

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Известия ТСХА, выпуск 4, 2014 год

УДК 635.153:631.816.12

НЕКОРНЕВАЯ ОБРАБОТКА СЕЛЕНИТОМ НАТРИЯ РАСТЕНИЙ РЕДЬКИ (*RAPHANUS SATIVUS L.*) И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

О.В. ЕЛИСЕЕВА, А.Ф. ЕЛИСЕЕВ

(РГАУ-МСХА имени КА. Тимирязева)

*В работе представлены данные об изменении некоторых показателей химического состава растений редьки посевной (*Raphanus sativus L.*) при применении некорневой обработки вегетирующих растений раствором селенита натрия. Рассмотрены вопросы накопления сухого вещества, сухих растворимых веществ, аскорбиновой кислоты и нитратов в продуктовой части растений к моменту наступления фазы технической спелости. Так, содержание сухого вещества увеличивалось на 38—53%, аскорбиновой кислоты снижалось на 22-37%, а содержание нитратов снижалось в 1,6-3,2 раза. Также приведены результаты анализов опытных образцов на содержание микроэлемента селена в корнеплодах при обработке растений раствором с разной концентрацией селена на фоне макроудобрения. Содержание селена увеличивалось, причем наибольшее значение этого показателя отмечено при обработке растений раствором с концентрацией селена 0,003%.*

Ключевые слова: редька, микроэлементы, селен, химический состав.

В настоящее время известно, что урожай сельскохозяйственных культур, его минеральная полноценность, а следовательно, продуктивность животноводства и здоровье людей во многом зависят от содержания микроэлементов в растительной продукции.

В растениях содержание микроэлементов составляет $1 \cdot 10^{-3}$ — $1 \cdot 10^{-5}\%$ и меньше [7, 8]. Микроэлементный состав культурных растений разнообразен и обусловлен биологическими особенностями самих растений, а также большой вариабельностью содержания подвижных форм элементов в пахотных почвах [9].

Роль микроэлементов в жизни растений многообразна и значительна. Они участвуют в сложных биологических и физиологических процессах, активизируют деятельность ферментов, витаминов, гормонов, связаны с процессами синтеза органических веществ, способствуют повышению продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшают качество продукции [2]. Каждый из микроэлементов выполняет свою специфическую функцию. Различные микроэлементы могут выполнять биохимически сходные функции [8, 11, 12, 17].

Изучению содержания селена в растениях уделяется большое внимание в связи с его участием в различных биохимических процессах в организме человека и животных [3, 4]. Этот микроэлемент является необходимым для нормальной жизнедеятельности человека и при потреблении в сутки примерно 50-200 мкг нетокси-

чен для его организма [6, 16]. По данным ВОЗ, специфическая патология, вызванная недостаточностью селена, развивается у взрослых мужчин при потреблении селена менее 21 мкг в сутки, у взрослых женщин — менее 16 мкг в сутки [26, 31]. В организме человека селен в наибольших концентрациях обнаружен в печени, сердце, поджелудочной железе, легких, почках, а также в кожных покровах, волосах и ногтях. Влияние этого микроэлемента на физиологические процессы довольно разнообразно. Селен способствует укреплению иммунитета и стимулирует образование белковых молекул, обладающих защитными свойствами. Многие важные ферменты содержат в своем составе селен. Данный микроэлемент играет важную роль как антиоксидант, так как в основе многих заболеваний лежат нарушения биохимических процессов, обусловленные действием вредных частиц — свободных радикалов. Селен защищает клетки человеческого тела от пагубного влияния таких частиц. Благодаря этому микроэлементу значительно продлевается срок активной жизнедеятельности клеток и нейтрализуются опасные для организма вещества. Кроме того, при нормальной обеспеченности организма человека этим микроэлементом резко снижается вероятность появления заболеваний сердечно-сосудистой системы. Селен необходим для биосинтеза белковых молекул и носителей наследственной информации — нуклеиновых кислот. Стабильная работа нервной системы во многом зависит от обеспеченности человека биологически доступными формами селена. Этот микроэлемент на должном уровне поддерживает остроту зрения и концентрацию внимания. Участвуя в созревании мужских половых клеток, селен способствует нормальной работе половой функции у мужчин. Доказано противовоспалительное действие селена, а также то, что работа щитовидной и поджелудочной желез во многом зависит от поддержания нормальной концентрации селена в организме [3, 6, 10, 22, 23, 25, 27, 30].

Физиология и биохимия селена во многом сходна с физиологией и биохимией серы. Установлено, что селен может замещать серу в аминокислотах (метионин, цистеин), а также в ферментах галактозидаза и ферредоксин. Большинство растений синтезируют селенистеин, селенметионин, селенметионинселеноксид и др. [1, 5, 7, 19, 20, 24]. Также установлено, что селен участвует в реакциях образования хлорофилла, синтезе трикарбоновых кислот, в метаболизме жирных кислот, при этом селенпроизводные — аналоги сульфолипидов — не обнаружены [19]. Кроме того, селен присутствует вместе с железом и молибденом в ряде окислительно-восстановительных ферментов в качестве кофактора [1].

Недостаток селена вызывает целый ряд заболеваний и патологических состояний, поскольку его соединения являются мощными антиоксидантами [4, 14]. Наличие дефицита селена у взрослого населения отмечается при концентрации этого элемента в плазме крови менее 60 мкг/л [10].

Овощные зеленные культуры показали большие потенциальные возможности в накоплении селена [13]. Так, внесение биселенита натрия в почву в дозах 25-2500 мкг Se/кг в условиях вегетационного опыта позволяет получить обогащение селеном овощных культур на 5-1600% [15]. В корнеплодах редиса, выращенных без внесения селена, в зависимости от гранулометрического состава почвы этого элемента накапливается 56-187 мкг/кг сухой массы, а в листьях салата на тяжелых почвах — 72 мкг/кг. Среднее содержание Se в овощных растениях колеблется от 6 до 23 мкг/кг сырой массы [21]. В этих же пределах оценивается безопасное для животных и человека содержание селена в растениях [28]. Аккумуляция селена в наземных частях растений выше, чем в корнях [13, 18, 29].

Методика

Главным источником поступления селена в организм животного и человека служит растительное сырье. В связи с этим на базе УНПЦ ООС имени В.И. Эдельштейна РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был поставлен опыт по изучению влияния некорневой обработки (НО) вегетирующих растений редьки раствором селенита натрия на показатели качества готовой продукции. Объектом исследования послужил сорт редьки посевной (*Raphanus sativus* L.) Зимняя круглая черная. Посев проводили 22 июля по схеме 50 + 20 x 25 см. Площадь учетной делянки 2 м². Площадь питания одного растения составила 875 см², густота стояния растений 11,5 раст./м². Раствор селенита натрия (Na₂SeO₃) применяли в четырех концентрациях: 0,0005, 0,001, 0,002 и 0,003% по Se. Опыт проводили в 3-кратной повторности по следующей схеме: NPK (фон) — контрольный вариант; NPK + НО Se 0,0005%; NPK + НО Se 0,001%; NPK + НО Se 0,002%; NPK + НО Se 0,003%. В качестве фонового макроудобрения при посеве в почву вносили нитроаммофоску из расчета 30 г/м². Обработку раствором селенита натрия проводили путем опрыскивания вегетирующих растений в фазу массовой линьки корня. В фоновых вариантах растения обрабатывали дистиллированной водой. Уборку урожая и оценку его качества проводили в фазе технической спелости (2 октября). При этом период вегетации составил 70 дней. Отбор растений на анализы осуществляли по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены данные по агрохимическому анализу дерново-подзолистой средне суглинистой почвы, на которой выращивали редьку.

Т а б л и ц а 1

Агрохимическая характеристика почвы

Гумус, %	P _{КС}	N _п мг-экв/100 г почвы	N _{гидр.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	V, %	Se, мкг/кг сухой массы
			мг/кг почвы				
2,7	6,3	0,89	84	271	194	93,7	213

Почва, на которой выращивалась редька, достаточно окультурена, имеет высокую обеспеченность подвижными формами фосфора и калия, а также среднюю обеспеченность азотом, реакция среды нейтральная, невысокое содержание гумуса, что характерно для почв Центрального Нечерноземья.

В ходе исследований влияния некорневой подкормки вегетирующих растений редьки селеном на качество готовой продукции изучали такие показатели, как содержание сухого вещества, сухих растворимых веществ, аскорбиновой кислоты, а также накопление нитратов и микроэлемента селена в продуктовой части растений.

Анализ опытных образцов показал (табл. 2), что некорневая обработка вегетирующих растений раствором селенита натрия в изучаемых концентрациях оказывала существенное влияние на накопление сухого вещества в корнеплодах редьки. Так, в вариантах NPK + НО Se 0,0005% и NPK + НО Se 0,001% этот показатель был

Химический состав продукции

Сорт	Вариант опыта	Содержание сухого вещества, %	Содержание сухих растворимых веществ, %	Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	Содержание нитратов, мг/кг	Содержание Se, мкг/кг сухой массы
Зимняя круглая черная	NPK (фон)	9,2	7,0	40,0	779	209
	NPK+ HO Se 0,0005%	14,1	7,1	26,7	484	241
	NPK + HO Se 0,001%	14,1	7,5	31,1	495	250
	NPK + HO Se 0,002%	12,7	7,4	25,1	423	244
	NPK + HO Se 0,003%	13,5	8,5	30,0	242	250
НСП _{0,05}		1,6	0,7	6,6	57,8	10,3

на уровне 14,1%, что в 1,5 раза больше, чем в контрольном варианте. В вариантах NPK + HO Se 0,002% и NPK + HO Se 0,003% также наблюдалось увеличение содержания сухого вещества в корнеплодах по сравнению с фоновым вариантом в 1,4 и 1,5 раза соответственно. Однако между вариантами с обработкой растений раствором селенита натрия значительных различий по этому показателю не наблюдалось.

В накоплении сухих растворимых веществ в корнеплодах редьки отмечалась тенденция к увеличению этого показателя по сравнению с контролем до 7% в зависимости от концентрации селена в растворе. Исключение составил вариант NPK + HO Se 0,003%. В корнеплодах растений редьки, обработанных раствором с концентрацией селена 0,003%, отмечалось существенное увеличение (на 121%) содержания сухих растворимых веществ по сравнению со всеми вариантами опыта. Значение этого показателя в варианте NPK + HO Se 0,003% достигало 8,5%.

Обработка растений редьки раствором селенита натрия привела к значительному снижению содержания аскорбиновой кислоты. Так, в вариантах опыта NPK + HO Se 0,0005% и NPK + HO Se 0,002% этот показатель снизился до 26,7 мг/100 г и 25,1 мг/100 г, что в 1,5 и 1,6 раза ниже по сравнению с фоном. В вариантах NPK + HO Se 0,001% и NPK + HO Se 0,003% концентрация аскорбиновой кислоты была на уровне 31,1 и 30,0 мг/100 г соответственно, что ниже контрольного значения этого показателя в 1,3 раза. В целом по вариантам опыта с некорневой обработкой растений редьки раствором селенита натрия колебания содержания аскорбиновой кислоты были незначительными. Существенное снижение этого показателя отмечалось только по сравнению с фоном.

В ходе эксперимента было установлено значительное снижение содержания нитратов во всех вариантах опыта. Причем чем выше была концентрация селена в растворе, тем меньше нитратов содержалось в корнеплодах. Так, при обработке растений раствором с концентрацией селена 0,0005 и 0,001% (варианты NPK + HO Se 0,0005% и NPK + HO Se 0,001%) снижение содержания нитратов было в 1,6 раза и составило 484 и 495 мг/кг сырой массы соответственно. Дальнейшее увеличение концентрации селена привело к уменьшению содержания нитратов в продуктовой части растений до 423 мг/кг сырой массы в варианте NPK + HO Se 0,002%. С увеличением дозы селена до 0,003% этот показатель снизился в 3,2 раза по сравнению с фоном и составил 242 мг/кг сырой массы. Увеличение концентрации селена в применяемом растворе привело также к существенному снижению содержания нитратов в вариантах опыта NPK + HO Se 0,002% и NPK + HO Se 0,003% по сравнению с вариантами NPK + HO Se 0,0005% и NPK + HO Se 0,001% на 12-14 и 50% соответственно.

Некорневая обработка вегетирующих растений редьки привела к увеличению концентрации селена в корнеплодах по сравнению с контрольным вариантом во всех вариантах опыта. Содержание селена в продуктовой части растений колебалось от 241 (NPK + HO Se 0,0005%) до 250 (NPK + HO Se 0,003%) мкг/кг сухой массы, что в среднем в 1,2 раза выше, чем в фоновом варианте. Между вариантами с обработкой растений раствором селенита натрия колебания в содержании селена были несущественными, что, по-видимому, связано с наличием в растениях некоего барьера в накоплении данного микроэлемента.

Выводы

1. Некорневая обработка вегетирующих растений редьки раствором Na_2SeO_3 достоверно увеличивала содержание сухого вещества в корнеплодах на 38-53%.
2. Внесение селена в дозе 0,003% по Se приводило к существенному увеличению концентрации сухих растворимых веществ в продуктовой части растений редьки.
3. Применяемые дозы селена снижали в корнеплодах редьки содержание аскорбиновой кислоты на 22-37%.
4. Установлено, что некорневая обработка растений раствором селенита натрия снижала содержание нитратов в редьке в 1,6-3,2 раза. При этом концентрация NO_3 в корнеплодах находилась в обратной зависимости от концентрации селена в рабочем растворе.
5. Некорневая подкормка селенитом натрия приводила к достоверному увеличению содержания селена в продуктовой части растений редьки. Наибольшее значение этого показателя зафиксировано при концентрации Se в рабочем растворе 0,003%.

Библиографический список

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., РишМА., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991. 496 с.
2. Агеев В.В. Корневое питание сельскохозяйственных растений. Ставрополь: Ставроп. ГСХА, 1996. 134 с.
3. БарабойВА., Шестакова Е.Н. Селен: биологическая роль и антиоксидантная активность // Укр. біохім. журн. 2004. Т. 76. № 1. С. 23-32.

4. *Гмоиатский И.В., Мазо В.К., Тутельян В.А., Хотимченко С.А.* Микроэлемент селен: роль в процессах жизнедеятельности // Экология моря. 2000. Вып. 54. С. 5-19.
5. *Гмошинский И.В., Мазо В.К.* Минеральные вещества в питании человека. Селен: всасывание и биодоступность // Вопросы питания. 2006. Т. 75. № 5. С. 15-21.
6. *Дерябина В.И., Скворцова Л.Н., Захарова Э.А., Слепченко Г.Б.* Вольтамперометрический контроль содержания селена и его форм в растениях и пищевых добавках с использованием экстракции и ионного обмена // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т. 72. №11. С. 7-10.
7. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях / Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 439 с.
8. *Порохиевич Н.В.* Биологическая роль и практическое применение микроэлементов // Тез. докл. VII Всесоюз. конф. Рига: Зинатне, 1975. 59 с.
9. *Протасова Н.А.* Тяжелые металлы в черноземах и культурных растениях Воронежской области // Агрохимия. 2005. № 2. С. 80-86.
10. *Решетник Л.А., Парфенова Е.О.* Селен и здоровье человека (обзор литературы) // Экология моря. 2000. Вып. 54. С. 20-25.
11. *Ринькис В.Я.* Макро- и микроэлементы в минеральном питании растений. Рига: Зинатне, 1979. 112 с.
12. *Риш М.А.* Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях // Материалы Всесоюз. симп. Киев: Наукова Думка, 1987. 184 с.
13. *Торшин С.П., Ягодин Б.А., Удельнова Т.М., Забродина П.Ю.* Накопление селена овощными культурами и яровым рапсом при удобрении селеном // Агрохимия. 1995. № 9. С. 40-47.
14. *Торшин С.П., Удельнова Т.М., Ягодин Б.А.* Биогеохимия и агрохимия селена и методы устранения селенодефицита в пищевых продуктах и корнях // Агрохимия. 1996. № 8-9. С. 127-143.
15. *Торшин С.П.* Влияние естественных и антропогенных факторов на формирование микроэлементного состава продукции растениеводства: Дис. ... докт. биол. наук. М., 1998. 296 с.
16. *Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А. и др.* Селен в организме человека. Метаболизм. Антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе. М.: Изд-во РАМН, 2002. 219 с.
17. *Ягодин Б.А.* Влияние микроэлементов на урожайность и некоторые физиологические процессы овощных культур // Роль микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. М.: Изд-во МГУ, 1961. С. 4-11.
18. *Arnon D.* Trace elements. London, 1958.
19. *Bollard E. G.* Involvement of unusual elements in plant growth and nutrition // Inorganic plant nutrition, 1983.
20. *Broun T.A., Shrift A.* Selenium: toxicity and tolerance in higher plants // Biol. Rev. 1982. V 57. Part 1. P. 59-84.
21. *Combs J.F. jr., Combs S.B.* (eds.) The role of selenium in nutrition. Orlando, San Diego, N.Y., Austin Boston, L., Sydney, Tokyo, Toronto: Acad. Press, 1986. 532 p.
22. *Fleet J.C.* Dietary selenium repletion may reduce cancer incidence in people at high risk who live in areas low soil selenium // Nutr. Rev. 1997. 55, 7. P. 277-279.
23. *Johnson M.A., Porter K.H.* Micronutrient supplementation and infection in institutionalized elders // Nutr. Rev. 1997. 55, 11. Pt. I. P. 400-404.
24. *Klavman D.I., Gunther W.H.H.* (eds.) Organic selenium compounds: their chemistry and biology. N.Y., L., Sydney, and Toronto: Wiley Interscience, 1973. 1178 p.
25. *Kvicala J., Zamrazil V et al.* Analyst. 1995. 120. № 3. P. 959-965.
26. *Li Y, Yang Y, Chen H.* Chung. Hua. Hsueh. Tsa. Chin. 1995. 75. P. 344-345.
27. *Mavman M.* Lancet. 2000. 356. P. 233-241.
28. *Neve J., Faviera A.* (eds.) Selenium in medicine and biology. Proc. 2-nd. Intern. Congr. on Trace elements in medicine and biology. Berlin, N.Y.: De Gruyter, 1989. 419 p.

29. Selenium in biology and medicine: Proc. 4-th Intern. Symp. / Ed. By Wendel A. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 308 p.

30. Scott R, MacPherson A., Yates R et al. The effect of oral selenium supplementation on human sperm motility // Br. J. Urol. 1998. 82, 1.

31. Ursini F., Heim S., Kiess M. et al. Science. 1999. 285. № 5432. P. 1393-1396.

FOLIAR TREATMENT OF RADISH (*RAPHANUS SATIVUS* L.) WITH SODIUM SELENITE AND ITS INFLUENCE ON YIELD QUALITY

O.V. ELISEYEVA, A.F. ELISEYEV

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

*This work is devoted to investigation of questions related to some changes in chemical composition of radish (*Raphanus sativus* L.) resulted from foliar treatment of vegetating plants with the solution of sodium selenite. Such issues as accumulation of dry matter, soluble dry substances, ascorbic acid and nitrates in productive plant part by the moment of industrial ripeness stage initiation were estimated in the article. Thus, dry matter content increased by 38-53%, ascorbic acid accumulation reduced by 22-37%, nitrates concentration 1.6-3.2 times decreased. Moreover, the article provides the results of samples analysis on the content of such microelement as selenium in storage roots of plants treated with solutions varying in selenium concentration along with NPK application. Selenium content was found to increase and the maximum concentration was recorded in plants treated with the solution containing 0.003% of selenium.*

Key words: radish, microelements, selenium, chemical composition.

Елисеева Ольга Владимировна — к. б. н., доц. кафедры неорганической и аналитической химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-16-28; e-mail: elysolll@yandex.ru).

Елисеев Александр Федорович — к. с.-х. н., доц. кафедры овощеводства, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 977-56-17; e-mail: donkazak46@yandex.ru).

Eliseyeva Olga Vladimirovna — PhD in Biology, associate professor of the department of inorganic and analytical chemistry, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-16-28; e-mail: elysolll@yandex.ru).

Eliseyev Aleksandr Fedorovich — PhD in Agricultural Sciences, associate professor of the department of olericulture, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 977-56-17; e-mail: donkazak46@yandex.ru).