Тимьян ползучий	0,070-0,16
	Мелисса лимонная	0,042
	Иссоп обыкновенный	0,042
	Зопник клубненосный	0,039-0,19
	Змееголовник поникший	0,002
Кипрейные (<i>Onagraceae</i>)	Кипрей узколистный	0,030
	Камнеломковые (<i>Saxifragaceae</i>)	Бадан толстолистный
Маковые (<i>Papaveraceae</i>)	Чистотел большой	0,070
	Подорожничко-вые (<i>Plantaginaceae</i>)	Подорожник большой
Подорожник средний		0,049
Гречишные (<i>Poligonaceae</i>)	Горец птичий	0,075
	Валериановые (<i>Valerianaceae</i>)	Валериана лекарственная (корни)
Бурачниковые (<i>Borraginaceae</i>)	Синяк обыкновенный	0,044
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i>)	Звездчатка средняя	0,043
	Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i>)	Борец бородатый

Самое высокое содержание селена (0,43 мг/кг) обнаружено в панцерии шерстистой, произрастающей на черноземе южном вблизи Малого Яломана (кларк селена у растений 0,1мг/кг), выше кларкового содержания имеют: курильский чай, люцерна, копеечник Гмелина, тимьян ползучий, ковыль перистый, василек сибирский, зопник клубненосный (табл. 1).

Всего было исследовано 65 видов растений из различных семейств. Как правило, содержание селена в растениях зависит от содержания его в почве. Были исследованы растения одного вида, произрастающие на разных почвах. Так, при содержании в почве 0,16 мг/кг селена, содержание его в тимьяне ползучем составило 0,11 мг/кг, а при содержании в почве 0,22 мг/кг – 0,16 мг/кг сухой массы. Также были исследованы различные органы одного и того же растения. В результате наблюдений было замечено, что более высокое содержание элемента в надземной массе одного и того же растения находится в листьях, а самое минимальное – в стебле.

Интервал предельных концентраций селена достаточно узок, вследствие чего возникает опасность передозировок при использовании неорганических соединений, что приводит к селеновым токсикозам, поэтому использование растений, где селен содержится в органически связанной, т.е. наиболее доступной и усвояемой форме, особенно перспективно.

В результате исследований было установлено, что селен, усваивается растениями неодинаково. Поглощение его зависит как от вида самого растения, так и от природно-климатических условий, а также от количества

водорастворимых соединений селена. Причем все эти условия взаимосвязаны. Так, при наличии большого количества водорастворимых форм селена в горно-тундровых почвах, в растениях его находится мало. Возможно, на это влияет низкая температура, так как известно, что селен лучше усваивается растениями при высоких температурах [1].

Было исследованы некоторые растения на совместное присутствие селена, марганца и фосфора (табл. 2).

Таблица 2

Селен, фосфор и марганец в некоторых растениях

Название растения	Se, мг/кг	P, г/кг	Mn, мг/кг
Осочка твердоватая	0,077	0,62	12
Тимьян ползучий	0,16	0,67	22
Полынь холодная	0,05	1,3	19
Полынь липкая	0,11	1,2	13
Панцерия шерстистая	0,43	1,1	19
Копеечник Гмелина	0,24	1,03	19
Ковыль степной	0,13	0,88	8
Зопник клубненосный	0,19	0,85	9
Курильский чай	0,063-0,25	0,13-0,5	9-22
Костер безостый	0,012	0,65	9

Выводы:

1. Уровень содержания селена в изученных растениях значительно варьирует: минимальные значения различаются от максимальных на математический порядок и выше. Причины этого явления связаны с видовой принадлежностью, условиями произрастания, наличием доступных форм селена в почвах.
2. Между содержанием фосфора и марганца в большинстве видов изученных растений наблюдается положительная корреляция.
3. Между содержанием селена и фосфора, селена и марганца положительная корреляция наблюдается только у некоторых видов растений (панцерия шерстистая, копеечник Гмелина, зопник клубненосный, тимьян ползучий).

Литература

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир. 1989. - 440 с.
2. Ермаков В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. - М.: Наука. 1974. - 298 с.
3. Флоринский М.А., Седова Е.В. Селен и окружающая среда // Агрехимия. -1992. - №5. - С. 122-129.
4. Ковальский В.В. Геохимическая экология. - М.: 1973. - 282 с.