



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК И ПРЕПАРАТОВ В СВИНОВОДСТВЕ

Рассолов Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой зоотехнии¹

<https://orcid.org/0009-0008-7511-9766>

Ткаченко Андрей Вячеславович, аспирант¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкова,
г. Кемерово, Россия

Аннотация. Целью данной работы является систематический анализ исследований, посвященных изучению воздействия добавок с селеном на метаболизм этого микроэлемента, продуктивность и репродуктивную способность свиней. Актуальность исследования обусловлена важностью обеспечения оптимального поступления микронутриентов, в частности селена, в организм животных для повышения эффективности свиноводства и снижения риска развития ассоциированных патологий. В заключении подведены итоги по эффективности применения различных форм селена в свиноводстве для оптимизации метаболизма, повышения продуктивности и улучшения репродуктивной функции. Также обозначены перспективы дальнейших исследований в данной области, направленные на разработку оптимальных стратегий введения селенсодержащих препаратов и добавок в рационы с учетом видовых особенностей, физиологического состояния и условий содержания свиней.

Ключевые слова: свиноводство, микронутриенты, селенсодержащие препараты, продуктивность, иммунный статус, качество мяса.

USE OF SELENIUM-CONTAINING ADDITIVES AND PREPARATIONS IN PIG BREEDING (OVERVIEW)

Rassolov Sergey N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, and Head of the Department of Animal Science¹

<https://orcid.org/0009-0008-7511-9766>

Tkachenko Andrey V., postgraduate student¹

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

Abstract. The aim of this work is to conduct a systematic analysis of studies examining the effects of selenium supplements on the metabolism of this trace element, the productivity and reproductive capacity of pigs. The relevance of the study is due to the importance of ensuring the optimal intake of micronutrients, in particular selenium, in the animal body to increase the efficiency of pig breeding and reduce the risk of associated pathologies. In conclusion, the results were summed up on the effectiveness of the use of various forms of selenium in pig breeding to optimize metabolism, increase productivity and improve reproductive function. Prospects for further research in this field are also indicated, aimed at developing optimal strategies for the administration of selenium-containing drugs and dietary supplements, taking into account species characteristics, physiological state and conditions of keeping pigs.

Keywords: pig breeding, micronutrients, selenium-containing drugs, productivity, immune status, meat quality.

Введение

Селен – это микронутриент с выраженным биологическим свойствами, входящий в структуру различных гормональных веществ и энзимов. Существенная биологическая роль селена определяется его антиоксидантными качествами, которые объясняются участием этого элемента в формировании, например, одного из главных антиокислительных энзимов – глутатионпероксидазы. Нехватка селена способствует интенсификации перекисного окисления липидов – неферментативной цепной реакции, чрезмерное развитие которой может привести к серьезным и необратимым повреждениям клеточных мембран, являющихся причиной возникновения различных патологий. В случае дефицита селена данный элемент антиоксидантной защиты становится нефункциональным [1].

В Кузбассе в лесостепной зоне отмечается недостаток марганца, цинка, кобальта, йода и селена. В предгорных и горных зонах выражен большой недостаток йода, цинка, меньше кобальта, селена, марганца и меди. Недостаток селена прослеживается по всем природно-климатическим зонам Кузбасса. Около 95 % населения Кузбасса испытывают селеновый дефицит различной степени тяжести. Более половины населения (58,2 %) испытывают селеновый дефицит, оцениваемый как тяжелый и среднетяжелый [2].

Одна из самых больших проблем в доступности солей микроэлементов – их взаимодействие друг с другом и компонентами рациона в кишечнике. Поскольку они используют один механизм поступления в организм, между ними на местах всасывания начинается конкуренция. Кроме того, избыток одного ведет к недостаточному всасыванию другого. Также микроэлементы могут взаимодействовать с макроэлементами, образуя нерастворимые комплексы. Микроэлементы, традиционно применяемые в виде неорганических солей, плохо усваиваются рубцовой микрофлорой, которая переводит большее их количество в нерастворимую и неусвояемую форму. В составе протеинатов микроэлементы соединены с аминокислотами и короткоцепочечными пептидами. В такой форме они не образуют заряженных частиц в кишечнике и, соответственно, не вступают в реакцию друг с другом, с различными компонентами рациона и свободно проходят к местам всасывания на ворсинках кишечника. Микроэлементы в виде хелатов поступают по путям всасывания аминокислот и пептидов и таким образом гораздо более эффективно используются организмом. Такая форма микроэлементов соответствует природным комплексам микроэлементов в кормовых культурах, обладает высокой биодоступностью. На фоне этого биотические препараты способствуют снижению эндогенных потерь минеральных элементов [3].

Целью настоящей работы стала систематизация исследований по оценке влияния селенсодержащих добавок на метаболизм селена, продуктивные качества и воспроизводительную функцию свиней.

Материалы и методы

Авторами использован контент-анализ для обобщения информации из разных источников. Кроме того, в работе применены методы анализа, синтеза и сравнительного исследования данных. Проведен поиск актуальной научной

литературы за последние 15 лет, с использованием баз данных: eLibrary, Scopus, Web of Science, ResearchGate.

Результаты

Разнообразие биологических ролей селена объясняется его присутствием в составе селенсодержащих протеинов, известных как селенопротеины. Определенные селенопротеины, такие как глутатионпероксидаза (GPx), тиоредоксинредуктаза (TRxR) и метионинсульфоксид редуктаза (MsrA), проявляют антиоксидантные характеристики и оказывают воздействие на редокс-гомеостаз. Данный селенопротеин играет определенную роль в накоплении, перемещении, а также действует как антиоксидант. Селенопротеины W, N и K идентифицированы, но их действие не до конца ясно. Воздействие селенопротеинов и их роль в организме исследованы не в полной мере. В контексте изучения метаболизма селена у крупного рогатого скота чаще рассматриваются белки с антиоксидантными функциями (GPx, TRxR, MsrA) [4; 5].

Анализ литературных источников последних лет показал, что микробиом может влиять на метаболизм селена несколькими способами. Во-первых, определенные виды бактерий способны преобразовывать неорганические формы селена, такие как селенит и селенат, в более биодоступные органические формы, например селенометионин и селеноцистеин. Этот процесс биоконверсии увеличивает усвоение селена организмом. Во-вторых, некоторые бактерии могут захватывать селен из окружающей среды и включать его в свои собственные селенопротеины, тем самым конкурируя с организмом за этот микроэлемент. Некоторые исследования выявили конкретные виды бактерий, играющие ключевую роль в метаболизме селена. Например, *Escherichia coli* и *Lactobacillus* spp. способны восстанавливать селенат до селенита, а *Bifidobacterium* spp. могут участвовать в синтезе селенопротеинов. Различия в составе и активности микробиома могут приводить к индивидуальным различиям в метаболизме селена и экспрессии селенопротеинов. Влияние микробиома наиболее выражено в отношении селенопротеинов, участвующих в антиоксидантной защите и регуляции воспаления, таких как глутатионпероксидазы (GPx) и тиоредоксинредуктазы (TrxR). Изменения в микробиоме могут приводить к изменениям в экспрессии этих селенопротеинов в различных тканях, включая кишечник, печень и иммунные клетки [6; 7].

Необходимо подчеркнуть, что в литературе встречаются работы по благоприятному воздействию селена на мясные характеристики и продуктивность у свиней. При сопоставлении результативности разных форм селена органические соединения показали более сильное влияние на качество свинины, что также коррелировало с уровнем pH [8].

Эти результаты подтверждаются другими исследованиями, где изучена возможность повышения продуктивности свиней путем введения в состав рациона препаратов, содержащих органический селен. Применение препарата *Selenium yeast* в рационах свиней позволило повысить многоплодие свиноматок на 0,79 поросенка, среднесуточных приростов молодняка свиней на 21 грамм, а полученная свинина от подопытных животных обладала лучшим химическим составом и технологическими свойствами [9].

Установлено, что добавление селена в рацион животных в предродовой период оказывает положительное влияние на их антиоксидантную систему. В частности, органический и неорганический селен (слемаг) помогают сдерживать активизацию свободнорадикального окисления липидов, что обычно наблюдается перед родами. Селен способствует сохранению физиологического баланса образования и утилизации активных форм кислорода, поддерживая функциональность ферментов антиоксидантной защиты. Активность глутатионпероксидазы (важный антиоксидантный фермент) у животных, получавших селен, была на 34–39% выше, чем у контрольной группы, а активность глутатионредуктазы (еще один фермент антиоксидантной защиты) – выше на 12,2–18,8% [10].

Роль селена в обеспечении репродуктивного здоровья животных не сомненна. Достаточное поступление селена в организм животных критически важно для поддержания их иммунной системы в оптимальном состоянии, что положительно сказывается на их способности противостоять болезням, эффективно использовать корма и успешно размножаться [11; 18].

В ходе исследований ученые изучали воздействие на свиноматок селена в минеральной и органической форме. Выяснилось, что добавление в рацион селениита натрия не оказывает значимого влияния на активность глутатионпероксидазы, в то время как инъекции селенопирана приводили к повышению этой ферментативной активности. Оба исследуемых препарата не показали статистически значимого увеличения многоплодности свиноматок, однако наблюдалось снижение количества мертворожденных поросят.

Включение селенита натрия в рацион способствовало увеличению массы поросят при рождении. Инъекционное введение селенопирана оказало заметное положительное воздействие на показатели крови. В целом влияние изученных препаратов селена на гематологические и зоотехнические характеристики свиноматок оказалось менее выраженным, чем на их потомство [13; 14].

Введение в состав рациона ремонтных свинок селенита натрия и имплантации йода способствовало увеличению содержания гемоглобина в крови на 9–10,5%, эритроцитов – на 12,5–18,0%, общего белка в сыворотке крови – на 10–13,4% в сравнении с контрольной группой животных. Введение препарата «Седимин» ремонтным свинкам и молодняку на откорме на фоне пробиотика повышает содержание гемоглобина в крови на 9,8–13,1%, эритроцитов – на 10,0–16,9%, общего белка в сыворотке крови – на 7,4–8,7% соответственно [15].

Экспериментальные исследования по определению эффективности селена органической формы под названием «В-Траксим Селен» проведены на растущем молодняке свиней (три группы по 30 голов) и супоросных свиноматок крупной белой породы (три группы по 6 голов), подобранных по принципу пар-аналогов. Включение в состав комбикормов различных уровней селена органической формы в виде «В-Траксим Селен» в обоих экспериментах позволило увеличить коэффициенты переваримости питательных веществ рациона по сравнению с контролем. Растущий молодняк свиней опытных групп обладал более высоким уровнем неспецифического иммунитета, повышалась бактерицидная, лизоцимная и фагоцитарная активность. Дополнительная прибыль при скармливании молодняку и супоросным свиноматкам 0,15 мг/кг корма селена в виде «В-Траксим Селена» составила 330 и 2010 рублей на голову соответственно [16].

В исследованиях было выявлено, что органические формы селена, такие как селенсодержащие дрожжи и селенометионин, а также наночастицы селена, демонстрируют более выраженное положительное влияние на антиоксидантную активность и качество мяса, по сравнению с неорганическим селенитом натрия. Это объясняется лучшей биодоступностью и усвояемостью органических форм селена, а также их способностью более эффективно включаться в селенопroteины, играющие ключевую роль в антиоксидантной защите клеток. В частности, глутатионпероксидаза, селенопротеин, является мощным антиоксидантом, защищающим клетки от

повреждений, вызванных свободными радикалами. Органический селен способствует более высокой активности глутатионпероксидазы в тканях, что приводит к снижению окислительного стресса и улучшению качества мяса. Кроме того, наночастицы селена, благодаря своему небольшому размеру и высокой поверхностной активности, обладают уникальными свойствами, позволяющими им легко проникать в клетки и эффективно высвобождать селен. Это обеспечивает более целенаправленное воздействие на антиоксидантные системы организма, и, как следствие, при этом становятся более выраженными качественные характеристики мяса [17].

Заключение

На основе представленного анализа литературных источников можно сделать следующие выводы, что оценка и нормирование содержания селена в рационах свиней является важной и достаточно изученной областью. Несмотря на достаточную изученность вопросов содержания селена в рационах, существует пробел в знаниях относительно норм концентрации селена в биологически активных субстратах (тканях, органах, крови и т.д.) организма. Необходимо разработать нормы содержания селена в биологически активных субстратах высокопродуктивных животных. Разработка таких норм позволит более точно оценивать фактическое количество селена, участвующего в метаболизме организма. Результаты исследований станут основой для разработки эффективных технологий коррекции селенового статуса в свиноводстве. Это, в свою очередь, приведет к повышению продуктивности и улучшению качества получаемой продукции.

Список источников

1. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе / В.А. Тутельян [и др.]. Москва: Издательство РАМН, 2002. 224 с.
2. Брежнева, Е.В., Зинчук, С.Ф. Обеспеченность йодом и селеном взрослого населения г. Кемерово // Федеральный и региональные аспекты политики здорового питания: Тез. междунар. симп. Кемерово: КемТИПП, 2002. 32 с.
3. Кривич, С.М., Ярмоц, Г.А. Использование органических минеральных добавок – путь к повышению качества молока // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. статей: в 3 кн., Барнаул, 06–07 февраля 2013 года. Кн. 3. Барнаул:

Алтайский государственный аграрный университет, 2013. С. 213–215. EDN KGFSAX.

4. Papp, L.V., Holmgren, A., Khanna K. K. Selenium and selenoproteins in health and disease // *Antioxid Redox Signal.* 2010. Vol. 12, Iss. 7. P. 793–795. DOI:10.1089/ars.2009.2973
5. Mehdi, Y., Dufrasne I. Selenium in Cattle: A Review // *Molecules.* 2016. Vol. 21. Iss. 4. P. 545. DOI: 10.3390/molecules21040545
6. Effects of copper and selenium supplementation on performance and lipid metabolism in confined brangus bulls / A. S. Netto [et al.] // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2014. № 27. P. 488–494. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13400>.
7. Selenium speciation in cow milk obtained after supplementation with different selenium forms to the cow feed using liquid chromatography coupled with hydride generation-atomic fluorescence spectrometry / O. Muñiz-Naveiro [et al.] // *Talanta.* 2007. Vol. 71, Iss. 4. P. 1587–1593. DOI: 10.1016/j.talanta.2006.07.040.
8. High Dietary Selenium Intake Alters Lipid Metabolism and Protein Synthesis in Liver and Muscle of Pigs / Z. Zhao [et al.] // *Journal of Nutrition.* 2016. Vol. 146, Iss. 9. P. 1625–1633. DOI:10.3945/jn.116.229955
9. Эффективность использования препарата органического селена в рационах свиней / А.В. Шимкене [и др.] // Известия ТСХА. 2010. Вып. 5. С. 144–150. EDN: MVBYZL
10. Нежданов, А.Г., Шабунин, С.В., Сафонов, В.А. Селен и репродуктивное здоровье животных // Ветеринария. 2014. № 5. С. 4–8.
11. Рассолов, С.Н., Еранов, А.М., Зубова, Т.В. Влияние препарата Е-селен на воспроизводительную функцию коров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 7. С. 113–115.
12. Завьялов, О.А., Фролов, А.Н. Микроэлементы и продуктивные качества крупного рогатого скота (Se) // Ветеринария и кормление. 2024. № 5. С. 43–46.
13. Кузнецова, Т.С., Галочкин, В.А., Колоскова, Е.М. Испытание минеральной и органической форм селена на супоросных и лактирующих свиноматках // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: тез. докл. Боровск, 2000. С. 311–312.
14. Кузнецова, Т.С., Кузнецов, С.Г. Контроль полноценности минерального питания // Зоотехния. 2007. № 8. С. 10–15.

15. Рассолов, С.Н., Еранов, А.М. Использование иммунонутриентов при выращивании ремонтных свинок // Свиноводство. 2011. № 7. С. 30–31.
16. Чабаев, М.Г., Некрасов, Р.В., Климентьев, М.И. Влияние различных форм и уровней селена на продуктивность и обмен веществ супоросных свиноматок и растущего молодняка свиней // Свиноводство. 2020. № 4. С. 17–20.
17. Завьялов, О.А. Влияние селенсодержащих добавок на метаболизм селена, продуктивные качества и микробиом кишечника у сельскохозяйственных животных (обзор) // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 95–100.
18. Biological effects of iodine, selenium, sulfur citrates in broiler chickens / R. S. Fedoruk [et al.] // Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2021. Vol. 12, № 3. Pp. 523–530.