



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.87

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.009

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Светлана Михайловна Пономарева¹, Марина Игоревна Лындина²,
Ирина Викторовна Протункевич³

^{1, 2, 3} Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»,
Измайлово, Россия

¹ sv.m.ponomareva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0464-1812>

² lyndina58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0570-4739>

³ niippspt@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9514-4135>

Аннотация. Микроэлемент селен является необходимым нутриентом для нормального функционирования организма человека. Соединения этого микроэлемента защищают клеточные мембраны от окислительного разрушения, катализируют промежуточные реакции в метаболизме, понижают токсичность некоторых тяжелых металлов. Витамины С и Е совместно с селеном усиливают свои антиоксидантные свойства и эффективно предупреждают окисление в клетках и тканях. Кроме того, селен способен предохранять нуклеиновые кислоты от повреждений. Этот микроэлемент неравномерно распределен в различных регионах земного шара. Среднее содержание селена в земной коре, выраженное в процентах, то есть его кларковое число, составляет $5 \cdot 10^{-6}$.

Биологическая активность селена зависит от той химической формы, в которой он содержится в пище и организме. Неорганические формы селена более токсичны, чем органические. Поэтому для профилактики селенодефицитных состояний применяют органические формы селена.

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

Благодарности: авторы выражают признательность коллегам за помощь, благодарность за финансовую поддержку исследования.

Для цитирования: Пономарева, С. М., Лындина, М. И., Протункевич, И. В. Анализ результатов исследования содержания селена в растительном сырье // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 68-74. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.009.

ANALYSIS OF RESEARCH RESULTS OF SELENIUM CONTENT IN VEGETABLE RAW MATERIALS

Svetlana M. Ponomareva ¹, Marina Igorevna Lyndina ²,
Irina V. Protunkevich ³

^{1, 2, 3} Scientific Research Institute of Food Concentrates Industry and Special Food Technology – branch of Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Izmailovo, Russia

¹sv.m.ponomareva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0464-1812>

²lyndina58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0570-4739>

³niipspt@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9514-4135>

Abstract. *The trace element selenium is a necessary nutrient for the normal functioning of the human body. Compounds of this trace element protect cell membranes from oxidative destruction, catalyze intermediate reactions in metabolism, and reduce the toxicity of some heavy metals. Vitamins C and E together with selenium enhance their antioxidant properties and effectively prevent oxidation in cells and tissues. In addition, selenium is able to protect nucleic acids from damage. This trace element is unevenly distributed in different regions of the world. The average content of selenium in the earth's crust, expressed as a percentage as a clarke number, is $5 \cdot 10^{-6}$.*

The biological activity of selenium depends on the chemical form in which it is found in food and the body. Inorganic forms of selenium are more toxic than organic ones. Therefore, organic forms of selenium are used to prevent selenium deficiency conditions.

Keywords: *microelement selenium, selenium content, wheat grain, soil type and acidity, atomic absorption spectroscopy with electrothermal atomization.*

Acknowledgements: *the authors express gratitude to their colleagues for their help, thanks for the financial support of the research.*

For citation: Ponomareva, S. M., Lyndina, M. I. & Protunkevich, I. V. (2021). Analysis of research results of selenium content in vegetable raw materials. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 68-74. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.009.

ВВЕДЕНИЕ

Селен относится к числу микроэлементов, обязательно присутствующих в любом организме. Он поступает в организм по цепи почва – растение – продукт питания. Содержание селена в пищевых продуктах существенно варьирует в зависимости от происхождения сырья, используемого при их производстве. В справочниках по химическому составу пищевых продуктов данные по содержанию селена практически отсутствуют. В связи с этим, в течение двух лет проводились исследования по Госзаданию на содержание селена в отечественном растительном сырье, выращенном в разных регионах России для Таблиц химического состава. Результаты исследований были получены с использованием двух методов: флуориметрического с 2,3- диаминафталином и атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомиза-

цией. Содержание селена в растительном сырье достаточно широко варьирует от 20 до 800 мкг/кг воздушно-сухой массы. Эти колебания определяются климатическими, агротехническими условиями и типом почв.

МЕТОДЫ

Для определения содержания селена в растительном сырье, выращенном на почвах разных природно-климатических зон, применяли следующие методы:

- флуориметрический метод с использованием 2,3- диаминафталина (ДАН) характеризуется высокой селективностью и чувствительностью (0,002 мкг/мл). Анализы были выполнены на флюорате 02–3М (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.-Пб., 2013. 19 с.).

- метод атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией с модификатором матрицы палладий азотно-кислый на атомно-абсорбционном спектрофотометре Hitachi 180-80 (ГОСТ Р 56372-2015. Комбикорма, концентраты и премиксы. Определение массовой доли железа, марганца, цинка, кобальта, меди, молибдена и селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии).

Определение содержания селена в растительном сырье 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. Для анализа исследуемого зерна пшеницы опытным путем установили массу навески, которая составила около 3 г.

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 селена в образце методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией занимает всего около двух минут.

Определение содержания селена проводили в трех повторностях. Относительное стандартное отклонение при $P = 95\%$ составляло 1,2–10,4 %.

Исследованы образцы зерна пшеницы из 25 регионов, ржи – из 15 регионов, ячменя – из 11 регионов, овса – из 7 регионов, гречихи – из 3 регионов, кукурузы – из 7 регионов, а также образцы таких культур, как амарант, горох, кунжут, просо, рис, лен.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены результаты исследований по содержанию селена во всех перечисленных выше культурах. Для сравнения содержания селена в зерне пшеницы были выбраны различные области, граничащие между собой и характеризующиеся различными типами почв (от дерново-подзолистых до типичных черноземов) и климатическими условиями. Как известно, в кислых почвах соединения селена представлены селенидами и сульфидами, обладающими малой подвижностью и, соответственно, низкой доступностью для растений. В почвах, pH которых близок к нейтральному, преобладают селенаты. Эти соединения селена хорошо растворимы, обладают достаточной подвижностью и доступностью для растений. Содержание селена в черноземах увеличивается с повышением содержания в них гумуса.

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

Таблица 1 – Содержание селена в пищевых культурах отечественного производства (мкг/кг)

Table 1 – Selenium content in domestically produced food crops ($\mu\text{g} / \text{kg}$)

Наименование культуры	Содержание селена по регионам	Среднее содержание селена
Пшеница	44–433	238,5
Ячмень	582–705	643,5
Овес	377–665	521
Рожь	21–52	36,5
Гречиха	313–412	362,5
Кукуруза	688–793	740,5
Просо	358–369	363,5
Рис	72–164	118
Амарант	507–676	591,5
Кунжут	220–242	231
Горох	152–364	258
Лен	400–431	415,5

Содержание селена в растениях достаточно широко варьирует (от 20 до 800 мкг на кг воздушно-сухой массы).

Общее содержание селена в растениях определяется не только типом почвы, ее кис-

лотностью, но и содержанием гумуса, общим запасом селена, влиянием явлений антагонизма и синергизма других минеральных элементов, а также количеством осадков и температуры окружающей среды. Наши ис-

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

следования показали, что в зависимости от условий выращивания содержание селена в зерне пшеницы может варьировать от 44 до 433 мкг/кг. Содержание селена в ячмене изменяется от 582 до 723 мкг/кг воздушно-сухого вещества. Наблюдается тенденция увеличения его содержания на почвах с высоким плодородием. По результатам исследований ячмень можно отнести к культурам с высоким содержанием селена. Ячмень можно рекомендовать для использования в рационах питания как источник селена.

На основе зерна овса вырабатывают различные виды круп (толокно, хлопья и др.). Содержание селена в зерне овса изменяется от 377 до 665 мкг/кг. Также наблюдается тенденция увеличения его содержания селена на почвах южных регионов с высоким плодородием.

Рожь – близкая родственница пшеницы. В ее белке содержится значительно больше ценных аминокислот (лизина, треонина), а в зерне меньше клейковины. В муке пшеницы содержится больше гемицеллюлозы и клетчатки, которые улучшают микрофлору кишечника и укрепляют иммунитет.

Рожь имеет богатый комплекс витаминов, микроэлементов, антиоксидантов, благотворно действующих на сердечно-сосудистую систему, на функцию кроветворения, а также оказывающих противоаллергенное и противовоспалительное действие.

Рожь более холодостойка, чем пшеница, северные границы ее посевов доходят почти до Белого моря, захватывая на востоке всю земледельческую часть Сибири. Яровая рожь может даже вызревать в Якутии, Забайкалье и других районах с суровыми малоснежными зимами.

Содержание селена в зерне ржи колеблется от 21 до 52 мкг/кг. Наблюдается тенденция увеличения содержания селена в зерне ржи при ее выращивании на почвах черноземного типа.

Рожь, как зерновая культура, изначально была распространена в северных районах на кислых почвах с низким содержанием подвижного селена. Можно сказать, что ее генотип сформировался таким образом, что для этой культуры характерно невысокое по сравнению с пшеницей содержание селена в зерне.

Результаты по содержанию селена в зерне гречихи, выращенной в разных областях России, показывают, что его содержание изменяется в исследованных образцах от 313 мкг/кг до 416 мкг/кг воздушно-сухого вещества. Эта культура может быть достаточно

хорошим источником селена, кроме того в ней не содержится глютен.

Содержание селена в зерне кукурузы достаточно высокое и колеблется от 700 до почти 800 мкг/кг и зависит от конкретных условий ее выращивания (таблица 1). Кукуруза на зерно выращивается в основном в южных регионах. Можно сказать, что эта культура, наряду с овсом и ячменем, является хорошим источником селена. Эту культуру, как источник селена, можно также использовать в качестве добавки при составлении различных рационах питания.

В последние годы нетрадиционные виды растительного сырья, такие как амарант, широко применяются при производстве продуктов питания и пищевых добавок функционального назначения, интерес к которым со стороны потребителя постоянно растет. Среди зерновых культур амарант выделяется как важный источник минеральных веществ. По результатам наших исследований в нем содержится довольно высокое содержание селена – от 434 до 676 мкг/кг воздушно-сухого вещества. Он также относится к безглютеновым источникам сырья. К хорошим источникам селена относится также лен и просо (364 и 416 мкг/кг соответственно). В рисе содержание селена незначительно и в среднем составляет около 120 мкг/кг.

Горох относится к овощным культурам. При его выращивании в средней полосе Российской Федерации на среднесуглинистых окультуренных почвах содержание селена в его семенах может достигать 280–290 мкг/кг. Засушливые условия выращивания не оказывают значительного влияния на накопление селена семенами гороха, так как его корневая система стержневого типа, хорошо разветвленная, глубоко проникает в почву. Его растения чувствительны к содержанию влаги в почве особенно при прорастании семян и в первый период вегетации. В случае неблагоприятных условий выращивания (повышение содержания алюминия и токсичных металлов, в частности кадмия), его содержание уменьшается до 150–196 мкг/кг. Замачивание семян гороха перед посадкой раствором селена способствует увеличению его содержания до 300–350 мкг/кг даже при неблагоприятных условиях (образцы семян гороха были любезно предоставлены сотрудниками кафедры агрохимии МСХА им. К. А. Тимирязева).

В разных странах мира проводятся исследования по обогащению селеном различной продукции растениеводства. Обогащают не только зерновые культуры, но и овощные. Оценить обеспеченность селеном почвы

можно при помощи индикаторных растений. Резко реагирует на дефицит селена горох. Если запасы селена в почве истощены, то задерживается цветение гороха и снижается его урожайность. Признаком дефицита селена является появление на листьях мелких белых штрихов, расположенных продольно. Такая штриховатость отмечается на листьях культур, требовательных к микроэлементам, в том числе к селену.

В исследованных образцах кунжута среднее содержание селена составляет около 230 мкг/кг. Кунжутное семя благотворно влияет на пищеварение и обменные процессы: укрепляет иммунитет, ускоряет процессы метаболизма.

Систематизация экспериментальных данных по содержанию селена в исследованных растительных культурах, выращенных на почвах разного плодородия и климатических особенностей, показала, что его величина колеблется следующим образом: у пшеницы – от 44 до 433 мкг/кг, у ячменя – от 582 до 723 мкг/кг, у овса – от 377 до 665 мкг/кг, у

ржи – от 21 до 52 мкг/кг, у гречихи – от 313 до 416 мкг/кг, у кукурузы – от 700 до 800 мкг/кг. Отмечается тенденция увеличения содержания селена в культурах на почвах с высоким уровнем плодородия.

Сухие завтраки в зависимости от технологии производства вырабатывают в виде хрустящих хлопьев (сырье и готовая продукция были любезно предоставлены ГУП МПК «Крекер»).

В результате проведенных исследований получены экспериментальные данные по сравнительному содержанию селена в зерновом сырье и хлопьях, как продуктах его переработки. Из таблицы 2 видно, что содержание селена в продуктах переработки зерновых незначительно снижается по сравнению с исходным сырьем.

Полученные данные удовлетворительно согласуются с технологическими особенностями переработки различного зернового сырья и его индивидуальностью по морфологии строения.

Таблица 2 – Содержание селена в пищевом сырье и концентратах на его основе (мкг/кг)

Table 2 – Selenium content in food raw materials and concentrates based on it ($\mu\text{g} / \text{kg}$)

Наименование культуры	Содержание селена	
	Зерно	Хлопья
пшеница	120±16	108±11
рожь	18±3	16±2
овес	250±18	215±15
ячмень	220±16	184±14
гречиха	352±21	284±19
просо	16±2	11±2
горох	190±14	122±11

ОБСУЖДЕНИЕ

В пищевых продуктах селен находится в двухвалентной органической форме. В продуктах животного происхождения содержится селеноцистеин, а в продуктах растительного происхождения – селенометионин. Соединения селена участвуют в процессах, связанных с выведением органических перекисей и других продуктов метаболизма. Это позволяет использовать их для профилактики онкологических заболеваний, провоцируемых химическими воздействиями и радиацией. Селен стимулирует образование антител и тем самым повышает защиту организма от инфекционных заболеваний. В районах с недостаточным потреблением селена отмечается рост онкологических заболеваний. Нормы потребления этого микроэлемента справедливы

для всех животных, однако специфика метаболизма селена у некоторых видов еще не изучена [2, 3, 4].

Дефицит селена в продуктах питания может провоцировать ряд заболеваний: сердечно-сосудистых, онкологических, поражений печени, иммунодефицита и т.д. [5, 6, 7]. Селен входит в активный центр глутатионпероксидазы – одного из основных антиоксидантных ферментов, предотвращающих накопление в тканях свободных радикалов, и тем самым препятствующих перекисному окислению липидов и других соединений [8, 9].

В 1980 г. Всемирная организация здравоохранения причислила селен к незаменимым факторам питания. Этот микроэлемент входит в состав более 30 биологически активных соединений, содержащихся в орга-

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

низме человека и животных. Согласно рекомендациям ВОЗ, среднесуточная потребность человека в селене варьирует от 70 до 100 мкг. Эти цифры согласуются с российскими методическими рекомендациями, основанными на концепции о суточной потребности организма – так называемом адекватном уровне потребления (АУП) [10, 11].

Следует отметить, что в этих рекомендациях не учитывается влияние рационов питания, различий в весе человека и региона его проживания. Существуют 10-топ продуктов с высоким содержанием селена. К ним относятся: бразильский орех (лидер по содержанию селена), рыба и морепродукты, цельнозерновой хлеб, крупы (особенно гречневая), яйца, творог, мясо индейки, чеснок. Как уже отмечалось, в отечественных справочниках по химическому составу пищевых продуктов практически отсутствуют четкие данные по содержанию селена. Селен может также теряться в процессе переработки сырья.

В связи с этим, наш институт, как филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», по Госзаданию в течение двух лет проводил исследования на содержание селена в отечественном зерновом и другом растительном сырье, выращенном в разных регионах России для Таблиц химического состава.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ / ВЫВОДЫ

По результатам исследования можно сделать вывод о достаточных уровнях сохранности селена в продуктах переработки зернового сырья. Из представленных данных видно, что в хлопьях пшеничных и ржаных сохраняется до 90 % селена, гречишных и овсяных – 81–86%, ячменных – до 84 % пшеничных и гороховых – до 64 %.

В заключение следует отметить, что наиболее обогащенными селеном, по сравнению с другими видами зерновых хлопьев, являются гречишные, овсяные и ячменные хлопья.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук (тема № 0529-2019-0065 «Разработка и оценка эффективности новых инновационных пищевых О. Ф. ФАЗУЛЛИНА, С. О. СМЕРНОВ 74 ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 4 2020 концентра-

тов и продуктов диетического профилактического питания для спецконтингентов»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенко В.А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитенных ландшафтов. Ростов на Дону : ЮФУ. 2013. С. 388.
2. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А., Голубкина Н.А., Кушлинский Н.Е., Соколов Я.А. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе. М. : Изд-во РАМН, 2002. С. 224.
3. Галочкин В.А., Галочкина В.П. Органические и минеральные формы селена, их метаболизм, биологическая доступность и роль в организме // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 4. С. 3–15.
4. 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. С. 44.
5. Ермохин, Ю.И. Экспресс-методы химической диагностики потребности с.-х. культур в удобрениях. Омск : Вариант-Омск, 2010. С. 118.
6. Нагиева Ю.С. В. К вопросу о роли селена в развитии онкологических заболеваний // Казанский медицинский журнал. 2012. Т. 93. № 6. С. 883–887.
7. Племенков В.В. Природные соединения селена и здоровье человека // Вести. РГУ им. И. Канта. Калининград. 2007. № 1. С. 51–63.
8. Литвинов Л.Ф. География почв сельскохозяйственных земель России : монография. М., Академия. 2002. С. 255.
9. Синдирева А.В., Голубкина Н.А. Оценка селенового статуса территории Омской области // Омский научный вестник. 2011. №1 (104). С. 192–196.
10. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. М. : ДеЛи плюс, 2012. С. 283.
11. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Специфика влияния селена на организм человека и животных (применительно к проблеме создания селеносодержащих продуктов питания) // Вестник ОГУ. 2007. № 12. С. 136–145.

Информация об авторах

С. М. Пономарева – к.б.н, ведущий научный сотрудник лаборатории качества пищевых продуктов и аналитических методов исследования НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания. Биотехнологии и безопасности пищи».

М. И. Лындина – к.т.н. зав. сектором научно-технической информации, патентования и стандартизации НИИ ПП и СПТ –

филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи».

И. В. Протункевич – ведущий инженер сектора научно-технической информации, патентования и стандартизации НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи».

REFERENCES

1. Alekseenko, V.A. (2013). *Chemical elements in geochemical systems. Clarks of soils of residential landscapes*. Rostov on Don : SFedU. (In Russ.).

2. Tutelyan, V.A., Knyazhev, V.A., Khotimchenko, S.A., Golubkina, N.A., Kushlinsky, N.E. & Sokolov, Ya.A. (2002). *Selenium in the human body: metabolism, antioxidant properties, role in carcinogenesis*. Moscow: RAMS Publishing House. (In Russ.).

3. Galochkin, V.A. & Galochkina, V.P. (2011). Organic and mineral forms of selenium, their metabolism, bioavailability and role in the body. *Agricultural biology*, (4), 3-15. (In Russ.).

4. Sychev, V.G., Aristarkhov, A.N., Yakovleva, T.A., Panasin, V.I. & Busygin, A.S. (2015). The problem of selenium in soils of Russia and its solution by optimizing selenium fertilizers. *Bulletin of the Geographic Network of Experiments with Fertilizers: [periodical of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after V.I. DI Pryanishnikov for the participants of the Geographical Network of Experiments with Fertilizers]* RAS, (21), P. 44. (In Russ.).

5. Yermokhin, Yu.I. (2010). *Express methods of chemical diagnostics of the needs of agricultural workers. crops in fertilizers*. Omsk: Option-Omsk. (In Russ.).

6. Nagieva, S.V. (2012). On the role of selenium in the development of cancer. *Kazan Medical Journal*, 93(6), 883-887. (In Russ.).

7. Plemenkov, V.V. (2007). Natural compounds of selenium and human health. *News. Russian State University named after I. Kant. Kaliningrad*, (1), 51-63.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.06.2021; одобрена после рецензирования 22.08.2021; принята к публикации 17.09.2021.

The article was received by the editorial board on 28 June 21; approved after reviewing on 22 Aug 21; accepted for publication on 17 Sep 21.

(In Russ.).

8. Litvinov, L.F. (2002). *Geography of soils of agricultural lands in Russia*. Monograph. M. : Academy. (In Russ.).

9. Sindireva, A.V. & Golubkina, N.A. (2011). Assessment of the selenium status of the territory of the Omsk region. *Omsk Scientific Bulletin*, 1(104), 192-196. (In Russ.).

10. Tutelyan, V.A. (2012). *Chemical composition and caloric content of Russian food products*. M. : DeLi plus. (In Russ.).

11. Tretyak, L.N. & Gerasimov, E.M. (2007). The specificity of the effect of selenium on the human and animal organism (in relation to the problem of creating selenium-containing food products). *OSU Bulletin*, (12), 136-145.

Information about the authors

S. M. Ponomareva – Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the Laboratory of Food Quality and Analytical Research Methods of Scientific Research Institute of Food Concentrates Industry and Special Food Technology (branch of Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety).

M. I. Lyndina – Candidate of Technical Sciences, head sector of scientific and technical information, patent management and standardization of Scientific Research Institute of Food Concentrates Industry and Special Food Technology (branch of Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety).

I. V. Protunkevich – Leading Engineer of the Scientific and Technical Information, Patent Science and Standardization of Scientific Research Institute of Food Concentrates Industry and Special Food Technology (branch of Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety).