

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ, ВЫРАЩЕННОЙ НА ПОЧВАХ РАЗНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН (КАЛУЖСКОЙ, ТУЛЬСКОЙ, ОРЛОВСКОЙ И БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)

С. М. Пономарева, Л. И. Семенова, С. О. Смирнов

В настоящее время известно, что главной причиной недостаточного содержания селена в продуктах питания является его низкое содержание в почвах, и как следствие - в растениях. Пшеница является одним из основных источников селена в питании человека. В работе проведена оценка содержания селена в зерне пшеницы, выращенной на почвах разных природно-климатических зон на примере Калужской, Тульской, Орловской и Белгородской областей. Результаты исследований были получены с применением двух методов: флуориметрического с 2,3-диаминонафталином и атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. Исследования показали, что содержание селена в зерне пшеницы в этих областях колеблется от 39 до 372 мкг на кг воздушно-сухого вещества. Такой разброс объясняется разнообразием типов почв, а также климатическими и агротехническими особенностями в исследованных областях. Полученные данные могут быть использованы при решении проблемы селенодефицита в нашей стране.

Ключевые слова: микроэлемент селен, содержание селена, зерно пшеницы, тип и кислотность почвы, методы флуориметрический и атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Микроэлемент селен (из ряда неметаллов) – необходимый нутриент для нормального функционирования организма человека. Доказано, что соединения селена защищают клеточные мембраны от окислительного разрушения, являясь эффективными антиоксидантами, катализируют промежуточные реакции в метаболизме, понижают токсичность некоторых тяжелых металлов. Дефицит селена в продуктах питания является одной из причин ряда заболеваний: онкологических, иммунодефицита, сердечно-сосудистых, поражений печени и т.д. Этот микроэлемент входит в состав более 30 биологически активных соединений, содержащихся в организме человека и животных [1-3].

Селен поступает в организм по цепи почва-растение-продукт питания. Следовательно, количество этого микроэлемента в крови и тканях человека является функцией его содержания в пищевых продуктах, растениях и почвах. Одним из основных источников селена в питании человека являются зерновые, особенно пшеница.

Общее содержание селена в растениях определяется рядом факторов: тип и кислотность почвы, запасы селена в почвообразую-

щей породе, количество осадков и температура окружающей среды, стадия роста самого растения [4,5].

В настоящей работе представлены результаты исследований по определению содержания селена в пшенице (урожай 2016 г.), выращенной на почвах Калужской, Тульской, Белгородской и Орловской областей. Образцы пшеницы (на пищевые цели 3-4 класса) были отобраны по заданию Роспотребнадзора для проведения исследований.

Для определения содержания селена в зерне пшеницы, выращенной на почвах в указанных выше областях, были выбраны следующие методы:

1. Флуориметрический метод с использованием 2,3- диаминонафталина (ДАН) характеризуется высокой селективностью и чувствительностью (0,002 мкг/мл). Анализы были выполнены на флюорате –02- 3М [6].

2. Атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией с модификатором матрицы палладий азотнокислый на атомно-абсорбционном спектрофотометре Hitachi 180-80 [7].

Определение содержания селена в зерне пшеницы, как одним, так и другим методами

проводили после мокрой минерализации образцов в азотной и хлорной кислотах с добавлением перекиси водорода и этанола с целью перевода селена из неорганических и органических форм в селенит - ион.

Флуориметрический метод используется часто как контрольный. Однако, подготовка минерализата пробы для определения на флюорате может занимать до 80 минут. По сравнению с ним, одно определение методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией занимает всего около двух минут.

Для сравнения содержания селена в зерне пшеницы были выбраны четыре области, граничащие между собой и характеризующиеся различными типами почв и климатическими условиями.

На территории Калужской области преобладают дерново-подзолистые почвы, дерново-слабоподзолистые, дерново-сильноподзолистые различного механического состава. Эти почвы составляют приблизительно 75,6% территории.

Тульская область занимает переходное положение от лесной зоны к степной. Поэтому на ее территории основными типами почв являются дерново-подзолистые, серые лесные.

Почвы Орловской области подразделяются на 5 групп:

- типичные и выщелоченные черноземы с мощным гумусовым горизонтом;
- оподзоленные черноземы и темно-серые лесные;
- серые лесные;
- светло-серые и дерново-подзолистые;
- пески и супеси.

Антропогенная нагрузка на почвы Орловской области привела к тому, что кислые почвы составляют 56%, что связано с потерей кальция и гумуса из верхних горизонтов пахотных почв.

На территории Белгородской области 77% площади занимают черноземы, 15% - серые лесные, на долю других почв приходится около 8% площади области.

Таким образом, в Калужской и Тульской областях преобладают почвы кислые и слабокислые; в Орловской и Белгородской – почвы щелочные, хорошо аэрируемые с высоким содержанием органического вещества [8].

Известно, что в кислых почвах соединения селена представлены селенидами и сульфидами, обладающими малой доступностью для растений. В почвах, pH которых близок к

нейтральному, преобладают селенаты. Эти соединения селена хорошо растворимы, обладают достаточной подвижностью и практически не фиксируются оксидами железа. Содержание селена в черноземах увеличивается с повышением содержания в них гумуса.

К сожалению, несмотря на многолетнее развитие агрохимических исследований на территории нашей страны, четкие данные по содержанию селена в различных типах почв отсутствуют [9].

Многочисленные исследования показывают, что содержание селена в растениях достаточно широко варьирует (от 10 до 1000 мкг на кг воздушно-сухой массы) [10,11].

Общее содержание селена в растениях определяется не только типом почвы, ее кислотностью, но и содержанием гумуса, общим запасом селена, влиянием явлений антагонизма и синергизма других минеральных элементов, а также количеством осадков и температуры окружающей среды.

В таблице 1 представлены результаты исследований содержания селена в зерне пшеницы, выращенной на территориях Калужской, Тульской, Орловской и Белгородской областей, полученные двумя выше указанными методами.

Сравнительный анализ данных, полученных этими методами, показал, что результаты по содержанию селена в зерне пшеницы близки между собой. Разница между данными составляет менее 10%.

Содержание селена в зерне пшеницы колеблется от 39 ± 12 и 44 ± 14 мкг/кг в Калужской области и до 368 ± 29 и 372 ± 25 мкг/кг в Белгородской области. Такой разброс в содержании селена определяется в первую очередь разными типами почв в этих областях. Количество селена в зерне пшеницы увеличивается при продвижении на юг: от Калужской, Тульской и Орловской, к Белгородской области.

Содержание селена в зерне пшеницы, выращенной на территории Орловской области, колеблется от 114 ± 9 и 122 ± 11 до 343 ± 21 ; 362 ± 26 мкг/кг, что объясняется разнообразием и пестротой типов почв на территории этой области.

Территория Белгородской области представлена, в основном черноземами с мощным гумусовым горизонтом, поэтому разброс в содержании селена в зерне пшеницы в этой области, выражен в меньшей степени.

**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЕ, ВЫРАЩЕННОЙ
НА ПОЧВАХ РАЗНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН
(КАЛУЖСКОЙ, ТУЛЬСКОЙ, ОРЛОВСКОЙ И БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)**

Таблица 1. Содержание селена в зерне пшеницы, выращенной на почвах четырех областей.

Наименование области	Содержание селена в мкг/кг (флуориметрический метод)	Содержание селена в мкг/кг (метод атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией)
Калужская	39 ± 12	44 ± 14
Тульская	77 ± 9	78 ± 10
	90 ± 11	92 ± 14
Орловская	114 ± 9	122 ± 11
	161 ± 12	173 ± 12
	216 ± 18	229 ± 21
	246 ± 19	260 ± 24
	275 ± 24	281 ± 18
Белгородская	343 ± 21	362 ± 26
	253 ± 13	265 ± 12
	254 ± 16	282 ± 16
	264 ± 18	291 ± 19
	312 ± 20	338 ± 22
	321 ± 21	353 ± 24
	342 ± 24	361 ± 23
	368 ± 29	372 ± 25

Из данных таблицы 1 следует, что содержание селена в зерне пшеницы в этих областях колеблется от 39 мкг/кг до 372 мг/кг, что объясняется разнообразием типов почв, климатическими и агротехническими особенностями. Полученные данные могут быть использованы при решении проблемы селенодефицита в нашей стране.

Источник финансирования.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы Фундаментальных наук исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (тема № 0529-2016-0051)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991, 496 с.
2. Нагиева С.В. К вопросу о роли селена в развитии онкологических заболеваний. Казанский медицинский журнал. 2012. Т. 93. № 6. С 883-887.
3. Племенков В.В. Природные соединения селена и здоровье человека. //Вести РГУ им.

- И. Канта. Калининград, 2007. № 1. С.51-63.
4. Барабанщиков Л.Н. Селен в агроландшафтах Северного Зауралья. Аграрный вестник Урала. 2011. № 3. С. 64-66.
5. Вихрева В.А., Надежкина Е. В. Накопление селена растениями в зависимости от его содержания в черноземах выщелочных Пензенской области // Агрехимия, 2012, № 10. С. 46-50
6. Пищевые продукты и продовольственное сырье, комбикорма и комбикормовое сырье. Методика измерения массовой доли селена флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат – 02». Методика М 04-33-2004, С.- П., 2013. 19 с.
7. ГОСТ Р 56372-2015. Комбикорма, концентраты и премиксы. Определение массовой доли железа, марганца, цинка, кобальта, меди, молибдена и селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
8. Литвин Л. Ф. География почв сельскохозяйственных земель России. Монография – М.; Академия, 2002. 255 с.
9. Сычев В. Г., Аристархов А. Н., Яковлева Т.А., Панасин В.И., Бусыгин А.С. Проблема селена в почвах России и ее решение путем оптимизации селеновых удобрений. Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями: [периодическое издание ВНИИ агрохимии им. Д. И. Прянишникова для

участников Географической сети опытов с удобрениями] РАН, 2015, вып. 21, 44 с.

10. Синдерева А.В. Экологические и геохимические особенности накопления селена в почве и растениях в условиях Омской области. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (6). С. 6-11. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: Печатный городок, 2006. 255 с.

Пономарева Светлана Михайловна, к.б.н., ведущий научный сотрудник лаб. качества пищевых продуктов и аналитических методов исследования НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания. Биотехнологии и безопасности пищи». 142718, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, д. 22, тел. 8(495)543-38-20, E-mail: sv.m.ponomareva@gmail.com.

Семенова Людмила Ивановна, к.х.н., зав.лаб. качества пищевых продуктов и аналитических методов исследования НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания. Биотехнологии и безопасности пищи». 142718, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, д. 22, тел. 8(495)543-38-20, E-mail: Sel1194@yandex.ru.

Смирнов Станислав Олегович, к.т.н., заместитель директора по научной работе НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания. Биотехнологии и безопасности пищи». 142718, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, д. 22, тел. 8(495)543-38-20, E-mail: sts_76@bk.ru.