

УДК 550.47:635:546.23

СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЕНА В РАСТЕНИЯХ УКРОПА И РЕДИСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ

Б. А. ЯГОДИН, Т. М. УДЕЛЬНОВА, С. П. ТОРШИН,
И. Ю. ЗАБРОДИНА, Н. И. КОНОВА, Н. Л. КОКУРИН, А. В. ГРОМАДИН

(Лаборатория микроэлементов, кафедра агрономической
и биологической химии)

Рассматриваются проблемы дефицита селена в пище как патогенного фактора для человека и методы обогащения им продуктов. В вегетационных опытах установлено, что внесение селенита натрия в почву под укроп и редис позволяет получать продукцию с повышенным содержанием селена.

Недостаток селена в пище является патогенным фактором ряда заболеваний человека, среди которых наиболее изученной является болезнь Кашина — Бека. Это сердечно-сосудистое заболевание, нередко приводящее к летальным инфарктам. При дефиците селена часто наблюдаются также некротическая дегенерация печени, поражение поджелудочной железы и кишечника, экссудативный диатез. В то же время отмечают антиканцерогенное действие селена и его способность противодействовать токсическому влиянию тяжелых металлов [1, 18]. У животных недостаток селена вызывает беломышечную болезнь, поражения кожных покровов, задержку роста и нарушение репродуктивных функций [4, 14].

Для человека оптимальной и без-

вредной дневной нормой потребления селена считается 50—200 мкг [7, 8, 10]. Известно также, что потребность в селене в большей степени зависит от возраста и в меньшей — от пола [13, 15].

Селен неравномерно распределен в материнских породах и почвах [2]. Содержание его в почвах различных генетических типов варьирует в пределах от 10 до 1200 мкг/кг [4]. Как правило, оно выше в почвах, сформированных на вулканических породах, чем в почвах на глинах, песчаниках и известняках [16]. Содержание селена в растениях варьирует так же широко, как и в почвах, от 10 до 1100 мкг на 1 кг сухой массы растения [4, 5]. Имеются данные [4], что концентрация селена в почве до 370 мкг/кг не приводит к возникновению ток-

сиковозов ни у человека, ни у животных. Растения по способности концентрировать селен условно подразделяют на 3 группы: индифферентные к селену (содержание в них меньше, чем в почве); с умеренным его накоплением (градиент концентрации $\cong 1$); концентраторы селена.

Доступность селена для растений зависит от нескольких факторов, из которых наиболее важным являются значения рН среды, температурные условия, водообеспеченность и механический состав почвы. Известно, например, что из пойменных и торфяных почв при относительно высоком содержании в них селена растения усваивают этот элемент слабо [5, 6].

В биосфере существуют биогеохимические провинции как с недостатком, так и с избытком селена [4]. К биогеохимическим субрегионам с недостатком селена относятся громадные территории: Нечерноземная зона европейской части России, Прибалтика, Центральная и Восточная Сибирь.

Недостаток селена в пище может быть восполнен медикаментозно — приемом селенита или селената натрия [1]. Однако установлено, что органические соединения селена усваиваются лучше, чем неорганические. В связи с этим в современной мировой практике наиболее широко используют аминокислоты, в которых сера замещена на селен (например, метионин). Применяют, как правило, комплексные препараты, включающие неорганический селен и селеносодержащую органику с витаминами группы В и витамином Е [9, 12].

Альтернативой медикаментозному возмещению недостатка селена является обогащение им продукции растениеводства путем внесения селеновых удобрений в почву. Этот метод плодотворно используется в

Финляндии, почвы которой относятся к остродефицитным по содержанию селена. В течение второй половины 80-х годов здесь удалось получить таким образом увеличение количества селена в зерне пшеницы, ячменя и овса более чем на порядок — от 10 до 230 мкг/кг, в картофеле — от 10 до 60 мкг/кг, а в результате внесения селеновых удобрений под кормовые травы содержание этого элемента в молоке коров достигло 30 мкг/л при 20 мкг/л у коров, получавших дефицитные по селену корма [7].

Наиболее простым и естественным способом введения микроэлементов может служить получение их с широко употребляемыми пищевыми продуктами или приправами. В этих случаях мы имеем как сбалансированное соотношение неорганических и органических форм, так и нативные усваиваемые формы.

Цель нашего исследования — определить дозы селена, внесение которых в почву приводило бы к накоплению микроэлемента в съедобной части укропа и редиса и в то же время не снижало их урожая.

При выборе именно данных культур мы руководствовались, во-первых, тем, что они потребляются в пищу, как правило, в сыром виде. Это важно, так как многие органические соединения селена относятся к летучим веществам и при тепловой обработке свыше 40 °С могут теряться [2, 4]. Во-вторых, мы учитывали краткие сроки получения готовой продукции. В-третьих, мы основывались на данных о вероятной принадлежности редиса к группе растений концентраторов селена, а укропа, по крайней мере, к имеющим градиент концентрации селена по отношению к содержанию этого микроэлемента в почве близкий к 1 [4].

Методика

Почвы, использованные для опытов, дерново-подзолистые, различающиеся по содержанию селена: легкосуглинистая с содержанием гумуса 1,7 %, селена 272 мкг/кг, $pH_{\text{сол}}$ 7,0; тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 1,9 %, селена 392 мкг/кг, $pH_{\text{сол}}$ 5,0 (в дальнейшем условно почва I и почва II).

В вегетационных опытах выращивали редис сорта Рубин и укроп сорта Узбекский. Опыты проводили в сосудах, вмещающих 5 кг абсолютно сухой почвы. В качестве фонового удобрения применяли растворы солей NH_4NO_3 , KH_2PO_4 и K_2HPO_4 из расчета 0,5 г N и по 0,6 г P_2O_5 и K_2O на сосуд соответственно. Селен вносил при набивке сосудов в виде селенистокислого натрия из расчета 25, 125 и 250 мкг/кг (условно 1Se; 2Se и 3Se). Повторность опыта 4-кратная.

После уборки урожая растения высушивали при 35 °С, взвешивали, измельчали и проводили количественное определение селена флуориметрическим методом по Ермакову [3].

Результаты

Исучаемые культуры по-разному реагировали на внесение возрастающих доз селена (табл. 1, 2). При удобрении укропа селеном наблюдалось увеличение урожая, причем достоверным оно было при наибольшей дозе (вариант 3Se) на почве I и при средней и наибольшей дозах (2Se и 3Se) — на почве II. Тенденция к повышению урожая корнеплодов редиса на почвах I и II отмечена только в вариантах 1Se и 2Se. При увеличении дозы селена до 250 мкг/кг (3Se) урожай корнеплодов снижался.

Анализы растительных проб на содержание селена показали, что

оно выше в вариантах с селенитом независимо от почвы и культуры. Свойства почвы, однако, все же оказывали влияние на поступление селена в растения. Так, если на почве I (легкого механического состава) повышение доз селена приводило к последовательному увеличению содержания селена в надземной массе укропа с 61 (в контроле) до 955 мкг/кг, а в корнеплодах редиса — соответственно со 187 до 561, в листьях — с 236 до 1096 мкг/кг, то на почве II (тяжелой по механическому составу) значения этих показателей не зависели от дозы селенита и составляли для укропа 289—314, для корнеплодов редиса — 206—262 мкг/кг.

Содержание селена в растениях на почве II оказалось более низким, чем на почве I, хотя исходная его концентрация в этой почве была выше (392 при 272 мкг/кг в почве I). Несоответствие в поглощении селена растениями наиболее вероятно связано со снижением доступности элемента за счет адсорбции его глинистыми минералами тя-

Таблица 1

Урожай (г/сосуд) и содержание селена (мкг/кг) в укропе, корнеплодах и листьях редиса на почве I (знаменатель — % к контролю)

Вариант	Укроп		Редис		
	уро-жай	Se	уро-жай корне-плодов	Se	
				в корне-плодах	в листь-ях
NPK (фон)	73	61	89	187	236
	75	271	129	197	194
Фон+1Se	103	444	145	105	82
	75	389	106	291	472
+2Se	103	638	119	156	200
	83	955	78	561	1069
+3Se	114	1566	88	300	453
	НСП ₀₅	7	—	43	—

Т а б л и ц а 2

Урожай (г/сосуд) и содержание селена (мкг/кг) в укропе и в корнеплодах редиса на почве II (знаменатель — % к контролю)

Вариант	Укроп		Редис	
	уро- жай	Se	уро- жай	Se
NPK (фон)	36	113	45	56
Фон+1Se	34	314	48	225
	94	278	107	402
» +2Se	44	298	46	262
	122	264	103	468
» +3Se	55	289	37	206
	153	256	82	368
HCP ₀₅	6	—	10	—

желой по механическому составу почвы II [11].

Таким образом, результаты вегетационных опытов позволяют заключить, что внесение селена в виде селенистокислого натрия в дозах 0,025—0,250 мг/кг не снижает продуктивности укропа и редиса и способствует получению продукции, обогащенной этим элементом. В данном эксперименте обогащение селеном надземной массы укропа составляло 256—1566 %, а корнеплодов редиса — 105—468 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А. П. Микроэлементозы человека.— М.: Медицина, 1991.— 2. Ермаков В. В. Субрегионы и биогеохимические провинции СССР с различным содержанием селена.— Тр. биогеохимич. лаб., 1978, т. 15, с. 54—57.— 3. Ермаков В. В. Флуориметрическое определение селена в продуктах животноводства, органах (тканях) животных и объектах окружающей среды.— Метод. указ. по определению пестицидов в био-

логич. объектах.— М.: ВАСХНИЛ, 1985, с. 28—35.— 4. Ермаков В. В., Ковальский В. В. Биологическое значение селена.— М.: Наука, 1974.— 5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях.— М.: Мир, 1989.— 6. Лебедев В. Н. Содержание селена в почвах Белоруссии.— Автореф. канд. дис.— Белорус. НИИ землед.— Жодино, 1973.— 7. Селен. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. ВОЗ, Женева, 1989.— 8. Горшин С. П., Удельнова Т. М., Ягодин Б. А. Микроэлементы, экология и здоровье человека.— Успехи соврем. биологии, 1990, т. 109, вып. 2, с. 279—292.— 9. Abstracts Intern. Symposium on Selenium.— Knez — Mihailova 35, Beograd: Ygoslavia, Serbian Academy of Science and Arts.— 1991.— 10. Bowen H. Essentiality, deficiencies a. toxicities of the elements.— L., Acad. Press., 1979.— 11. Frost R. R., Griffin R. A.— Soil Sci. Soc. Am. J., 1977, vol. 41, N 1, p. 53—60.— 12. Johanson E. e. a.— Selenium in biology and medicine / ed. A. Wendel.— Berlin etc.: Springer, 1989, p. 258—262.— 13. Lombeck I. e. a.— Trace element metabolism in man and animals.— Proc. of the 3rd Intern. Sump. 1978. Inst. für Ernährungphysiologic Technische Univ. München Freising — Weihenstephan, 1978, p. 312—315.— 14. Mertz W. (ed.). Trace elements in human and animal nutrition.— 5 th ed. Orlando etc.: Acad. Press, 1986, vol. 2.— 15. Valentine J. K. e. a. Selenium status and age effect.— Selenium in biology and medicine / ed. A. Wendel.— Berlin etc.: Springer, 1989, p. 289—296.— 16. Ylärinta T. Increasing the selenium content of cereal and grass crops in Finland.— Helsinki: Agric. Res. Centre, 1985.— 17. Ylärinta T. Selenium fertilization in prictice in Finland.— Selenium in medicine and biology / eds J. Neve, A. Favier.— Berlin, N. Y.: De Gruyter, 1989, p. 241—244.— 18. Zingaro R. A., Copper W. Ch. (eds.). Selenium.— N. Y. etc.: Van Nostrand Reinhold Company, 1974.

Статья поступила 29 декабря 1991 г.

SUMMARY

The problems of selenium deficiency in food as a pathogenic factor for man and methods of enriching food products with selenium are discussed. It has been found in greenhouse experiments that application of natrium selenite into soil under dill and radish allows to obtain the product with higher content of selenium.