

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕЛЕНА В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

В.А. Кузьменок, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Изложены результаты анализа исследований биологической роли и места селеносодержащих соединений в обмене веществ организмов животных. Рассмотрены вопросы взаимосвязи уровня активности некоторых ферментов системы антиоксидантной защиты живых организмов от содержания в рационах органических и неорганических соединений селена.

Введение

В последнее время учеными уделяется много внимания изучению особенностей метаболизма и физиологической роли такого микроэлемента, как селен. В отечественной и зарубежной литературе появляется большое количество работ, посвященных таким вопросам, как экспериментальное изучение особенностей механизмов поступления, биохимических превращений, накопления и экскреции соединений селена, определение оптимальных концентраций элемента в рационах разных видов животных, применение в хозяйствах препаратов, содержащих селен в органической и неорганической формах, для профилактики заболеваний, связанных с дефицитом этого микроэлемента.

Проблема введения в рационы сельскохозяйственных животных оптимального количества селена представляет особый интерес для белорусских ученых, поскольку территория Беларуси принадлежит, к так называемым, селендефицитным биогеохимическим провинциям, почвы которых бедны селеном, поэтому для сохранения естественной устойчивости животных к заболеваниям и обеспечения высоких показателей продуктивности необходимо постоянно применять селеносодержащие соединения.

Основная часть

Биологическая роль селена во многом определяется химическими свойствами его органических и неорганических соединений, которыми этот элемент представлен в обмене веществ живых организмов. Большое значение в метаболизме селена имеет тот факт, что по своему электронному строению элемент очень близок к сере [1,4]. Селен поступает в организм животных и человека, в основном, в форме селеноцистеина (Se-Cys) и селенометионина (Se-Met) из продуктов растительного и животного происхождения. Данный элемент также способен образовывать селенистую (H_2SeO_3) и селеновую (H_2SeO_4) кислоты, соли которых называются, соответственно, селенитами и селенатами [3].

При поступлении в организм селен активно всасывается во всех отделах пищеварительного тракта

животного. Однако процесс всасывания селена наиболее интенсивно происходит в двенадцатиперстной и, в меньшей степени, – в тощей и подвздошной кишке. Из организма он выводится, в основном, через почки и кишечник, в меньшей степени, через легкие [4]. Из кормов животного происхождения селен усваивается с эффективностью от 8,5 до 25%. Усваиваемость селена из растительных кормов составляет от 50 до 80% и зависит от состава рациона: повышается под влиянием белков, полиненасыщенных жирных кислот [11,12], некоторых пробиотиков [18], больших доз витаминов А, Е и С и снижается при дефиците витаминов Е, В₂, В₆, метионина, при избыточном поступлении с пищей тяжелых металлов [2,9,10]. Имеются сведения о зависимости содержания Se в организмах животных от времени года, возраста и состояния систем жизнеобеспечения организма [17].

Биологическая активность селена обусловлена, в первую очередь, его участием в регуляции образования антиоксидантов. Особая роль селена в организме связана с антиоксидантным влиянием его соединений на перекисное окисление липидов [4,6,8]. Процессы перекисидации липидов играют важнейшую роль в регуляции активности мембраносвязанных ферментов, разборке и обновлении мембранных структур, процессах активного транспорта веществ, синтезе и метаболизме простагландинов, стероидных гормонов, катехоламинов и т. д., обуславливающих практически все проявления жизнедеятельности, в том числе индивидуальную адаптацию организма к изменяющимся условиям существования [3,6,11,12,14]. С другой стороны, в ходе перекисидного окисления липидов образуется большое количество токсичных продуктов (гидропероксиды липидов, малонилдальдегид, гексаналь, ацетон, кетоны и др.), которые могут приводить к нарушению митоза, лизису клеток, инактивируют ферменты. В результате избыточной активации перекисидного окисления липидов нарушается упорядоченность структуры биологических мембран и повышается их проницаемость. Все это приводит к нарушению гомеостаза клеток и, в конечном итоге, к их гибели [4,5]. Поэтому гомеостатическая регуляция

оптимального уровня селена исключительно важна для обеспечения деятельности антиоксидантной системы, осуществляющей утилизацию избыточных количеств продуктов перекисного окисления липидов и обеспечивающей нормальное протекание окислительных процессов [4,8,13].

В функционировании системы антиоксидантной защиты одна из ключевых ролей принадлежит селеносодержащему ферменту глутатионпероксидазе. В активный центр фермента, состоящего из 4-х идентичных субъединиц, селен входит в виде селеноцистеина [13]. На 1 моль глутатионпероксидазы эритроцитов крупного рогатого скота и овец приходится 4 атома Se – по одному на каждую субъединицу [3,6]. Фермент расщепляет разнообразные гидроперекиси липидов, в том числе гидроперекиси кортикостероидных гормонов, холестерина, тимина, ДНК, насыщенных жирных кислот [3]. Уровень активности этого фермента в крови может служить индикатором уровня селена в организме [13,15].

Кроме продуктов перекисного окисления липидов серьезную опасность для клеток организма млекопитающих, особенно в такие периоды жизни животных, как роды, лактация, незрелый возраст, отъем, перегруппировки, ветеринарные обработки и т.д., представляют активные формы кислорода [2,6]. К ним относят супероксидный анион, пероксид водорода и гидроксильный радикал. Супероксид и гидроксильный радикал представляют собой свободные радикалы. Пероксид водорода не является свободным радикалом, но при определенных условиях может инициировать их образование. Свободные радикалы стимулируют цепные реакции, вступая во взаимодействие практически с любой встретившейся молекулой, отнимая у нее электрон, и, тем самым, порождая новые супероксиды и гидроксильные радикалы. Это ведет к повреждению белков, углеводов, липидов, автоокислению мембран, повреждению микротрубочек, нуклеиновых кислот и других веществ и структур клеток. В результате этого окислительный стресс (состояние, при котором активные формы кислорода образуются быстрее, чем обезвреживаются) ведет к снижению неспецифической резистентности организма [6,13,14]. Известно, что активация макрофагов и фагоцитоз чужеродных частиц сопровождаются окислительным стрессом с резким накоплением активных форм кислорода. Селеновая недостаточность и, как следствие, угнетение активности глутатионпероксидазы приводят к «беломышечной» болезни и кардиомиопатии. [4,6,13].

Активные формы кислорода в организме животных и человека образуются, в основном, за счет деятельности ферментов, использующих кислород в форме субстрата. Кроме того, реакции самопроизвольного окисления ряда веществ могут также приводить к образованию активных форм кислорода [6]. Se-зависимые глутатионпероксидазы в этих условиях

защищают клетки от цитотоксического эффекта окислительного стресса (разлагают одну из активных форм кислорода – пероксид водорода H_2O_2) [3]. Селеноферменты также играют роль в метаболизме карциногенов, контроле клеточного деления, детоксикационных процессах, индукции апоптоза [6].

Дефицит селена способствует развитию таких заболеваний, как эндемический зоб и анемия [3,5]. Селен в виде селенистеина входит в состав дейодиназ йодтиронинов типов 1, 2 и 3, участвующих в превращениях йодтиронинов. Se-Cys-содержащий фермент щитовидной железы – цитозольная глутатионпероксидаза аккумулирует большую часть селена, находящегося в тиреоцитах и служит в качестве резервного фонда микроэлемента для обеспечения критически необходимого уровня активности йодтиронин-5'-дейодиназы. Имеются сведения о том, что эндемический зоб и кретинизм практически невозможно профилактировать одними добавками йода в рацион на фоне недостаточности селена. В этом случае дефицит селена обуславливает снижение синтеза 5,5'-дейодиназы, и коррекция йодом оказывается малоэффективной. Важен и сам глутатионпероксидазный механизм регуляции количества H_2O_2 , накапливаемого тиреоцитами для использования в тиреопероксидазной реакции йодирования тиреоглобулина [3].

Отдельный интерес представляет факт взаимодействия селена с витамином E. Токоферол и селен дополняют эффекты друг друга; оба входят в структуру мембран клеток, где витамин E связан с арахидоновой кислотой фосфолипидов, а селен связан с белками, содержащими негеминное железо, предохраняя его от окисления [1,4,8]. Витамин E ингибирует образование перекисей жирных кислот плазматических мембран клеток и прерывает цепь свободнорадикального окисления, нейтрализуя свободные радикалы в момент их возникновения [4]. Глутатионпероксидазы, в свою очередь, нейтрализуют образующиеся перекиси, предотвращая тем самым повреждение биоструктур клеток [6].

Кроме вышеупомянутых соединений, в организмах существует большое количество Se-содержащих и Se-зависимых ферментов (во всех известных Se-содержащих ферментах селен присутствует в форме селеноцистеина), таких как глицин-редуктаза, формилатдегидрогеназа, моноселенофосфатсинтетаза (катализирует синтез селенофосфата из селенида и АМФ), селеноцистеин-синтетаза, редуктазы тиоредоксина 1, 2 и 3 (осуществляют катализ NADPH-зависимого восстановления окисленного тиоредоксина в цитозоле и митохондриях), селенопротеины W, Ph, P [3,4]. С дефицитом микроэлемента селена связано снижение активности липазы, трипсиногена и химотрипсиногена [4,7,9].

Исходя из вышеизложенного, представляется целесообразным введение в рационы достаточного количества селеносодержащих препаратов. В настоящее

время для белорусских хозяйств остается актуальным вопрос о введении в рационы препаратов, где соединения селена находятся в комплексе с соединениями других микроэлементов. Для того чтобы попытаться решить эту проблему, проводятся различные исследования. Так, на базе НИАЛ БГАТУ были разработаны и созданы образцы кормовой добавки, где кроме соединений селена, содержатся препараты йода, железа, цинка, меди и кобальта в пропорциях и количествах, необходимых для поддержания оптимального уровня естественной резистентности и повышения показателей продуктивности поросят-отъемышей. Для изучения влияния этой добавки планируется проведение экспериментальных исследований.

Выводы

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- целесообразны дальнейшая разработка, производство и экспериментальное изучение влияния введения селеносодержащих препаратов в рационы на уровень естественной устойчивости сельскохозяйственных животных (особенно молодняка) к заболеваниям и показатели их продуктивности;
- необходимо проведение экспериментальных исследований возможного взаимодействия (и его возможных эффектов) в метаболизме животных соединений селена с другими жизненно необходимыми веществами (витаминами, антибиотиками, соединениями других макро- и микроэлементов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Баканов, В.Н. Кормление сельскохозяйственных животных/ В.Н. Баканов, В.К. Венькин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 511 с.: ил.
2. Букас, В.В. Эффективность введения селенита натрия в комбикорма откармливаемых бычков/ В.В. Букас// Ученые записки УО ВГАВМ: сб. науч. трудов по матер. Междунар. науч.-практ. конф. посл. 80-летию основания УО ВГАВМ, г. Витебск, 4-5 ноября 2004 г./УО ВГАВМ; редкол.: А.И. Ятусевич [и др.]. – Витебск, 2004. – Т.40, ч.2. – С.175-176.
3. Ермаков, В.В. Биогеохимия селена и его значение в профилактике эндемических заболеваний человека/ В.В. Ермаков// Тезисы докл. на общем собрании Отделения наук о Земле, Москва 15.12.2003 г./ Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского. – М., 2003.
4. Зайцев, С.Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты/ С.Ю. Зайцев, Ю.В. Конопатов. – СПб.: Лань, 2004. – 384 с.
5. Кальницкий, Б.Д. Минеральные вещества в кормлении животных/ Б.Д. Кальницкий. – Л.: Ленингр.-ое отд-е, 1985. – 207 с.

6. Кармолиев, Р.Х. Свободнорадикальная патология в этиопатогенезе болезней животных/ Р.Х. Кармолиев// Ветеринария, № 4, 2005. – С. 42-47.

7. Касумов, С.Н. Биологическое значение селена для жвачных животных/ С.Н. Касумов. – М.: Колос, 1979.

8. Клейменов, Н.И. Минеральное питание скота на комплексах и фермах/ Н.И. Клейменов, М.Ш. Магомедов, А.М. Венедиктов. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 19 с.

9. Надаринская, М.А. Обмен и потребность в селене высокопродуктивных коров в зимне-стойловый период // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. труд. – Гродно, 2003. – Т.1, ч.2. – 408 с.

10. Таранов, М.Т. Биохимия кормов/ М.Т. Таранов, А.Х. Сабиров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

11. Czauderna, M. Liver and body mass gain, content of conjugated linoleic acid (CLA) isomers and other fatty acids in the liver of rats fed CLA isomers and selenium/ M. Czauderna [et al] // Polish Journal of Animal and Feed Sciences. – 2004, №13. – P. 353-369.

12. Czauderna, M. The effects of selenium and conjugated linoleic acid (CLA) isomers on fatty acid composition, CLA isomer content in tissues, and growth of rats CLA isomers and selenium/ M. Czauderna [et al] // Polish Journal of Animal and Feed Sciences. – 2003, №12. – P. 865-881.

13. Holovska, K. Antioxidant enzyme activities in liver tissue of chickens fed diets supplemented with various forms and amounts of selenium/K. Holovska, S. Cekonova[et al] // Polish Journal of Animal and Feed Sciences. – 2003, №12. – P. 143-152.

14. Kleczkowski, M. Role of transition metals ion reactive oxygen species in biological oxidation in cattle (Part 1)/ M. Kleczkowski [et al]// Polish Journal of Veterinary Sciences. – 2002. – Vol. 5, № 4. – P. 263-268.

15. Kleczkowski, M. Role of antioxidants in the protection against oxidative stress in cattle – nonenzymatic mechanisms (Part 2)/ M. Kleczkowski [et al]// Polish Journal of Veterinary Sciences. – 2003. – Vol. 6, № 4. – P. 301-308.

16. Kleczkowski, M. Role of antioxidants in the protection against oxidative stress in cattle – enzymatic mechanisms (Part 3)/ M. Kleczkowski [et al]// Polish Journal of Veterinary Sciences. – 2004. – Vol. 7, № 3. – P.233-240.

17. Stec, A. The influence of different factors on selenium levels in dairy cow herds in the central-eastern region of Poland/ A. Stec [et al]// Polish Journal of Veterinary Sciences. – 2005. – Vol. 8, № 3. – P. 225-229.

18. Yu, L.-T. Effects of probiotics and selenium combination on the immune and blood cholesterol concentration of pigs/ L.-T. Yu [et al] //Polish Journal of Animal and Feed Sciences. – 2004, № 13. – P. 625- 634.