

УДК 612.015.3:612.664:636.32/.38
DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.4.357

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У ОВЕЦ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ НА ПРОТЯЖЕНИИ ПЕРИОДА ЛАКТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ

Курилова А.А. – аспирант кафедры биохимии и физиологии¹, Карпенко Л.Ю.¹ – д.биол.н., проф., зав. каф. биохимии и физиологии, Максимов В.И.² – д.биол.н., проф., проф. каф. физиологии, фармакологии и токсикологии им. А.Н. Голикова и И.Е. Мозгова, Махнин И.А.¹ – студент 5-го курса факультета ветеринарной медицины
¹ - ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»; ² - ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологий - МВА им. К.И. Скрябина».

Ключевые слова: селен, овцы, микроэлементозы, глутатионпероксидаза, лактация

Key words: selenium, sheep, microelementosis, glutathione peroxidase, lactation

Сокращения: ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота, к.ед. – кормовые единицы, T2 – 3,5-дйодотиронин, T3 – трийодтиронин.



РЕФЕРАТ

Селен является незаменимым микроэлементом в рационе сельскохозяйственных животных. Селен входит в состав ферментов антиоксидантной системы, препятствуя разрушению свободными радикалами

клеток организма. Обеспеченность селеном сильно варьируется в связи с обилием биогеохимических территорий. Так на территории Северо-Западного региона России отмечается крайне низкое содержание селена в почвах и растениях. В ходе проведенного исследования было установлено, что концентрация селена в растениях пастбищ варьирует в диапазоне от 0,059 до 0,067 мкг/кг при оптимальном значении от 0,1 мкг/кг. При исследовании морфологических и биохимических параметров крови овец романовской породы на протяжении периода лактации установлено, что у животных концентрация гемоглобина, количество эритроцитов, концентрация общего белка и альбуминов находится ниже референсных значений. Количество эритроцитов также увеличивалось. На 100-е сутки количество эритроцитов было выше на 7,78% в сравнении с 30-ыми сутками и на 14,59% в сравнении с 10-ыми сутками с момента начала лактации. Отмечалось увеличение концентрации общего белка за счет фракции альбуминов. На 100-е сутки концентрация общего белка была выше на 15,29% в сравнении с 10-ыми сутками и на 9,46% в сравнении с 30-ыми сутками с момента начала лактации. На 100-е сутки с момента начала лактации концентрация гемоглобина была выше на 19,07% в сравнении с 10-ыми сутками с момента начала лактации и на 10,73% в сравнении с 30-ыми сутками с момента начала лактации. На более поздних сроках лактации наблюдается увеличение выше

названных показателей до нижней границы нормы, что свидетельствует о нарушении обмена веществ в организме.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение сбалансированного питания сельскохозяйственных животных остается одной из основных задач для ветеринарных специалистов [2,3]. Потребности животных различных физиологических состояний неодинаковы. Так, лактация является напряженным физиологическим процессом, требующим больших затрат энергии для продукции молока [5,6]. Поступление многих микроэлементов с рационом может варьироваться в зависимости от региональной изменчивости почв, особенностей кормления и пищеварения у разных видов животных [11]. Например, на большей части территории России наблюдается недостаток селена [14]. Кроме того, биодоступность селена может снижаться при большом поступлении серы с рационом, потреблении растений с повышенным количеством цианогенных гликозидов, например, некоторых бобовых (клевер, льняное семя). Снижение усвояемости селена может быть причиной жизнедеятельности рубцовой микрофлоры, которая превращает селенит в нерастворимый в воде элементарный селен, выводящийся впоследствии из организма. Значение селена в организме животных связано с активностью антиоксидантной системы: селен входит в состав фермента глутатионпероксидазы, катализирующей глутатионзависимое восстановление перекиси водорода до воды. Тиоредоксинредуктазы – оксидоредуктазы, которые вместе с тиоредоксином, являются основой восстановления дисульфидов в клетке; принимают участие в метаболизме и репарации ДНК, транскрипции и межклеточной коммуникации. Представлены у животных в составе трех изоформ, все три являются селеносодержащими [12]. Кроме того, селен, являясь составной частью ферментов дейодиназ, участвует в регуляции активности гормонов щитовидной железы (путем реакции дейодирования внешнего кольца тироксина с образованием активного трийодтиронина, а также раз-

рушения последнего с образованием неактивных форм – Т2 и реверсивный Т3) [15]. В организме животных найдено порядка 25 селенопротеинов. Предполагается, что данные белки выполняют функцию оксидоредуктаз, благодаря наличию тиоловой группы, однако многие функции селенопротеинов до сих пор остаются неизученными. Однако доказано, что развитие беломышечной болезни у молодняка животных связано главным образом с недостатком селенопротеина W в мышечной ткани [18].

У лактирующих животных отмечается высокая потребность в поступлении микроэлемента, что объясняется интенсивными процессами молокообразования [17]. На протяжении лактации селенметионин участвует в синтезе казеина [16]. Было установлено, что в сыворотке крови животных концентрация селена в 4-5 раз выше, чем в молоке в период лактации [7].

Ранее в источниках литературы не было приведено данных об особенностях обмена веществ у овец романовской породы на протяжении периода лактации в условиях содержания на территориях с недостатком селена. Целью данного исследования явилось изучение особенностей обмена веществ овец романовской породы на протяжении лактации в условиях промышленных комплексов Северо-Западного региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на базе кафедры биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «СПбГУВМ» и крестьянско-фермерского хозяйства Ленинградской области. В ходе эксперимента была сформирована группа овец в количестве 20 голов после рождения ягнят. Осложнения после родов у животных выявлено не было, родовспоможение не оказывалось. Ягнята до достижения возраста в 120 суток находились вместе с матерями. Начиная с 30-ти дневного возраста, ягнятам вводили в рацион концентрированные корма, с 60-ти дневного возраста, вводили

лось разнотравное сено. Основу рациона матерей составляла трава естественных пастбищ, добавлялись концентраты. При расчете рациона учитывали, что матерям требуется 1,5 к.ед. на 100 кг живой массы, и дополнительно 0,7 к. ед. для образования 1 л молока в период лактации. В совокупности, для прироста живой массы на протяжении периода лактации овцам требовалось 5-6 к. ед [10]. Животные содержались в специальных групповых секциях для матерей с ягнятами, согласно общепринятой в овцеводстве методике [13].

Исследование концентрации селена в растениях проводили в образцах, наиболее распространенных и более употребляемых в пищу овцами пастбищных растений: *Festuca rubra*, *Elymus repens*, *Trifolium repens*, *Plantago lanceolata*. Определение концентрации селена в образцах проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии [19].

Для характеристики происходящих изменений в период лактации проводился забор крови и исследовали морфологические и биохимические параметры овец романовской породы на протяжении периода лактации на 10, 30 и 100 сутки с момента рождения ягнят (референсные значения по В.Ю. Лобков, А.Н. Белоногова, Д.Д. Арсеньев, 2012; D. S. Santos et al., 2019) [4, 8]. Кровь животных получали пункцией яремной вены в вакуумные пробирки для гематологических и биохимических исследований (Guangzhou Improve Medical Instruments Co., Ltd, Китай). Морфологические исследования крови проводили при помощи автоматического гематологического анализатора ABX Micros 60 (Horiba, Франция). Биохимические исследования осуществлялись на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Clima MC-15 (компания RAL, Испания) с использованием коммерческих наборов реактивов. Статистический анализ проводили согласно общепринятым в биологии методам: использовали t-критерий Стьюдента, различия между различными сроками лактации считали достоверными при выполнении неравенства $p \leq 0,05$ [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Было установлено, что концентрация селена в пастбищных растениях ниже рекомендуемой нормы [9]. Было установлено, что концентрация селена в исследуемых растениях колеблется в диапазоне от 0,059 до 0,067 мг/кг. Оптимальным считается содержание селена в растениях более 0,1 мг/кг. Таким образом, следует предположить, что животные не получают необходимого количества микроэлемента.

Также отмечено, что на протяжении лактации концентрация гемоглобина, количество эритроцитов было ниже референсных значений. При биохимическом исследовании отмечалась низкая концентрация общего белка и альбуминов. На протяжении периода лактации концентрация гемоглобина увеличивалась, на 30-е сутки с момента начала лактации на 7,53% в сравнении с 10-ыми сутками. На 100-е сутки с момента начала лактации концентрация гемоглобина была выше на 19,07% в сравнении с 10-ыми сутками с момента начала лактации и на 10,73% в сравнении с 30-ыми сутками с момента начала лактации. Количество эритроцитов также увеличивалось. На 100-е сутки количество эритроцитов было выше на 7,78% в сравнении с 30-ыми сутками и на 14,59% в сравнении с 10-ыми сутками с момента начала лактации. Отмечалось увеличение концентрации общего белка за счет фракции альбуминов. На 100-е сутки концентрация общего белка была выше на 15,29% в сравнении с 10-ыми сутками и на 9,46% в сравнении с 30-ыми сутками с момента начала лактации. Концентрация альбуминов на 100-е сутки с момента начала лактации была выше на 19,09% в сравнении с 10-ыми сутками и на 15,11% в сравнении с 30-ыми сутками с момента начала лактации. Результаты представлены в таблице 1.

ВЫВОДЫ

На протяжении лактационного периода у овец наблюдается низкая концентрация гемоглобина и количества эритроцитов, низкая концентрация общего белка и альбуминов. Данные показатели имеют

Таблица 1

Морфологические и биохимические параметры крови овец романовской породы на протяжении периода лактации

Показатель/Сутки лактации	10	30	100	Референсные значения
гематокрит, %	28,78±1,18	30,12±2,15	32,87±3,41	25-35
гемоглобин, г/л	80,83±2,15*	86,92±1,44*	96,25±3,15	100-120
эритроциты, $10^{12}/л$ ✕	7,13±0,36*	7,58±0,32*	8,17±0,14	7-12
лейкоциты, $10^9/л$ ✕	4,81±0,44	5,16±0,57	5,34±0,43	6-14
тромбоциты, $\times 10^9/л$	250,16±12,12	261,12±14,18	259,84±16,11	200-500
глюкоза, ммоль/л	2,76±0,64	2,84±0,51	2,98±0,23	1,94-3,33
мочевина, ммоль/л	3,61±0,81	2,93±0,12	3,12±0,18	3,00-5,00
общий белок, г/л	52,37±1,12*	55,16±1,08*	60,38±1,27	60-75
альбумин, г/л	29,11±1,11*	30,12±1,49*	34,67±1,55	35-40
глобулин, г/л	23,26±1,59	25,04±1,94	25,71±2,00	20-35

Примечание: * Различие по данному показателю статистически достоверно между разными периодами латации ($P \leq 0,05$ при t критическом 2,093)

тенденцию к увеличению на более поздних сроках лактации, что связано с уменьшением продукции молока и переходом ягнят на растительные корма. К 100-ым суткам с момента начала лактации показатели достигают минимального порога референсных значений для романовской породы овец. Данные изменения могут быть объяснены состоянием окислительного стресса, в котором находятся матери в виду интенсивной молокоотдачи и недостатком селена в рационе.

RESEARCH OF ROMANOV SHEEP METABOLISM CHARACTERISTICS OVER THE PERIOD OF LACTATION IN ESTATIONS OF NORT- WESTERN REGION

Kurilova A.A. – post-graduate student, Department of biochemistry and physiology of Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine;

Karpenko L.Yu. – doctor of biological science, professor, head of department of biochemistry and physiology of Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine;

Maximov V.I. - Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozhgov; Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K. I. Scriabin
Makhnin I.A. – student of veterinary faculty of Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine.

ABSTRACT

Selenium is an essential trace element in the diet of farm animals. Selenium is a part of the antioxidant enzymes, preventing the free radicals cell destruction. Selenium availability varies greatly due to the great number of biogeochemical territories. The North-Western region of Russia is a territory with selenium deficiency in soils and plants. In this study, it was found that the concentration of selenium in pasture plants was in the range from 0,059 to 0,067 $\mu\text{g}/\text{kg}$ with an optimal value of 0,1 mg/kg . It was found that the concentration of hemoglobin, the number of red blood cells, the concentration of total protein and albumins in blood of Romanov

sheep over the period of lactation was below the reference values. The number of red blood cells also increased. On the 100th day, the number of red blood cells was higher by 7.78% compared to the 30th day and by 14.59% compared to the 10th day since the beginning of lactation. There was an increase in the concentration of total protein due to the albumin fraction. On the 100th day, the total protein concentration was 15.29% higher compared to the 10th day and 9.46% higher compared to the 30th day since the beginning of lactation. On the 100th day from the start of lactation, the hemoglobin concentration was 19.07% higher compared to the 10th day from the start of lactation and 10.73% higher compared to the 30th day from the start of lactation. It was marked that those parameters had got higher to the low reference limit at the late period of lactation. This tendency could be the effect of metabolic imbalance and selenium deficiency in sheep diet.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1.Зверев, А.А. Статистические методы в биологии: учебно-методическое пособие / А.А. Зверев, Т.Л. Зефилов. – Казань: КФУ, 2013 - 42 с.
- 2.Карпенко, Л.Ю. Динамика содержания тиреоидных гормонов в сыворотке крови лошадей в связи с обеспеченностью организма йодом и селеном/Л.Ю. Карпенко, Р.Н. Селимов, А.А. Бахта//Ученые записки Казанской Государственной Академии Ветеринарной Медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – Т.203. – С. 118-122.
- 3.Карпенко, Л.Ю. Сезонная динамика показателей минерального обмена у высокопродуктивных коров черно-пестрой породы/ Л.Ю. Карпенко, А.А. Карпенко, А.И. Енукашвили, А.А. Бахта, А.Б. Андреева//АСТА NATURAE. – 2016. - №S1. – 196 с.
- 4.Лобков, В.Ю. Биологические особенности овец романовской породы: монография/ В.Ю. Лобков, А.Н. Белоногова, Д.Д. Арсеньев. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2012 – 162 с.
- 5.Максимов, В. И. Динамика естественной резистентности свиней в зависимости от локальных биогеохимических особенностей региона: экологический и онтогенетический аспекты/В.И. Максимов, М.Н. Лежнина, В.Н. Еремеев, А.А. Шуканов, А.А. Дельцов//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. - Т.42. - №2. – С. 155-160.
- 6.Максимов, В. И. Корригирование иммуноромфологического статуса бычков биогенными веществами с учетом региональной йодной и селеновой недостаточности/ В.И. Максимов, Р.А. Шуканов, А.А. Шуканов, Н.В. Алтынова//Международный вестник ветеринарии. – 2020. – № 1. – С.46-51.
- 7.Arshad, M. A. Revisiting the effects of different dietary sources of selenium on the health and performance of dairy animals: a review/ M. A. Arshad, H. M. Ebeid, F.Hassan//Biological trace element research. – 2021. – V. 199. – N. 9. – P. 3319 – 3337.
- 8.Benefits of the inclusion of açai oil in the diet of dairy sheep in heat stress on health and milk production and quality / D. da S. dos Santos, V. Klauck, G. Campigotto [et al.] // Journal of Thermal Biology. – 2019. – V. 84. – P. 250-258.
- 9.Concentration of selenium in soil, pasture, blood and wool of sheep / Z. Antunović, Z. D. Steiner, M. Vegara [et al.] // Acta Veterinaria. – 2010. – V. 60. – N. 2-3. – P. 263-271.
- 10.Dvalishvili, V. G. A diet for intensive raising and fattening of young sheep / V. G. Dvalishvili // Farm animals. – 2013. – V. 3. – N. 4. – P. 96-101.
- 11.Effects of plane of nutrition and selenium supply during gestation on ewe and neonatal offspring performance, body composition, and serum selenium / A. M. Meyer, J. J. Reed, T. L. Neville [et al.] // Journal of Animal Science. – 2010. – V. 88. – N. 5. – P. 1786-1800.
- 12.Essential Role for Mitochondrial Thioredoxin Reductase in Hematopoiesis, Heart Development, and Heart Function / M. Conrad, C. Jakupoglu, S. G. Moreno [et al.] // Molecular and Cellular Biology. – 2004. – V. 24. – N. 21. – P. 9414-9423.
- 13.Freking, B. A. Comparison of performance of F1 Romanov crossbred ewes with wool and hair breeds during spring lambing

- under intensive and extensive production systems / B. A. Freking, T. W. Murphy // *Journal of Animal Science*. – 2021. – V. 99. – N. 1. – P. 1-10.
14. Golubkina, N. A. Selenium in food crops / N. A. Golubkina, P. A. Poluboyarinov, A. V. Sindireva // *Voprosy Pitaniia*. – 2017. – V. 86. – N. 2. – P. 63-69.
15. Labunskyy, V. M. Selenoproteins: Molecular pathways and physiological roles / V. M. Labunskyy, D. L. Hatfield, V. N. Gladyshev // *Physiological Reviews*. – 2014. – V. 94. – N. 3. – P. 739-777.
16. Selenium content and distribution in cow's milk supplemented with two dietary selenium sources / Ó. Muñiz-Naveiro, R. Domínguez-González, A. Bermejo-Barrera [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2005. – V. 53. – N. 25. – P. 9817-9822.
17. Selenium persistency and speciation in the tissues of lambs following the withdrawal of dietary high-dose selenium-enriched yeast / D. T. Juniper, R. H. Phipps, E. Ramos-Morales, G. Bertin // *Animal*. – 2008. – V. 2. – N. 3. – P. 375-380.
18. SelT, SelW, SelH, and Rdx 12: Genomics and molecular insights into the functions of selenoproteins of a novel thioredoxin-like family / A. Dikiy, S. V. Novoselov, D. E. Fomenko [et al.] // *Biochemistry*. – 2007. – V. 46. – N. 23. – P. 6871-6882.
19. White P. J. Selenium accumulation by plants / P. J. White // *Annals of Botany*. – 2016. – V. 117. – N. 2. – P. 217-235.
- REFERENCES**
1. Zverev, A.A. Statistical methods in biology: an educational and methodical manual / A.A. Zverev, T.L. Zefirov. – Kazan: KFU, 2013 - 42 p.
2. Karpenko, L.Y. Dynamics of thyroid hormone content in the blood serum of horses in connection with the provision of iodine and selenium/L.Y. Karpenko, R.N. Selimov, A.A. Bakhta//Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. - 2010. – V. 203. – P. 118-122.
3. Karpenko, L.Yu. Seasonal dynamics of mineral metabolism indicators in highly productive black-and-white cows/ L.Yu. Karpenko, A.A. Karpenko, A.I. Erukashvili, A.A. Bakhta, A.B. Andreeva//ACTA NAT-URAE. - 2016. – N. 1. – 196 p.
4. Lobkov, V.Yu. Biological features of Romanov sheep: monograph / V.Yu. Lobkov, A.N. Belonogova, D.D. Arsenyev. – Yaroslavl: Publishing house of the Yaroslavl State Agricultural Academy, 2012 - 162 p.
5. Maksimov, V. I. Dynamics of natural resistance of pigs depending on local biogeochemical features of the region: ecological and ontogenetic aspects/V.I. Maksimov, M.N. Lezhnina, V.N. Ereemeev, A.A. Shukanov, A.A. Deltsov//Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2018. - V. 42. - N. 2. – P. 155-160.
6. Maksimov, V. I. Correction of the immunomorphological status of bulls with biogenic substances taking into account regional iodine and selenium deficiency/ V.I. Maksimov, R.A. Shukanov, A.A. Shukanov, N.V. Altynova//International Bulletin of Veterinary Medicine. – 2020. – N. 1. – P. 46 -51.
7. Arshad, M. A. Revisiting the effects of different dietary sources of selenium on the health and performance of dairy animals: a review/ M. A. Arshad, H. M. Ebeid, F.Hassan//Biological trace element research. – 2021. – V. 199. – N. 9. – P. 3319 – 3337.
8. Benefits of the inclusion of açai oil in the diet of dairy sheep in heat stress on health and milk production and quality / D. da S. dos Santos, V. Klauck, G. Campigotto [et al.] // *Journal of Thermal Biology*. – 2019. – V. 84. – P. 250-258.
9. Concentration of selenium in soil, pasture, blood and wool of sheep / Z. Antunović, Z. D. Steiner, M. Vegara [et al.] // *Acta Veterinaria*. – 2010. – V. 60. – N. 2-3. – P. 263-271.
10. Dvalishvili, V. G. A diet for intensive raising and fattening of young sheep / V. G. Dvalishvili // *Farm animals*. – 2013. – V. 3. – N. 4. – P. 96-101.
11. Effects of plane of nutrition and selenium supply during gestation on ewe and neonatal offspring performance, body composition, and serum selenium / A. M. Meyer, J. J. Reed, T. L. Neville [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 2010. – V. 88. – N. 5. – P. 1786-1800.
12. Essential Role for Mitochondrial Thi-

- oredoxin Reductase in Hematopoiesis, Heart Development, and Heart Function / M. Conrad, C. Jakupoglu, S. G. Moreno [et al.] // *Molecular and Cellular Biology*. – 2004. – V. 24. – N. 21. – P. 9414-9423.
13. Freking, B. A. Comparison of performance of F1 Romanov crossbred ewes with wool and hair breeds during spring lambing under intensive and extensive production systems / B. A. Freking, T. W. Murphy // *Journal of Animal Science*. – 2021. – V. 99. – N. 1. – P. 1-10.
14. Golubkina, N. A. Selenium in food crops / N. A. Golubkina, P. A. Poluboyarinov, A. V. Sindireva // *Voprosy Pitaniia*. – 2017. – V. 86. – N. 2. – P. 63-69.
15. Labunskyy, V. M. Selenoproteins: Molecular pathways and physiological roles / V. M. Labunskyy, D. L. Hatfield, V. N. Gladyshev // *Physiological Reviews*. – 2014. – V. 94. – N. 3. – P. 739-777.
16. Selenium content and distribution in cow's milk supplemented with two dietary selenium sources / Ó. Muñiz-Naveiro, R. Domínguez-González, A. Bermejo-Barrera [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2005. – V. 53. – N. 25. – P. 9817-9822.
17. Selenium persistency and speciation in the tissues of lambs following the withdrawal of dietary high-dose selenium-enriched yeast / D. T. Juniper, R. H. Phipps, E. Ramos-Morales, G. Bertin // *Animal*. – 2008. – V. 2. – N. 3. – P. 375-380.
18. SelT, SelW, SelH, and Rdx 12: Genomics and molecular insights into the functions of selenoproteins of a novel thioredoxin-like family / A. Dikiy, S. V. Novoselov, D. E. Fomenko [et al.] // *Biochemistry*. – 2007. – V. 46. – N. 23. – P. 6871-6882.
19. White P. J. Selenium accumulation by plants / P. J. White // *Annals of Botany*. – 2016. – V. 117. – N. 2. – P. 217-235.