

Поиск нетоксичной формы селена

П. А. Полубояринов¹, М. Ю. Сергеева-Кондраченко², О. П. Виноградова², А. Г. Денисова²,
Д. В. Вихрев², В. И. Струков², А. В. Федоров³

¹ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза

²Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Пенза

³ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза

РЕЗЮМЕ

Селен – жизненно важный микроэлемент, ключевой агент в работе антиоксидантной системы человека. Поддержание его оптимального уровня в организме предупреждает развитие широкого ряда патологий и нарушений в функционировании эндокринной, сердечно-сосудистой, репродуктивной, нервной и других систем. Дефицит этого микроэлемента фиксируется у 50% россиян, достигая в отдельных регионах показателя 95–100%. Поэтому коррекция селенового статуса выступает актуальной задачей здравоохранения, в связи с чем ведутся исследования различных соединений селена, отличающихся эффективностью, степенью биодоступности и токсичности. Наиболее соответствующей физиологии человека, хорошо усваиваемой, эффективной и безопасной формой селена является аминокислота L-селеноцистин (селеноцистеин в восстановленном состоянии). Именно она легла в основу препарата компании «Парафарм» SELENBIO for women, который позволяет без риска интоксикации компенсировать дефицит селена у разных категорий населения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: селен, формы селена, соединения селена, селеноцистин, селеноцистеин, SELENBIO for women.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Finding non-toxic form of selenium

P. A. Poluboyarinov¹, M. Yu. Sergeeva-Kondrachenko², O. P. Vinogradova², A. G. Denisova²,
D. V. Vikhrev², V. I. Strukov², A. V. Fedorov³

¹Penza State University, Penza, Russia

²Penza Institute for Postgraduate Medicine – a Branch of Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, Penza, Russia

³Penza State Agrarian University, Penza, Russia

SUMMARY

Selenium is a vital trace element, a key agent in the functioning of the human antioxidant system. Maintaining its optimal level in the body prevents the development of a wide range of pathologies and disorders in the functioning of the endocrine, cardiovascular, reproductive, nervous and other systems. Deficiency of this microelement is observed in 50% of Russians, reaching 95–100% in some regions. Therefore, the correction of selenium status is an urgent task of public health, in connection with which research is underway on various selenium compounds that differ in efficiency, degree of bioavailability and toxicity. The most appropriate human physiology, well-absorbed, effective and safe form of selenium is the amino acid L-selenocystin (selenocysteine in a reduced state). This is what formed the basis of the Parafarm drug SELENBIO for women, which allows compensating for selenium deficiency in different categories of the population without the risk of intoxication.

KEY WORDS: selenium, forms of selenium, selenium compounds, selenocystin, selenocysteine, SELENBIO for women.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Из истории селена – токсичного... и жизненно важного элемента

С момента открытия селена (Se), занявшего впоследствии в таблице Менделеева 34-ю позицию, в 1817 году химиками Й. Я. Берцелиусом и Й. Г. Ганом понимание роли этого микроэлемента для человека претерпело кардинальные изменения. Вплоть до 50-х годов прошлого века ценность Se была связана исключительно с применением его в металлургической промышленности, изготовлении стекла, керамики, электроники и других сферах материального производства. В связи с регистрацией случаев отравления рабочих на селеновых предприятиях и падежа скота, питавшегося растениями, росшими на почвах с избыточным содержанием Se, этот элемент был признан токсином, присутствие которого в пище несет риск здоровью людей и животных.

Вторая половина XX века и два первых десятилетия нашего столетия ознаменованы переоценкой роли селена в организме человека. Начало новому взгляду на 34-й элемент положило открытие Джейн Пинсент в 1954 году его роли в жизнедеятельности микроорганизмов. Через три года К. Шварц и К. М. Фольц показали в ходе лабораторных экспериментов, что Se жизненно важен и для млекопитающих, которые в случае его недостатка могут столкнуться с дегенерацией скелетных мышц, кардиомиопатией и циррозом печени.

К середине 70-х годов XX века двумя исследовательскими группами (Дж. Ротрак и соавт., Л. Флоэ и соавт.) было доказано, что Se необходим для организма человека. Он входит в состав аминокислот селеноцистеина и селенометионина, участвующих в образовании селенопротеинов и, в частности, мощного эндогенного

антиоксиданта – фермента глутатионпероксидазы, который защищает от свободнорадикального разрушения клетки и ткани.

Роль селена в организме человека

Помимо нейтрализации оксидантов (восстановление гипоксидов липидов до спиртов и перекиси водорода до воды), селенопротеины участвуют в синтезе тиреоидных гормонов, борьбе с воспалением. Дефицит селена ассоциируется с повышенным риском смертности, снижением иммунитета и когнитивных способностей. Поддержание уровня Se на высоте, в том числе с помощью приема его добавок, предупреждает нарушение репродуктивных функций у обоих полов, снижает риск развития эндокринных болезней, в частности аутоиммунной патологии щитовидной железы, ожирения, онкологических, нейродегенеративных и сердечно-сосудистых заболеваний [1–4]. Также имеются достоверные данные о положительной корреляции высокого уровня селена (в пределах нормы) с продолжительностью жизни и замедлением возрастных патофизиологических изменений [4].

Знания о значении Se для здоровья человека продолжают расширяться. Так, в период пандемии COVID-19 были обнаружены свойства микроэлемента повышать способность врожденного и адаптивного иммунитета противостоять вирусам, включая *SARS-CoV-2*, что способствует более легкому течению болезни, снижению риска осложнений и летального исхода [5–7].

Однако вопрос о соотношении вероятной пользы и возможного вреда от приема добавок Se до сих пор остается дискуссионным. При рассмотрении проблемы опасности отравления селеном особый акцент делается исследователями на неодинаковой степени токсичности различных форм этого микроэлемента [8–11]. Соединения Se могут быть как сильно ядовитыми ксенобиотиками, так и согласующимися с физиологией человека безопасными веществами (при приеме в оптимальной дозировке).

Отдельного внимания заслуживает вопрос целесообразности дополнительного приема Se в связи с мониторингом селенового статуса населения. Насколько актуальна сегодня проблема селенодефицита?

Селеновый статус населения России

Согласно исследованию Института питания РАН, недостаток Se есть у каждого второго россиянина, причем в некоторых регионах он выявлен у 95–100 % жителей. Особенно неблагоприятна ситуация в Восточной Сибири и Забайкалье, где концентрация Se в организме людей на 50 % ниже нормы. В Москве нехватка селена обнаружена у 80 % женщин репродуктивного возраста, у 33 % детей и 38 % мужчин старше 30 лет [12].

Территориями с низким содержанием микроэлемента в почве являются республики Бурятия и Коми, Читинская, Иркутская, Ленинградская, Архангельская, Новгородская, Ярославская, Ивановская, Тверская, Московская области и некоторые другие регионы.

Массовый селенодефицит выступает фактором роста бесплодия и снижения рождаемости, сердечно-сосудистых катастроф, развития сахарного диабета, астмы, онкологии

и т.д. [2, 3, 12], что в перспективе чревато демографическим кризисом и уменьшением доли трудоспособных граждан. Таким образом, нормализация селенового статуса у россиян, в том числе с помощью добавок, является актуальной проблемой не только здравоохранения, но и устойчивого социального развития страны. В связи с этим особую важность приобретает определение нетоксичной и биодоступной формы Se, которая способна безопасно устранять селенодефицит у различных категорий населения.

Оценка токсичности и биодоступности различных форм селена

В современной фармацевтической промышленности для производства препаратов, служащих коррекции селенового статуса, применяется несколько форм Se. Рассмотрим их достоинства и недостатки, опираясь на критерии токсичности, степени усвояемости и соответствия физиологии человека с точки зрения путей метаболизма каждого конкретного соединения.

- *Элементарный селен* отличается биологической инертностью. Он неспособен растворяться во внутренних средах организма, но может вступать в реакцию с элементарным водородом, в результате чего образуется селеноводород – сильный восстановитель, но при этом очень ядовитое соединение. В настоящее время дискуссионным остается вопрос о возможностях применения коллоидного элементарного Se (наноселена) в терапии онкологических заболеваний [12]. Главная проблема использования коллоидного Se в медицине – это его труднорегулируемая и плохо предсказуемая биодоступность, зависящая от размера наночастиц и особенностей их растворения в липидах мембраны клеток, что повышает риск интоксикации [10].
- *Селенит натрия (Na_2SeO_3) и селенат натрия (Na_2SeO_4)* – соединения натрия с селенистой кислотой и натрия с селеновой кислотой соответственно. Это неорганические формы Se, которые неспособны поддерживать стабильный уровень микроэлемента в тканях организма. Кроме того, они являются окислителями и прооксидантами, прием которых нежелателен вместе с витаминами, обладающими антиоксидантными свойствами, в первую очередь с витамином С. Так, совместное применение селенита натрия с аскорбиновой кислотой способно стать причиной оксидативного стресса. В ходе преобразования селенита и селената натрия в организме происходит выделение ядовитого селеноводорода, который плохо утилизируется. Обе эти натриевые соли составляли основу препаратов Se первого поколения, разработанных в 1970-е годы. Сегодня их расценивают как наиболее токсичные формы селена с малоуправляемыми и плохо прогнозируемыми путями метаболизма [8, 10].
- *Эбселен* – одна из наименее токсичных синтетических форм селена, однако организм плохо усваивает из нее селен. При этом эбселен способен ингибировать активность широкого ряда жизненно важных ферментов. В России препаратов на его основе не зарегистрировано, но они выпускаются за рубежом, в частности в Германии [10].

- *Диацетофенонилселенид (ДАФС-25)* – форма Se, имеющая пути метаболизма, аналогичные преобразованиям селенита натрия, при более низком уровне токсичности. Последняя особенность объясняется тем, что в формуле ДАФС-25 самого Se содержится меньше, чем в молекуле селенита натрия, а также наличием промежуточных метаболитов [10]. На сегодняшний день диацетофенонилселенид находит применение преимущественно в ветеринарии.
- *Селенопирин* признан малотоксичной формой Se с выраженными антиоксидантными свойствами. Входит в состав ряда биологически активных добавок. Однако способность молекулы данного соединения элиминировать селен, то есть отделять его от молекулы вещества, невысока, в связи с чем он не способен быстро восполнять дефицит микроэлемента. К тому же пути метаболизма селенопиранина в человеческом организме еще недостаточно изучены [10].
- *Диметилдипиразолилселенид* относительно безопасен и входит в состав антиоксидантных биодобавок. Ряд исследователей полагают, что причиной его низкой токсичности также является отсутствие путей элиминации Se, что ставит под сомнение возможность использования диметилдипиразолилселенида для коррекции селенового статуса у человека [10].

Перечисленные выше соединения Se можно отнести к ксенобиотикам (от греч. *xenos* – чужой, *bios* – жизнь), то есть химическим веществам, по своей природе чужеродным человеческому организму. Более перспективным предстает использование в фармацевтическом производстве органических аминокислотных форм Se, представленных ниже.

- *Селенометионин* – аминокислота, которая хорошо усваивается в кишечнике и выступает пищевым источником биодоступного Se. Однако при высокой концентрации в почвах она в избыточных количествах аккумулируется съедобными растениями, вызывая хроническое отравление людей и животных [8]. Кроме того, отмечается способность селенометионина некорректно включаться в белки и ферменты, искажая их структуру, что, вероятно, и является причиной токсикоза, который при передозировке может вызвать эта аминокислота.
- *Селеноцистин* (при восстановлении в организме – селеноцистеин) – 21-я протеиногенная аминокислота, которая содержится в белках, генетически кодируясь на матричной РНК, что выгодно отличает ее от селенометионина. Является мощнейшим эндогенным антиоксидантом, который в форме селеноцистеина нейтрализует малоактивные свободные радикалы в невысоких концентрациях, а в виде селеноцистина борется с более активными окислителями в высоких концентрациях. Селеноцистин можно считать самым важным природным соединением Se. Все другие естественные формы микроэлемента либо включаются в биосинтез этой аминокислоты в качестве промежуточных веществ, либо оказываются ее метаболитами.

Эта аминокислота входит в химический состав многих растений и является неотъемлемым компонентом

тканей животных и человека. Поэтому при поступлении l-селеноцистина в организм человека его включение в метаболизм происходит незамедлительно и, что особенно важно, под контролем ферментов, с последующим восстановлением до селеноцистеина. Наличие у селеноцистина обменного пула при реакции с восстановленным глутатионом и образованием селеноцистеин-глутатиона селеносульфида, а также ферментативная регуляция биотрансформаций являются важнейшими преимуществами селеноцистина перед ксенобиотическими формами Se. Эти особенности метаболизма селеноцистина обеспечивают высокий профиль его безопасности. Согласно исследованиям, токсичность данной формы Se в 12–15 раз ниже, чем у селенита натрия, и в 6–7 раз меньше, чем у селенометионина.

Таким образом, из всех соединений Se аминокислота l-селеноцистин предстает наиболее эффективной, соответствующей физиологии человека, наименее токсичной, легкоусвояемой и имеющей точно установленные пути метаболизма.

Возможности увеличения содержания селеноцистина в растительном сырье

Исследователи давно обратили внимание на способность некоторых растений аккумулировать в своих тканях присутствующий в почвах Se. Однако низкое содержание этого микроэлемента в окружающей среде не позволяет использовать растения в качестве источника органического Se для коррекции селенового статуса у населения в большинстве регионов России. Поэтому, опираясь на зарубежный опыт обогащения почв селеном для повышения его концентрации в сельскохозяйственных культурах, российские ученые совместно с компанией «Парафарм» разработали оригинальный метод биофортификации растений астрагала шерстистоцветкового аминокислотой l-селеноцистином [8].

Астрагал – гипераккумулятор Se, способный в естественных условиях накапливать до 1,5 мг% селена, в том числе в форме l-селеноцистина. Для увеличения этого показателя было решено использовать специфические грибы и бактерии, внесение которых в почву вместе с селеноцистином увеличивает аккумуляцию растением l-селеноцистина в 5,9 раза. В итоге в 100 мг сухой массы растения накапливается до 70 мкг селена. Использование метода биофортификации астрагала позволило использовать полученное растительное сырье для производства биологически активной добавки SELENBIO for women.

SELENBIO for women – источник биодоступного органического селена

В одной таблетке препарата SELENBIO for women содержится 29 мкг Se растительного происхождения, что составляет 41 % суточной нормы, рекомендуемой специалистами. Кроме биофортификации, при производстве данного комплекса применяется еще один инновационный метод – криообработка растительного сырья, позволяющая сохранить полный спектр биологически активных веществ и полезных свойств астрагала. А как известно, эта трава оказывает протективное действие на сердечно-сосудистую, репродуктивную, мочевыделительную, нервную и другие системы человеческого организма.

Усилить антиоксидантные, протективные и терапевтические эффекты селена в составе SELENBIO for women призваны дополнительные компоненты: витамины С, Е и цинк. В сочетании с этими веществами-синергистами, участвующими в его метаболизме, Se проявляет максимальную эффективность как антиоксидант, противовоспалительное, кардиопротекторное, ноотропное и эндокринотропное средство.

Заключение

Селен является жизненно важным микроэлементом, играющим ключевую роль в работе антиоксидантной, эндокринной, сердечно-сосудистой, репродуктивной, нервной и других систем человеческого организма. Так как дефицит этого микроэлемента фиксируется у 50% россиян, коррекция селенового статуса выступает актуальной проблемой здравоохранения. Наиболее соответствующей физиологии человека, хорошо усваиваемой, эффективной и безопасной органической формой селена является аминокислота L-селеноцистин (селеноцистеин в восстановленном состоянии). Именно она легла в основу препарата компании «Парафарм» SELENBIO for women, который позволяет без риска интоксикации компенсировать дефицит селена у разных категорий населения.

Список литературы / References

1. Rayman M. P. Selenium and human health. *The Lancet*. 2012. No. 379 (98). P. 1256–1268. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61452-9.
2. Потупчик Т. В., Окладникова Е. В., Дресвянская Т. В. Профилактика ожирения и склерополицистоза с применением биологически активной добавки SELENBIO for women. *Врач*. 2022. № 3. С. 35–42. DOI: DOI: 10.29296/25877305-2022-03-073.
Potupchik T. V., Okladnikova E. V., Dresvyanskaya T. V. Prevention of obesity and scleropolycystosis with the use of dietary supplement SELENBIO for women. *Doctor*. 2022. No. 3. P. 35–42. DOI: DOI: 10.29296/25877305-2022-03-073.
3. Потупчик Т. В., Окладникова Е. В., Веселова О. Ф., Дресвянская Т. В. Возможности применения биологически активной добавки SELENBIO for women при нарушениях репродуктивного здоровья. *Врач*. 2022. № 1. С. 25–31. DOI: 10.29296/25877305-2022-01-04.
Potupchik T. V., Okladnikova E. V., Veselova O. F., Dresvyanskaya T. V. Possibilities of using dietary supplement SELENBIO for women in case of reproductive health disorders. *Doctor*. 2022. No. 1. P. 25–31. DOI: 10.29296/25877305-2022-01-04.
4. Kim S. H., Kim B. K., Park S. K. Selenocysteine mimics the effect of dietary restriction on lifespan via SKN-1 and retards age-associated pathophysiological changes in *Caenorhabditis elegans*. *Molecular Medicine Reports*. 2018. No. 18. P. 5389–5398. DOI: 10.3892/mmr.2018.9590.

Сведения об авторах

Полубояринов Павел Аркадьевич, к. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры общей и клинической фармакологии¹. E-mail: 79502304876@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-9870-0272

Сергеева-Кондраченко Марина Юрьевна, д. м. н., зав. кафедрой общей врачебной практики, эндокринологии, гастроэнтерологии и нефрологии². E-mail: marsekon@mail.ru

Виноградова Ольга Павловна, д. м. н., зав. кафедрой акушерства и гинекологии². E-mail: o_vinogradova69@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9094-8772

Денисова Алла Геннадьевна, д. м. н., проф. кафедры терапии, кардиологии, функциональной диагностики и ревматологии; зам. директора по науке и развитию². E-mail: denisoavaag@piuv.ru. ORCID: 0000-0002-7453-8335

Вихрев Денис Владимирович, к. м. н., директор²

Струков Виллорий Иванович, д. м. н., проф., проф. кафедры педиатрии². E-mail: villor3737@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0959-3933

Федоров Александр Викторович, агроном³. E-mail: f.058@yandex.ru

¹ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза

²Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Пенза

³ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза

Автор для переписки: Полубояринов Павел Аркадьевич.
E-mail: 79502304876@yandex.ru

Для цитирования: Полубояринов П. А., Сергеева-Кондраченко М. Ю., Виноградова О. П., Денисова А. Г., Вихрев Д. В., Струков В. И., Федоров А. В. Поиск нетоксичной формы селена. *Медицинский алфавит*. 2023; (11): 31–34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-11-31-34>.

5. Окладникова Е. В., Потупчик Т. В., Эверт Л. С. и др. Особенности метаболизма и спектра действия селена, возможности применения селеносодержащих пищевых добавок в условиях пандемии SARS-CoV-2. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2022. № 3 (25). С. 23–33. DOI: 10.29296/25877313-2022-03-04.

Okladnikova E. V., Potupchik T. V., Evert L. S. Features of the metabolism and action spectrum of selenium, the possibility of using selenium-containing food supplements in the context of the SARS-CoV-2 pandemic. *Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2022. No. 3 (25). Pp. 23–33. DOI: 10.29296/25877313-2022-03-04.

6. Дедов Д. В. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): эпидемиология, клиническая характеристика больных, риск осложнений, профилактика, применение селеносодержащих препаратов. *Врач*. 2022. № 5. С. 58–60. DOI: 10.29296/25877305-2022-05-12.

Dedov D. V. Novel coronavirus infection (COVID-19): Epidemiology, clinical characteristics of patients, risk of complications, prevention, use of selenium-containing drugs. *Doctor*. 2022. No. 5. P. 58–60. DOI: 10.29296/25877305-2022-05-12.

7. Елистратов Д. Г. Остео-Вит D3 и СЕЛЕНБИО фо умен в профилактике COVID-19 и постковидных осложнений. *Медицинская сестра*. 2022. № 24 (2). С. 42.

Elistratov D. G. Osteo-Vit D3 and SELENBIO for women in the prevention of COVID-19 and post-COVID complications. *Nurse*. 2022. No. 24 (2). P. 42.

8. Моисеева И. Я., Сергеева-Кондраченко М. Ю., Струков В. И. и др. Изучение наиболее востребованных в пищевой и фармацевтической отраслях форм селена на предмет биодоступности и токсичности. *Терапевт*. 2022. № 10. С. 12–17.

Moiseeva I. Ya., Sergeeva-Kondrachenko M. Yu., Strukov V. I. Study of the forms of selenium most in demand in the food and pharmaceutical industries for bio-availability and toxicity. *Therapist*. 2022. No. 10. P. 12–17.

9. Полубояринов П. А., Елистратов Д. Г. Исследование биофортификации растений астрагала шерстистоцветкового (*astragalus dasyanthus pall.*) аминокислотой L-селеноцистином. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2019. Т. 22. № 12. С. 64.

Poluboyarinov P. A., Elistratov D. G. Study of biofortification of *Astragalus dasyanthus pall.* plants with the amino acid L-selenocystin. *Questions of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2019. V. 22. No. 12. P. 64.

10. Полубояринов П. А., Елистратов Д. Г., Швецов В. И. Метаболизм и механизм токсичности селеносодержащих препаратов, используемых для коррекции дефицита микроэлемента селена. *Тонкие химические технологии / Fine Chemical Technologies*. 2019. № 14 (1). С. 5–24. DOI: 10.32362/2410-6593-2019-14-1-5-24.

Poluboyarinov P. A., Elistratov D. G., Shvets V. I. Metabolism and mechanism of toxicity of selenium-containing drugs used to correct the deficiency of the trace element selenium. *Fine Chemical Technologies*. 2019. No. 14 (1). Pp. 5–24. DOI: 10.32362/2410-6593-2019-14-1-5-24.

11. Шурыгина И. А., Шурыгин М. Г. Наноконпозиции селена – перспективы применения в онкологии (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2020. № 27 (1). С. 81–86. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16517.

Shurygina I. A., Shurygin M. G. Selenium nanocomposites – prospects for application in oncology (literature review). *Bulletin of new Medical Technologies*. 2020. No. 27 (1). Pp. 81–86. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16517.

12. Глотова И. А., Галочкина Н. А., Курчаева Е. Е. Селендефицитные состояния населения и способы их алиментарной коррекции. *Пищевая промышленность*. 2013. № 12. С. 74–77.

Glofova I. A., Galochkina N. A., Kurchaeva E. E. Selenium-deficient states of the population and ways of their nutritional correction. *Food Industry*. 2013. No. 12. P. 74–77.

Статья поступила / Received 05.04.23

Получена после рецензирования / Revised 12.02.23

Принята в печать / Accepted 14.04.23

About authors

Poluboyarinov Pavel A., PhD Agri Sci, associate professor, associate professor at Dept of General and Clinical Pharmacology¹. E-mail: 79502304876@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-9870-0272

Sergeeva-Kondrachenko Marina Yu., DM Sci (habil.), head of Dept of Therapy, General Medical Practice, Endocrinology, Gastroenterology and Nephrology². E-mail: marsekon@mail.ru

Vinogradova Olga P., DM Sci (habil.), head of Dept of Obstetrics and Gynecology². E-mail: o_vinogradova69@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9094-8772

Denisova Alla G., DM Sci (habil.), professor at Dept of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics and Rheumatology; deputy director for science and development². E-mail: denisoavaag@piuv.ru. ORCID: 0000-0002-7453-8335

Vikhrev Denis V., PhD Med, director²

Strukov Viliory I., DM Sci (habil.), professor, professor at Dept of Pediatrics². E-mail: villor3737@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0959-3933

Fedorov Alexander V., agronomist³. E-mail: f.058@yandex.ru

¹Penza State University, Penza, Russia

²Penza Institute for Postgraduate Medicine – a Branch of Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, Penza, Russia

³Penza State Agrarian University, Penza, Russia

Corresponding author: Poluboyarinov Pavel A. E-mail: 79502304876@yandex.ru

For citation: Poluboyarinov P. A., Sergeeva-Kondrachenko M. Yu., Vinogradova O. P., Denisova A. G., Vikhrev D. V., Strukov, V. I., Fedorov A. V. Finding non-toxic form of selenium. *Medical alphabet*. 2023; (11): 31–34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-11-31-34>.

