

**Салимзаде Э.А.О.<sup>1</sup>, Кашарная О.В.<sup>1</sup>, Ермилова Т.С.<sup>1</sup>, Самбунова М.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Астраханский государственный университет

Россия, Астрахань

<sup>2</sup> ООО «БИОС»

Россия, Москва

## **Селен и его биологическая роль в живых организмах**

### **Аннотация**

В статье обсуждается участие селена в биофизических, метаболических и энергетических процессах организма человека и животных, его биологические функции в живых системах. Упоминается важность открытия и дальнейшего изучения микроэлемента для полноценного существования организмов и их защиты от патологий и вирусов. Обсуждается содержание микроэлемента в пищевых продуктах и растениях, его необходимость для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и животноводства.

### **Ключевые слова**

Селен, микроэлемент, биологические свойства селена, антиоксидантная защита, антиканцерогенный фактор.

## **Selenium and its biological role in living organisms**

### **Abstract**

The article discusses the role of selenium in the biophysical, metabolic and energy processes of the human and animal body, its biological functions in living systems. The importance of the discovery and further study of the trace element for the full existence of organisms and their protection from pathologies and viruses is mentioned. The content of the trace element in food products and plants, its necessity for increasing the productivity of agricultural crops and animal husbandry is discussed.

### **Keywords**

Selenium, trace element, biological properties of selenium, antioxidant protection, anticarcinogenic factor.

### **Введение**

Селен один из важнейших микроэлементов (массовая доля в организме человека 10-5 – 10-7%), способных поддерживать многочисленные биологические функции в живых организмах. Влияет на обмен протеинов, в частности на обмен серосодержащих аминокислот, гормонов, липидных структур. Микроэлемент является одним из 30 жизненно необходимых соединений в организме высших животных, входит в состав молекул ферментов различных систем [1, 2]. Селен относится к эссенциальным микроэлементам, который еще не так давно относили к разряду токсичных. В XIII веке Марко Поло писал об отравлениях лошадей при поедании местных растений на Тибете. Это дало начало изучению токсических свойств элемента и соответствующих специфических заболеваний. Несмотря на то, что Se является одним из самых токсичных элементов, он в то же время имеет биохимические функции, определяющие активность целого ряда важнейших ферментов [3]. Селен входит в группу из семи элементов (Fe, Ca, Mg, I, Se, Zn, Cu) от дефицита которых страдают жители нашей планеты.

Открытие элемента произошло в 1817г. в шламах свинцовых камер сернокислотного завода в Грисхольме и принадлежит шведскому химику Я. Берцелиусу. Его среднее содержание в земной коре равно  $5 \times 10^{-6}\%$  (0,05 мг/кг). В растениях содержание составляет 0,03-0,2 мг/кг сухого вещества, в органах и тканях наземных животных – 0,3-1,7 мг/кг. Как необходимый микроэлемент селен был признан в 1957 г. [4].

Большой вклад в изучении биологической роли Se принадлежит немецкому ученому Клаусу Шварцу (K. Schwarz). Так в экспериментах с крысами, получающими рацион с казеином, обработанным 0,1 М раствором гидроокиси натрия, развитие некротической дегенерации печени проявлялась и у животных, получавших корм с нормальным содержанием витамина E и серосодержащими аминокислотами. Возникающее заболевание наталкивало на

мысль о существовании дополнительного фактора, способствующего его возникновению, в виде вещества, удаленного щелочным гидролизом [5].

Дальнейшие исследования дали основание предполагать, что недостаток Se и витамина E в рационе вызывает развитие ряда патологий организма сельскохозяйственных животных [6, 7].

### **Роль селена в живых организмах**

Особенность обмена элемента состоит в том, что он всасывается в организме животных на протяжении всего пищеварительного канала. Усвояемость соединений селена достигает 70-80%. У жвачных он в основном абсорбируется слизистой оболочкой преджелудка, а у лошадей в слепой кишке. Транспортируется в организме в соединении с  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулинами крови. Около 79% Se поглощается эритроцитами, а остальное его количество депонируется клетками почек, печени и других тканей. В зависимости от состава рациона выводится и с мочой, и с фекалиями. Кратность накопления микроэлемента в мягких тканях организма равна 87, а биологический период полувыведения – 50-60 суток [8].

Селен заменяет серу в цистеине и метионине, образуя при этом селеносодержащие аминокислоты селеноцистеин и селенометионин.

Эти аминокислоты, являясь более биологически активными, обладают гораздо более превосходящим радиопротекторным свойством, чем цистеин и метионин. Они снижают количество свободных радикалов, которые приводят к накоплению продуктов окисления, вызывающих окислительную деструкцию клеточных мембран [9, 10]. Таким образом, селен является элементом, выполняющим в организме многочисленные защитные функции, усиливающим иммунную защиту организма. Высокое содержание элемента помогает в борьбе с таким заболеванием, как рак. Элемент также способен предохранять организм от отравления соединениями ртути, кадмия, мышьяка, таллия и ванадия.

Всемирная организация здравоохранения в 1980 году причислила селен к незаменимым факторам питания. По принятым международным нормам оптимальное его количество - 100-300 мкг/кг сухого вещества пищи или корма в

питании животных [1]. Суточная потребность микроэлемента организмом человека составляет 80-200 мкг, его концентрация в организме зависит также от возраста. Наиболее высокие концентрации элемента обнаружены в головном мозге, почках, печени, эндокринных железах и других структурах организма. В крови его концентрация составляет 0,74-2,97 мкмоль/л. Неорганические соединения селена усваиваются хуже, чем органические. От 55 до 80 % поступившего микроэлемента всасывается в основном в двенадцатиперстной кишке. Селен способен всасываться через легкие и кожу. В липопротеидах плазмы крови человека примерно 6 % селена от общего его количества в плазме.

Транспорт элемента в организме происходит селенопротеином Р. Селен выводится из организма через почки, с калом и выдыхаемым воздухом. Выделяется с мочой в виде метилированного селена, через легкие – в виде диметилселенида.

Известно, что селеносодержащие белки, присутствующие в организме позвоночных, имеют в своем составе только одну селеносодержащую аминокислоту — селеноцистеин. Селен, входящий в состав селенита и селенидов, включается в аминокислоту серин, которая затем служит единственным прямым предшественником селеноцистеина, то есть организм сам способен синтезировать селеноцистеин, используя только углеродный скелет серина и минеральный селен [1]. Микроэлемент, находящийся в двухвалентной органической форме, в животных продуктах представлен селеноцистеином (Se-Cys), а в растительных – селенометионином (Se-Met) [11, 12]. В растениях микроэлемент оказывает влияние на процессы роста, фотосинтез, зимостойкость, засухоустойчивость и продуктивность сельскохозяйственных культур. Селен поглощается внутри растений с помощью сульфатных переносчиков и усваивается с помощью серы [13].

Селеноцистеин и селенометионин наиболее предпочтительны для организма, из-за высокой усвояемости, что составляет 95-98% в органической форме, в неорганической форме - 10%. Поступление микроэлемента в организм обеспечивается в основном потребляемой пищей.

В геноме человека расшифровано 35 селенопротеинов, которые непосредственно связаны с окислительно-восстановительными процессами. Селенопротеины подразделяют на белки, представленные неспецифическим включением селена; белки специфические селен-связывающие; специфические селеноцистеин-содержащие селенопротеины. Главные селеносодержащие ферменты - 5 глутатионпероксидаз (ГПО): классическая ГПО 1, желудочно-кишечная ГПО 2, плазменная ГПО 3, фосфолипид гидропероксид ГПО 4, ядерная ГПО 5 сперматозоидов; тиоредоксинредуктазы (ТР), селенофосфат синтаза, 2 дейнодиазы. Глутатионпероксидазы и тиоредоксинредуктазы восстанавливают гидроперекиси, защищая от окислительного повреждения, при котором накапливаются активные формы кислорода ( $\text{OH}^\bullet$ ,  $\text{O}_2^{\cdot-}$ ) и азота ( $\text{NO}^\bullet$ ). Их выработка регулируется сосудистыми NAD(P)H оксидазами и эндотелиальной нитроксидсинтазой. Их метаболизм и физиологические функции координируются ГПО и тиоредоксин-ТР системами. Эндотелиальные селенопротеины регулируют сосудистый тонус, поддерживая баланс  $\text{O}_2^-$  /  $\text{NO}^\bullet$ , клеточную адгезию, апоптоз, синтез эйкозаноидов цикло- и липоксигеназами, регулируя воспаление и атерогенез. Многочисленные исследования доказывают роль ионов и соединений селена как антиоксиданта [14, 15, 16].

Соотношение активности перекисного окисления липидов (ПОЛ) и компонентов системы антиоксидантной защиты, к которым относится селеноцистеин-содержащая ГПО, существенно влияет на патогенез заболеваний репродуктивной системы, которые зачастую развиваются на фоне окислительного стресса. Соединения селена оказывают положительное действие на эндокринную функцию фетоплацентарной системы, синтез и метаболизм половых гормонов, обеспечивая высокую сократительную деятельность матки и профилактику послеродовых осложнений, в том числе обеспечивая деятельность ферментативного звена системы антиоксидантной защиты (АОЗ), входя в структуры молекул антиокислительных ферментов [17, 18, 19, 20]. Глутатионредуктаза и тиреоредоксинредуктаза восстанавливают гидроперекиси,

защищая клеточные структуры от оксидативного повреждения и накопления активных форм кислорода (АФК) [21].

Добавление стельным коровам дополнительных источников селена сдерживает процессы перекисного окисления липидов, которые, как доказано во многих исследованиях [19, 22], становятся более активными в предродовой период. В эксперименте на коровах красно-пестрой породы (Сафонов В.А.) при назначении в одной из опытных групп препарата «Селемаг» (витамин Е + селенит натрия) в дозе 100 мкг на 1 кг живой массы за месяц до отела, активность малонового диальдегида возрастала в сравнении с фоном на 17,3%, в группе с назначением «Селедант» (органический селен) в дозе 10 мкг/кг – на 8%, в то же время в контрольной группе повышение составляло 34,7%. Концентрация основного селенсодержащего фермента АОЗ – глутатионпероксидазы в сравнении с фоновыми значениями уменьшилась на 8,9 – 11%, в то же время ее показатели увеличились по сравнению с контролем в 1,34 – 1,39 раз (при  $P < 0,01$ ) [22]. Таким образом применение у глубокостельных коров перед родами препаратов селена неорганической и органической природы стабилизирует свободнорадикальное окисление путем удержания баланса продукции и утилизации активных форм кислорода, благодаря обеспечению пополнения ферментативного звена АОЗ.

Участие микроэлемента в биофизических, метаболических и энергетических процессах организма человека и животных доказано и продолжает изучаться.

Содержание микроэлемента в растениях зависит агрохимических свойств почв, погодных условий, фазы развития и биологических особенностей растений. В растениях он находится в виде неорганических форм, представленных селенатами и селенитами, и органических форм [23]. Среднее содержание селена в растениях - 0,1–1,0 мг/кг [24]. Дефицит микроэлемента возникает при его содержании в растениях ниже 0,05 мг/кг. По утверждению Sabata – Pendas нормальная концентрация селена в листьях растений равна 0,01–

2,0 мг/кг, токсичная – 5–30 мг/кг [25]. Содержание микроэлемента в растениях на сухую массу в пределах 10–1100 мкг/кг [26, 27, 28].

Среди продуктов с высоким содержанием Se бразильский орех - 1530 мкг на 100г, в семенах подсолнечника - 79 мкг на 100г. Селен есть в составе семян кунжута, льна, чиа. Куриные яйца содержат 31,7 мкг, творожная масса — от 10 до 30 мкг этого компонента на 100г продукта в зависимости от происхождения. Фасоль, как и другие продукты с селеном, является прекрасным мочегонным средством, расширяет сосуды, улучшает обмен веществ, стабилизирует уровень глюкозы в крови, снижая гипогликемический индекс у диабетиков. В 100 г фасоли содержится 24,9 мкг Se. Содержание микроэлемента в 100 г чеснока — 14,2 мкг. 154 мкг селена входит в 100 г рыбы и морепродуктов. В отварных кальмарах содержание селена 130 мкг, в консервированном тунце — 90 мкг на 100г продукта. В разных видах мяса содержится от 10 до 100 мкг микроэлемента на 100 г. В свином мясе (после обжарки) содержится 21 мкг селена, а в куриной грудке (без кожи) — 16мкг. В ячневой крупе содержится 23 мкг, в пшеничной крупе — 19 мкг. В ржанных хлебцах содержится 36,6 мкг селена, в цельнозерновом хлебе из пшеничной муки — 40 мкг на 100г продукта.

В естественных травах содержание микроэлемента составляет 2–174 мкг/кг [29]; в многолетних травах – 64–108 мкг/кг [26]; в зернах пшеницы – 10–421 мкг/кг; в зернах ржи – 5–52 мкг/кг; в зернах ячменя – 4–200 мкг/кг; в зернах овса 5–248мкг/кг. На содержание Se в урожае сельскохозяйственных культур влияет уровень содержания микроэлемента в почвах [26, 27, 28, 29, 30]. Интенсивное применение фосфорных и других удобрений, загрязнение почв тяжелыми металлами могут стать причиной дефицита элемента в почвах. Для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур необходимо применение селеновых удобрений [31].

Как и при недостатке витамина E, при дефиците Se в кормах происходит задержка роста животных, дегенеративные и дистрофические изменения в таких тканях как миокард, в скелетных мышцах, нервных клетках, структурах костной ткани, печени, кожном и волосяном покровах, возникают патологии в других

органах и тканях, снижается функция воспроизведения потомства [32]. Так у новотельных коров в 75 % случаев можно выделить патологии эндометрия, увеличение времени инволюции матки, приход в охоту на более поздних сроках, задержку последа, частые выкидыши.

Микроэлемент способен снижать частоту мутаций, обладает антитератогенным и радиопротекторным эффектом, стимулирует антиоксическую защиту, нормализует обмен нуклеиновых кислот и белков, нормализует обмен эйкозаноидов, регулирует функцию щитовидной и поджелудочной желез. Селен влияет на гормоны и нейротрансмиттеры [33, 34].

С низким селеновым статусом может быть связаны увеличение распространенности, вирулентности вирусов и особенности течения заболевания при ряде вирусных инфекций, например при герпетической ангине [35, 36, 37]. В последнее время микроэлементу уделяется повышенное внимание со стороны медицины в связи с развитием коронавирусной инфекции. Установлено, что недостаток селена и селенопротеинов связан повышением уровня заболеваемости и смерти пациентов от COVID-19. Немецкими учеными было выяснено, что средний уровень селена у пациентов, погибших от COVID-19, был понижен в сравнении с восстановившимися пациентами ( $40,8 \pm 8,1$  против  $53,3 \pm 16,2$  мкг/л), как и уровень селенопротеина Р ( $2,1 \pm 0,9$  против  $3,3 \pm 1,3$  мг/л). Форма Se, - селенит натрия, может окислять тиоловые группы в дисульфидизомеразе вирусного белка, тем самым уменьшая способность проникновения вируса через мембрану клетки [38, 39].

### **Заключение**

Селен оказывает положительное влияние на качество жизни, повышает сопротивление окислительному стрессу, снижает скорость развития возрастных заболеваний, т.е. относится к геропротекторам. Микроэлемент является антиканцерогенным фактором. Дефицит селена снижает иммунитет, способствует развитию атеросклероза, катаракты, замедлению роста, вызывает патологию сурфактантной системы легких, репродуктивные патологии. Предполагается связь низкого селенового статуса с увеличением



распространенности вирусов, их вирулентности и особенностью течения заболевания. При недостатке селена происходит снижение скорости миграции нейтрофилов из крови в ткани организма, что связывают с увеличением адгезии нейтрофилов на эндотелиальных клетках. Таким образом, прослеживается связь между потреблением селена и патологическими состояниями организмов. Поэтому важно учитывать содержание данного микроэлемента в потребляемых продуктах и оптимизировать суточное потребление его в рационе.

В животноводстве дополнение рациона селеном в неорганической и в органической форме, либо его внутримышечное введение положительно влияет на систему ПОЛ – АОЗ животных, предотвращая интоксикацию организма продуктами пероксидации, снижая тем самым патогенез репродуктивных дисфункций на фоне окислительного стресса. Селен способствует оптимизации гомеостаза и улучшению состояния репродуктивной системы, повышению показателей воспроизводства, что обосновывает рекомендации к применению селеносодержащих препаратов в продуктивном скотоводстве.

Представляет интерес возможность использования селена для профилактики COVID-19, поскольку установлено, что недостаток селена и селенопротеинов связан повышением уровня заболеваемости и смерти пациентов от COVID-19. Способность селенита натрия окислять тиоловые группы в дисульфидизомеразе вирусного белка возможно использовать в борьбе с COVID-19, это так же требует дальнейшего изучения, также как и другие возможности влияния данного микроэлемента на течение заболеваний.

### **Список источников информации**

1. Галочкин В.А., Галочкина В.П. Органические и минеральные формы селена, их метаболизм, биологическая доступность и роль в организме // Сельскохозяйственная биология, 2011. Т. 46. № 4. С.3-15.
2. Сафонов В.А., Шишкина Е. Селемаг и гепатопротектор в профилактике послеродовых осложнений у коров // Молочное и мясное скотоводство, 2011. № 5. С. 25-26.

3. Кригер П.О., Мохова Е.В. Биологическая роль селена в питании сельскохозяйственных животных и птицы // Химия и жизнь. Сборник статей XIX Международной научно-практической студенческой конференции, 2020. С. 58-62.
4. Гишинская Л.Г., Григорьева Т.Н., Разворотнева Л.И., Трофимова Л.Б. Состав и физико-химические свойства природных голубых глин // Химия в интересах устойчивого развития, 2008. Т. 16. №. 2. С. 147-157.
5. Schwarz K., Foltz C. Selenium as an integral part of factor 3 against necrotic dietary liver degeneration // J. Am. Chem. Soc., 1957. Vol. 79. P. 3292-3293.
6. Прохорова Ю.В., Гавриков А.В. Влияние селена на организм птицы // Птицеводство, 2015. № 10. С. 9-11.
7. Chernitskiy A., Shabunin S., Kuchmenko T., Safonov V. On-farm diagnosis of latent respiratory failure in calves. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 2019. Vol. 43. № 6. P. 707-715.
8. Ganther H.E. Selenium metabolism and function in man and animals // De Gruyter, 2021. P. 1-24.
9. Голубкина Н.А. Содержание селена в пшеничной и ржаной муке России, стран СНГ и Балтии // Вопр. питания, 1997. № 3. С. 17-20.
10. Блинецова Г.Н., Сафонов В.А., Нежданов А.Г., Рецкий М.И. Антиоксидантный статус беременных и бесплодных коров // Молочное и мясное скотоводство, 2008. №.7. С. 39-40.
11. Amini P., Kolivand S., Saffar H., Rezapoor S., Motevaseli E., Najafi M., ... Musa A.E. Protective effect of Selenium-L-methionine on radiation-induced acute pneumonitis and lung fibrosis in rat // Current clinical pharmacology, 2019. No. 14(2). P. 157-164.
12. Mousaie, A., Valizadeh, R., & Chamsaz, M. Selenium-methionine and chromium-methionine supplementation of sheep around parturition: impacts on dam and offspring performance // Archives of animal nutrition, 2017. № 71(2). P. 134-149.
13. Dumont E., Vanhaecke F., Cornelus R. Selenium speciation from food source to metabolites: a critical review // Anal. Bioanal. Chem, 2006. № 385. P. 1304-1323.

14. Xie X., Chen M., Zhu A. Identification and characterization of two selenium-dependent glutathione peroxidase 1 isoforms from *Larimichthys crocea* // *Fish & shellfish immunology*, 2017. T. 71. С. 411-422.
15. Salman, M. Effects of different levels of organic selenium supplementation on fattening performance, carcass characteristics and blood GSH-Px activity in lambs // *Rev. med. Vet (France)*, 2009. Vol.160. № 5. P. 258-264.
16. Maldonado G., Nava G., Plancarte A. Two glutathione transferase isoforms isolated from juvenile cysts of *Taenia crassiceps*: identification, purification and characterization // *Journal of helminthology*, 2018. Vol. 92. №. 6. P. 687-695.
17. Ventsova I., Safonov V. The role of oxidative stress during pregnancy on obstetric pathology development in high-yielding dairy cows // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2021, № 16(1). P. 7-14.
18. Трошина Е.А., Сенюшкина Е.С., Терехова М.А. Роль селена в патогенезе заболеваний щитовидной железы // *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*, 2018. Т. 14. № 4. С. 92-205.
19. Постраш И.Ю., Соболева Ю.Г., Засинец С.В., Постраш Я.В. Состояние перекисного окисления липидов у глубокостельных коров // *Ученые записки УО ВГАВМ*. Том 44, выпуск 2. С. 115-117.
20. Галочкин В.А., Галочкина В.П. Метаболические трансформации селена и биологическая функция селенопирана // *Prob. Prod. Anim. Biol.* 2008. – P. 3- 20.
21. Анурьева Т.М., Станевич Л.М., Анурьев А.М., Филиппова Г.Т. Биологическая роль селена // *Инновационные технологии в фармации*. Иркутск. Выпуск 6, 2019. С. 500-505.
22. Сафонов В.А. Препараты селена в коррекции пероксидного статуса и воспроизводительной функции коров // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*, 2011. № 3. С. 60-62.
23. Серегина И.И., Ниловская Н.Т. Биологическая роль селена в растениях // *Агрохимия*, 2002. № 10. С.76-85.
24. Шеуджен А.Х. *Агробιοгеохимия* // 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2010. С. 877.

25. Cabata – Pendias A. Trace Elements in Soils and Plant // 4th Boca Raton, FL: CRC Press, 2010. 548p.
26. Голубкина Н.А. Папазян Т.Т. Селен в питании: растение, животное, человек // М.: Печатный городок, 2006. С. 255.
27. Синдирева А.В. Критерии и параметры действия микроэлементов в системе почва – растение – животное // автореф. дис. д-ра биол. наук. Тюмень, 2012. С. 32.9.
28. Шубина О.И., Кашин В.К. Влияние селена на яровую пшеницу в условиях селенодефицитной биогеохимической провинции // Агрохимия, 2012. № 5. С. 45-51.
29. Аристархов А.Н. Оптимизация полиэлементного состава в агроэкосистемах России. Эколого-агрохимическая оценка состояния, дефицита, резервов, способов и средств управления // М.: Изд-во ВНИИА, 2019. С. 832.
30. Ермаков В.В. Биогеохимия селена и его значение в профилактике эндемических заболеваний человека // Вестник отделения наук о земле РАН, 2004. № 1. С. 1-17.
31. Побилат А.Е., Волошин Е.И. Особенности содержания селена в системе почва-растение // Вестник Красн. ГАУ, 2020. № 11(164). С. 98-105.
32. Galin P., Galyaveeva A., Bataev H., Safonov V. The role of micronutrients and vitamins in the prevention and remote treatment of heart failure // Revista Latinoamericana de Hipertension, 2020. Vol. 15. № 1. P. 26-32.
33. Safonov V.A., Ermakov V.V., Degtyarev A.P., Dogadkin N.N. Prospects of biogeochemical method implementation in identifying rhenium anomalies // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020. Vol. 421. № 6. 062035
34. Rostami H., Mohammadi R., Asri-Rezaei S., Tehrani A.A. Evaluation of application of chitosan/nano selenium biodegradable film on full thickness excisional wound healing in rats // Iranian Journal of Veterinary Surgery, 2018. № 13(1), P. 14-22.

35. Li Y., Lin Z., Guo M., Xia Y., Zhao M., Wang C., ... Zhu B. Inhibitory activity of selenium nanoparticles functionalized with oseltamivir on H1N1 influenza virus // International journal of nanomedicine, 2017. Vol. 12. P. 5733.
36. Shojadoost B., Taha-Abdelaziz K., Alkie T.N., Bekele-Yitbarek A., Barjesteh N., Laursen A., ... Sharif S. Supplemental dietary selenium enhances immune responses conferred by a vaccine against low pathogenicity avian influenza virus // Veterinary Immunology and Immunopathology, 2020. Vol. 227. 110089.
37. Щигарцова В.В. Обогащение селеном продуктов питания // Образование и наука без границ: Социально-гуманитарные науки, 2017. № 6. С. 249-252.
38. Kieliszek M., Lipinski B. Selenium supplementation in the prevention of coronavirus infections (COVID-19) // Med Hypotheses, 2020. Vol. 143. art. 109878.
39. Jinsong Zh., Taylor E.W., Bennett K., Saad R., Rayman M.P. Association between regional selenium status and reported outcome of COVID-19 cases in China // Am J ClinNutr., 2020. Vol. 111. №. 6. P. 1297-1299.

#### **List of information sources**

1. Galochkin, VA, Galochkina, VP. Organic and mineral forms of selenium, their metabolism, bioavailability and role in the body // Agricultural biology, 2011. Vol. 46. No. 4. P. 3-15.
2. Safonov, VA, Shishkina, E. Selemag and hepatoprotector in the prevention of postpartum complications in cows // Dairy and beef cattle breeding, 2011. No. 5. P. 25-26.
3. Krieger, PO, Mokhova, EV. The biological role of selenium in the nutrition of farm animals and poultry // Chemistry and Life. Collection of articles of the XIX International Scientific and Practical Student Conference, 2020. P. 58-62.
4. Gilinskaya, LG, Grigorieva, TN, Razvorotneva, LI, Trofimova, LB. Composition and physicochemical properties of natural blue clays // Chemistry for sustainable development, 2008. Vol. 16. No. 2. S. 147-157.
5. Schwarz, K, Foltz, C. Selenium as an integral part of factor 3 against necrotic dietary liver degeneration // J. Am. Chem. Soc. 1957 Vol. 79. P. 3292-3293.

6. Prokhorova, YuV, Gavrikov, AV. The influence of selenium on the body of poultry // Poultry farming, 2015. No. 10. P. 9-11.
7. Chernitskiy, A, Shabunin, S, Kuchmenko, T, Safonov, V. On-farm diagnosis of latent respiratory failure in calves. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 2019. Vol. 43. No. 6. P. 707-715.
8. Ganther, HE. Selenium metabolism and function in man and animals // De Gruyter, 2021. P. 1-24.
9. Golubkina, NA. Selenium content in wheat and rye flour of Russia, CIS and Baltic countries // Vopr. nutrition, 1997. No. 3. P. 17-20.
10. Bliznetsova, GN, Safonov, VA, Nezhdanov, AG, Retskiy, MI. Antioxidant status of pregnant and infertile cows // Dairy and beef cattle breeding, 2008. No. 7. P. 39-40.
11. Amini, P, Kolivand, S, Saffar, H, Rezapoor, S, Motevaseli, E, Najafi, M, ... Musa, AE. Protective effect of Selenium-L-methionine on radiation-induced acute pneumonitis and lung fibrosis in rat // Current clinical pharmacology, 2019. No. 14(2). P. 157-164.
12. Mousaie, A, Valizadeh, R, Chamsaz, M. Selenium-methionine and chromium-methionine supplementation of sheep around parturition: impacts on dam and offspring performance // Archives of animal nutrition, 2017. No. 71(2). P. 134-149.
13. Dumont, E, Vanhaecke, F, Cornelus, R. Selenium speciation from food source to metabolites: a critical review // Anal. Bioanal. Chem, 2006. No. 385. P. 1304-1323.
14. Xie, X, Chen, M, Zhu, A. Identification and characterization of two selenium-dependent glutathione peroxidase 1 isoforms from *Larimichthys crocea* // Fish & shellfish immunology, 2017. Vol. 71. P. 411-422.
15. Salman, M. Effects of different levels of organic selenium supplementation on fattening performance, carcass characteristics and blood GSH-Px activity in lambs // Rev. med. Vet (France), 2009. Vol. 160. No. 5. P. 258-264.
16. Maldonado, G, Nava, G, Plancarte, A. Two glutathione transferase isoforms isolated from juvenile cysts of *Taenia crassiceps*: identification, purification and characterization // Journal of helminthology, 2018. Vol. 92. №. 6. P. 687-695.

17. Ventsova, I, Safonov, V. The role of oxidative stress during pregnancy on obstetric pathology development in high-yielding dairy cows // American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2021. No. 16 (1). P. 7-14.
18. Troshina, EA, Senyushkina, ES, Terekhova, MA. The role of selenium in the pathogenesis of thyroid diseases // Clinical and Experimental Thyroidology, 2018. Vol. 14. No. 4. P. 92-205.
19. Postrash, IYu, Soboleva, YuG., Zasinets, SV, Postrash, YaV. The state of lipid peroxidation in deep-bodied cows // Uchenye zapiski UO VGAVM. Vol. 44, Issue 2. P. 115-117.
20. Galochkin, VA, Galochkina, VP. Metabolic transformations of selenium and the biological function of selenopyran // Prob. Prod. Anim. Biol, 2008. P. 3-20.
21. Anuryeva, TM, Stanevich, LM, Anuryev, AM, Filippova, GT. The biological role of selenium // Innovative technologies in pharmacy. Irkutsk. 2019, Issue 6. P. 500-505.
22. Safonov, VA. Selenium preparations in the correction of peroxide status and reproductive function of cows // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2011. No. 3. P. 60-62.
23. Seregina, II, Nilovskaya, NT. The biological role of selenium in plants // Agrochemistry, 2002. No. 10. P.76-85.
24. Sheujen, AKh. Agrobiogeochemistry // 2nd ed., Revised. and add. Krasnodar: Publishing house of KubGAU, 2010. P. 877.
25. Cabata – Pendias, A. Trase Elements in Soilsand Plant // 4th Bosa Raton, FL: CrsPress, 2010. 548p.
26. Golubkina, NA, Papazyan, TT. Selenium in nutrition: plant, animal, man // M.: Printing town, 2006. P. 255.
27. Sindireva, A. Criteria and parameters of the action of microelements in the soil - plant - animal system // author. dis. Dr. Biol. sciences. Tyumen, 2012. P. 32.9.
28. Shubina, OI, Kashin, VK. The influence of selenium on spring wheat in the conditions of a selenium-deficient biogeochemical province // Agrochemistry, 2012. No. 5. P. 45-51.

29. Aristarkhov, AN. Optimization of the polyelement composition in the agroecosystems of Russia. Ecological and agrochemical assessment of the state, deficit, reserves, methods and means of management // Moscow: VNIIA Publishing House, 2019. P. 832.
30. Ermakov, VV. Biogeochemistry of selenium and its importance in the prevention of endemic human diseases // Bulletin of the Department of Earth Sciences, Russian Academy of Sciences, 2004. No. 1. P. 1-17.
31. Pobilat, AE, Voloshin, EI. Features of the content of selenium in the soil-plant system // Vestnik Krasn. GAU, 2020. No. 11 (164). P. 98-105.
32. Galin, P, Galyaveeva, A, Bataev, H, Safonov, V. The role of micronutrients and vitamins in the prevention and remote treatment of heart failure // Revista Latinoamericana de Hipertension, 2020. Vol. 15. No. 1. P. 26-32.
33. Safonov, VA, Ermakov, VV, Degtyarev AP, Dogadkin NN. Prospects of biogeochemical method implementation in identifying rhenium anomalies // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020. Vol. 421. No 6. 062035
34. Rostami, H, Mohammadi, R, Asri-Rezaei, S, Tehrani, AA. Evaluation of application of chitosan/nano selenium biodegradable film on full thickness excisional wound healing in rats // Iranian Journal of Veterinary Surgery, 2018. No. 13(1), P. 14-22.
35. Li, Y, Lin, Z, Guo, M, Xia, Y, Zhao, M, Wang, C, ... Zhu, B. Inhibitory activity of selenium nanoparticles functionalized with oseltamivir on H1N1 influenza virus // International journal of nanomedicine, 2017. Vol. 12. P. 5733.
36. Shojadoost, B, Taha-Abdelaziz, K, Alkie, TN, Bekele-Yitbarek, A, Barjesteh, N, Laursen, A, ... Sharif, S. Supplemental dietary selenium enhances immune responses conferred by a vaccine against low pathogenicity avian influenza virus // Veterinary Immunology and Immunopathology, 2020. Vol. 227. 110089.
37. Shchigartsova, VV. Foodstuffs enrichment with selenium // Education and Science without Borders: Social Sciences and Humanities, 2017. No. 6. P. 249-252.
38. Kieliszek, M, Lipinski, B. Selenium supplementation in the prevention of coronavirus infections (COVID-19) // Med Hypotheses, 2020. Vol. 143. art. 109878.



39. Jinsong, Zh, Taylor, EW, Bennett, K, Saad, R, Rayman, MP. Association between regional selenium status and reported outcome of COVID-19 cases in China // Am J ClinNutr., 2020. Vol. 111. No. 6. P. 1297-1299.