

А. А. Курилова¹, Л. Ю. Карпенко¹, В. И. Максимов², А. А. Бахта¹

Содержание селена в молоке овец романовской породы в различные периоды лактации

Аннотация.

Цель: изучение концентрации селена в молоке и влияния введения препаратов селена на концентрацию микроэлемента в молоке на различных сроках лактации у овец романовской породы в условиях промышленных комплексов Северо-Западного региона.

Материалы и методы. Задействовано 80 овцематок романовской породы в возрасте 1 года. Использовали клинически здоровых животных. Рацион был составлен с учетом общепринятых рекомендаций, в зависимости от возраста и физиологического состояния. Содержание селена в растениях, которые использовали в рационе животных, определяли флуориметрически с 2,3-диаминонафталином. На первом этапе исследования сформирована группа овцематок после окота, молоко для исследований получали путем отбора проб контрольной дойки через 5, 30, 60, 90, 120-ые сутки после начала лактации. Концентрацию селена в молоке исследовали методом атомно-адсорбционной спектроскопии. На втором этапе исследования сформировано две группы овцематок романовской породы в возрасте 1 года. Беременность подтверждали визуально-оценочным методом по отсутствию охоты у овец спустя 20-30 дней после случного периода, методом барана-пробника и через 2,5 месяца после случного периода методом пальпации. На протяжении периода беременности животным первой подопытной группы вводили внутримышечно препарат «Е-селен» из расчета 1 мл на 50 кг живого веса согласно инструкции препарата; второй группе, контрольной, вводили физиологический раствор в той же концентрации, что и препарат подопытным животным. У животных подопытной и контрольной групп проводили исследование концентрации селена в молоке путем отбора проб контрольной дойки через 5, 30, 60, 90, 120-ые сутки после начала лактации.

Результаты. Концентрация селена снижалась в различные периоды лактации, что вероятнее связано со снижением общего количества производимого молока и окончанием периода лактации. В продолжении лактационного периода концентрация селена была ниже референсных значений. Концентрация селена в молоке была достоверно выше у овцематок, которым на протяжении беременности вводили препарат селена. Однако уже ко второму месяцу лактации, концентрация микроэлемента в молоке снижалась на 47,72 % по отношению к начальному периоду лактации. Отмечалось, что с течением лактации и при отмене дачи препаратов наблюдается значительное снижение концентрации селена в молоке овцематок. На 120-е сутки лактации концентрация селена снизилась в 5,9 раз по сравнению с 5-ми сутками лактации и в 4 раза для контрольной группы. Таким образом, следует, что концентрация селена в молоке овцематок становится низкой уже на 30-е сутки, следовательно, молоко матерей не может являться полноценным источником селена для растущих ягнят, поскольку первую, вторую неделю после рождения кормили исключительно молоком, начиная с третьей недели животным вводились подкормки, а ко взрослому рациону ягнят переводили только на девятой неделе с момента рождения.

Ключевые слова: селен, кровь, ягненок, овца, печень, почка.

Авторы:

Курилова Анастасия Андреевна — аспирант; e-mail: aakurilova95@yandex.ru;

Карпенко Лариса Юрьевна — доктор биологических наук, профессор;

Максимов Владимир Ильич — доктор биологических наук, профессор;

Бахта Алеся Александровна — кандидат биологических наук.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, Россия, Санкт-Петербург, Черниговская ул, 5.

² Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени им. К. И. Скрябина; 109472, Россия, Москва, ул. Академика Скрябина, 23

Введение. В последнее время с возрастанием потребностей населения в экологически чистой и безопасной продукции животноводства возникает особый интерес к молоку разных видов сельскохозяйственных животных, в частности к козьему и овечьему [1].

Овечье молоко является ценным источником биологически активных веществ: большого количества жирных кислот, иммуноглобулинов, белков, витаминов, минералов; содержание сухого вещества в 1,4 раз выше в сравнении с коровьим молоком, белка — в 1,7 раза и жира — в 1,6 раза в сравнении с коровьим [2].

Для ферментативных напитков, приготовленных из овечьего молока, благодаря содержанию таких веществ как катехол, ванилин, феруловая кислота и салициловая кислота характерна антибактериальная активность [3].

Согласно проведенным исследованиям, овечье молоко содержит большое количество незаменимых аминокислот (пролин, глутаминовая кислота, аланин, терозин и так далее), кроме того, как и козье, овечье молоко отличается высоким содержанием метионина, цистеина, изолейцина, фенилаланина, лейцина, глицина, что делает его незаменимым в сыроделии, а также диетическом и терапевтическом питании человека. Показано применение овечьего молока при производстве пробиотиков и пребиотиков, нутрицевтических добавок [4].

Возрастающий интерес к употреблению овечьего молока и продуктов его кисломолочного брожения делает перспективным исследование микроэлементного состава по ряду необходимых микроэлементов, которых не хватает в рационе населения, в рамках развития производства функциональных продуктов питания. Например, на большей части территории Российской Федерации наблюдается недостаток селена, необходимого для адекватного функционирования антиоксидантной, иммунной систем, оказывающих влияние на процессы роста и развития [5].

Биологическое действие селена связано в основном с тем, что атомы селена входят в состав селенопротеинов (селенопротеин Р, селенопротеин W) и ферментов антиоксидантной системы, такие как глутатионпероксидаза, тиреопероксидаза; дейоденазы, необходимые для синтеза гормонов щитовидной железы. Первым литературно описанным ферментом была глутатионпероксидаза; на настоящий день известно 8 изоформ данного фермента, которые различаются структурой и локализацией в организме [6]. Основная задача, которую выполняет данный фермент — защита липидов клеточной мембраны от

процессов перекисного окисления, выполняя реакцию восстановления гидроперекисей с помощью глутатиона [7].

Ранее было доказано, что селен в составе аминокислоты селенистеина входит в состав лактобелков молока. Количество соматических клеток в молоке овец, получавших в период беременности добавки селена, снижалось. Также авторами отмечается, что в морфологическом составе клеток молока таких овец возрастало количество нейтрофилов [8]. Недостаточное поступление селена в период активного роста плода и далее на этапах постнатального развития ведет к возникновению беломышечной болезни, характеризующейся глубоким нарушением обмена веществ, летальность данного заболевания среди молодняка овец составляет более 50 % [9, 10].

Стоит помнить, что из молока организм может усвоить не более 30 % микроэлемента, связанного с белками молока. Следовательно, требуется более подробно изучать состав молока на различных сроках лактации и при необходимости корректировать селеновый статус сельскохозяйственных животных [8].

Цель исследования — изучение концентрации селена в молоке и влияния введения препаратов селена на концентрацию микроэлемента в молоке на различных сроках лактации у овец романовской породы в условиях промышленных комплексов Северо-Западного региона.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе кафедры биохимии и физиологии «СПбГУВМ» и КФХ Мцканян Г.Л. Ленинградской области. В ходе исследования было задействовано 80 овцематок романовской породы в возрасте 1 года. Испытания проходили в весенне-летний период содержания. В опытном хозяйстве практиковался метод синхронизации эструса у овец по следующей схеме: в течение 11 дней вводился препарат «Прогестерон» (ОАО Дальхимфарм) внутримышечно, для стимуляции роста яичников применяли сыворотку жеребых кобыл (Syncro-part Pmsg 6000 ME, Франция) и препарат «Фоллимаг» в дозировке 500 ед. внутримышечно [11].

Подготовку оборудования и материалов для исследования проводили согласно «Правилам лабораторной практики: Министерства здравоохранения и социального развития, 2010» [12]. В опытах по оценке влияния препарата на организм использовали клинически здоровых животных. На каждом этапе эксперимента животных взвешивали с использованием весов для мелких животных «Живой вес», рассчитанных на массу до 600 кг, размером 1400 x 700. Ежедневно про-

водили клинический осмотр животных для оценки общего состояния. Рацион был составлен с учетом общепринятых рекомендаций, в зависимости от возраста и физиологического состояния [13]. Летом основу рациона составляли растения естественных пастбищ. До четырехмесячного возраста ягнята находились с овцематками. Расчет рациона проводился с учетом, что овцематке требуется 1,5 к.ед. на 100 кг живой массы и дополнительно для образования 1 л молока 0,7 к.ед для лактирующих овцематок. Для прироста массы на 1 кг овцематкам дополнительно требовалось 5-6 к.ед. [13]. Содержание селена в растениях, которые использовались в рационе животных, определяли флуориметрически с 2,3-диаминонафталином [14].

На первом этапе исследования была сформирована группа овцематок после окота, молоко для исследований получали путем отбора проб контрольной дойки через 5, 30, 60, 90, 120-ые сутки после начала лактации. Концентрацию селена в молоке исследовали методом атомно-адсорбционной спектроскопии согласно ГОСТ 31651-2012 на базе лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы «СПбГУВМ». На втором этапе исследования было сформировано две группы овцематок романовской породы в возрасте 1 года. Беременность подтверждали визуальным методом по отсутствию охоты у овец спустя 20-30 дней после случного периода, методом барана-пробника и через 2,5 месяца после случного периода методом пальпации. На протяжении периода беременности животным первой подопытной группы вводили внутримышечно препарат «Е-селен» (ООО «Нита-Фарм») из расчета 1 мл на 50 кг живого веса согласно инструкции препарата; второй группе, контрольной, вводили физиологический раствор в той же концентрации, что и препарат подопытным животным. У животных подопытной и контрольной групп проводили исследование концентрации селена в молоке путем отбора проб контрольной

дойки через 5, 30, 60, 90, 120-ые сутки после начала лактации.

Статистическую обработку полученных результатов проводили по стандартным процедурам, с помощью приложения Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corp. USA), с использованием t-критерия Стьюдента для оценки достоверности различий между выборками для опытных и контрольных экспериментов. Различия принимали достоверными при выполнении неравенства $p \geq 0,05$.

Результаты исследования. Результаты исследования концентрации селена в молоке лактирующих овцематок романовской породы представлены в таблице 1. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что концентрация селена снижалась в различные периоды лактации, что вероятнее связано со снижением общего количества производимого молока и окончанием периода лактации. В продолжении лактационного периода концентрация селена была ниже референсных значений, в связи с низким содержанием селена в организме животных [15].

Таким образом, ягнята, потребляющие молоко исследуемых овцематок, испытывают недостаток селена, что может негативно сказываться на процессах роста, приводит к нарушению метаболизма и ведет к снижению выживаемости и продуктивности молодняка.

На втором этапе исследования овцематкам на протяжении периода беременности вводился селенсодержащий препарат «Е-селен» (ООО «НИТА-ФАРМ», Россия). Результаты исследования второго этапа представлены в таблице 2.

Исходя из полученных результатов следует, что концентрация селена в молоке была достоверно выше у овцематок, которым на протяжении беременности вводили препарат селена. Однако уже ко второму месяцу лактации концентрация микроэлемента в молоке снижалась на 47,72 % по отношению к начальному периоду лактации. Отмечалось, что с течением лак-

Таблица 1. Концентрация селена лактирующих овцематок на протяжении периода лактации (n=80), $\bar{X} \pm S_x$

Период исследования	Концентрация селена в молоке, мкмоль/л	
	Исследуемые овцематки	Референсные значения
5-е сутки после рождения	0,33±0,03	0,42-0,45
30-е сутки после рождения	0,21±0,02	
60-е сутки после рождения	0,18±0,01	0,25-0,28
90-е сутки после рождения	0,10±0,02	
120-е сутки после рождения	0,06±0,03	

тации и отмене дачи препаратов наблюдается значительное снижение концентрации селена в молоке овцематок. На 120-е сутки лактации концентрация селена снизилась в 5,9 раз по сравнению с 5-ми сутками лактации и в 4 раза для контрольной группы. Таким образом, следует, что концентрация селена в молоке овцематок становится низкой уже на 30-е сутки, следовательно, молоко матерей не может являться полноценным источником селена для растущих ягнят, поскольку первую, вторую неделю после рождения кормили исключительно молоком, начиная с третьей недели животным вводились подкормки, а ко взрослому рациону ягнят переводили только на девятой неделе с момента рождения.

Заключение. Таким образом, исследования показали, что селен принимает активное участие

в обменных процессах организма, участвует в образовании компонентов молока, связываясь с молочными белками, что играет важную роль для роста, развития и функционирования антиоксидантной и иммунной систем молодняка, в особенности в молочный период кормления. Следует отметить, что концентрация селена наиболее высока на начальном периоде лактации.

Также, исходя из результатов проведенных исследований, следует, что введение селена исключительно на протяжении беременности не обогащает молоко микроэлементами для всего лактационного периода, следовательно, такое молоко не может являться в полной мере функциональным продуктом питания, восполняющим необходимое количество селена в рационе человека.

Таблица 2. Концентрация селена лактирующих овцематок на протяжении периода лактации (n=80), $\bar{X} \pm S_x$

Период исследования	Концентрация селена в молоке, мкмоль/л	
	Опытная группа (n=40)	Контрольная группа (n=40)
5-е сутки после рождения	0,65±0,04*	0,32±0,05
30-е сутки после рождения	0,44±0,03*	0,23±0,04
60-е сутки после рождения	0,19±0,02	0,17±0,06
90-е сутки после рождения	0,13±0,02	0,11±0,03
120-е сутки после рождения	0,11±0,04	0,08±0,04

Примечание: * Различие по данному показателю статистически достоверно между опытной и контрольной группами ($P \leq 0,05$ при t критическом 2,093)

Литература

1. Caboni P. A. A metabolomics comparison between sheep's and goat's milk / P.A. Caboni, A. Murgia, C. Porcu, I. Manis [et al.] // Food Research International. — 2019. — № 119. — P. 869-875.
2. Светличный С. И. Продуктивные и воспроизводительные качества овец породы лакон разных лактаций: дис. ... канд. биол. Наук: 06.02.07 / С. И. Светличный; науч. рук. Н. Н. Бондаренко, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Ставрополь. 2020. 134 с.
3. Farag M. A. The Many Faces of Kefir Fermented Dairy Products: Quality Characteristics, Flavour Chemistry, Nutritional Value, Health Benefits, and Safety / M. A. Farag, S. A. Jomaa, A. Abd El-Wahed, H. R. El-Seedi // Nutrients. — 2020. — № 12. — P. 346.
4. Pulina G. A. Invited Review: Current Production Trends, Farm Structures, and Economics of the Dairy Sheep and Goat Sectors / G. Pulina. M. J. Milan, M.P. Lavin, J. Theodoridis [et al.] // Journal of Dairy Science. — 2018. — № 101. — P. 6715-6729.
5. Hariharan S. Selenium and selenoproteins: it's role in regulation of inflammation / S. Hariharan, S. Dhar-maraj // Inflammopharmacology. — 2020. — V. 28. — № 3. — P. 667-695.
6. Muller F. L. Trends in oxidative aging theories / F. L. Muller. M. S. Lustgarten, Y. Jang [et al.] // Free Radical Biology and Medicine. — 2007. — V. 43. — № 4. — P. 477-503.
7. Kührle J. Selenium, the thyroid, and the endocrine system / J. Kührle, F. Jakob, B. Contempre [et al.] // Endocrine Reviews. — 2005. — V. 26. — № 7. — P. 944-984.
8. Van Dael P. Selenium content of sheep's milk and its distribution in protein fractions / P. Van Dael, L. Shen, R. Van Renterghem, H. Deelstra // Z Lebensm Unters Forsch. — 1993. — V. 196. — № 6. — P. 536-539.
9. Максимов В. И. Основы физиологии и этологии животных: учебник / В. И. Максимов, В. Ф. Лысов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 504 с.

10. Максимов В.И. Минералы и витамины в кормлении пушных зверей клеточного содержания: учебное пособие / В. И. Максимов, Н. А. Балакирев, А. А. Дельцов. — М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2022. — 130 с.
11. Зонтурлу А. К. Синхронизация эструса у овец (*Ovis Aries*) породы авасси вне сезона размножения при скармливании витамина Е и мультиминеральной добавки (Se, Ca, P, Cu, Co) / А. К. Зонтурлу, С. Кацар, М. Сенмез, А. Йусе, С. Кайа // Сельскохозяйственная биология. — Т. 52. — № 2. — С.331-337.
12. Правило лабораторной практики: приказ Министерства здравоохранения и социального развития // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2010. — №16. — ст. 1815. — № 31. — ст. 4161.
13. Макарец Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных: Учебник для вузов. — Изд.3-е переработанное и доп. / Н. Г. Макарец. — Калуга: Изд-во «Ноосфера», 2012 — 640 с.
14. Вампиров В. В. Варианты фотометрического определения селена / В. В. Вампиров, А. А. Венкович, Г. С. Бородулин // Принципы экологии. — 2014. — № 3. — С. 4-10.
15. Meyer A. M. Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparous ewes / A. M. Meyer, J. J. Reed, T. L. Neville, J. F. Thorson, K. R. Maddock-Carlin [et al.] // Journal of Animal Science. — 2011. — V. 89. — №5. — P. 1627-1639.

Kurilova A.¹, Karpenko L.¹, Maksimov V.², Bakhta A.¹

The content of selenium in the milk of the sheep of the Romanovsky breed in different periods of lactation

Abstract.

Purpose: to study the concentration of selenium in milk and the impact of the introduction of selenium preparations on the concentration of a trace element in milk at various periods of lactation at the Romanovskoye sheep in the conditions of industrial complexes of the North-Western region.

Materials and methods. 80 disemets of the Romanov breed aged 1 year are involved. Used clinically healthy animals. The diet was compiled taking into account generally accepted recommendations, depending on age and physiological condition. The content of selenium in plants that were used in the diet of animals was determined by fluorimetrically with 2,3-diaminonaphthalin. At the first stage of the study, a group of disemeters was formed after a backed, milk was received by selecting a control milking after 5, 30, 60, 90, 120th day after the start of lactation. The concentration of selenium in milk was studied by atomic-adsorption spectrometry. At the second stage of the study, two groups of disemeters of the Romanov breed aged 1 year were formed. Pregnancy was confirmed by the visual and evaluation method for the lack of hunting in sheep 20-30 days after the derive period, by the lamb-industry and 2.5 months after the shed period by palpation. During the period of pregnancy, the animals of the first experimental group administered intramuscularly drug "E-sel" at the rate of 1 ml per 50 kg of live weight according to the instructions of the drug; The second group, control, introduced a physiological solution in the same concentration as the drug experimental animals. In animals of the experimental and control groups, a study of the concentration of selenium in milk was carried out by selecting a test milking samples after 5, 30, 60, 90, 120th day after lactation.

Results. The concentration of selenium was reduced in various periods of lactation, which is more likely to be associated with a decrease in the total amount of milk produced and the end of the lactation period. In the continuation of the lactation period, the concentration of selenium was lower than reference values. The concentration of selenium in milk was reliably higher in the disetals, which during pregnancy were administered the drug Selena. However, by the second month of lactation, the concentration of the trace element in milk decreased by 47.72 % in relation to the initial period of lactation. It was noted that with the course of lactation and cancellation of the cottage of drugs there is a significant decrease in the concentration of selenium in the milk of the disemets. On the 120th day, lactation concentration of selenium decreased by 5.9 times compared to 5 days of lactation and 4 times for the control group. Thus, it follows that the concentration of selenium in the milk of the disemeters becomes low on the 30th day, therefore, the milk of mothers cannot be a full-fledged source of selenium for growing lambs, since the first, second week after birth was fed exclusively milk, starting from the third week to animals Fertening were introduced, and the lambs were translated to the adult diet only in the ninth week from the moment of birth.

Key words: selenium, blood, lamb, sheep, liver, kidney.

Author:

Kurilova A. — graduate student; e-mail: aakurilova95@yandex.ru;

Karpenko L. — Dr. Habil. (Biol. Sci.); Professor;

Maksimov V. — Dr. Habil. (Biol. Sci.); Professor;

Bakhta A. — PhD (Biol. Sci.).

¹ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, Russia, St. Petersburg, Chernihiv Street, 5.

² Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after named after K. I. Scriabin; 109472, Russia, Moscow, st. Academician Scriabin, 23

References

1. Caboni P A. A metabolomics comparison between sheep's and goat's milk / P.A. Caboni, A. Murgia, C. Porcu, I. Manis [et al.] // Food Research International. — 2019. — № 119. — P. 869-875.
2. Svetlichny S. I. productive and reproducing qualities of the sheep of the Lacon breed of different lactations: dis. ... Cand. Biol. Sciences: 06.02.07 / S. I. Svetlichny; scientific. hands. N. N. Bondarenko, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Stavropol. 2020. 134 p.
3. Farag M. A. The Many Faces of Kefir Fermented Dairy Products: Quality Characteristics, Flavour Chemistry, Nutritional Value, Health Benefits, and Safety / M. A. Farag, S. A. Jomaa, A. Abd El-Wahed, H. R. El-Seedi // Nutrients. — 2020. — № 12. — P. 346.
4. Pulina G. A. Invited Review: Current Production Trends, Farm Structures, and Economics of the Dairy Sheep and Goat Sectors / G. Pulina. M. J. Milan, M.P. Lavin, J. Theodoridis [et al.] // Journal of Dairy Science. — 2018. — № 101. — P. 6715-6729.
5. Hariharan S. Selenium and selenoproteins: it's role in regulation of inflammation/S. Hariharan, S. Dhar-maraj // Inflammopharmacology. — 2020. — V. 28. — № 3. — P. 667-695.
6. Muller F. L. Trends in oxidative aging theories / F. L. Muller. M. S. Lustgarten, Y. Jang [et al.] // Free Radical Biology and Medicine. — 2007. — V.43. — № 4. — P. 477-503.
7. Kührle J. Selenium, the thyroid, and the endocrine system / J. Kührle, F. Jakob, B. Contempre [et al.] // Endocrine Reviews. — 2005. — V. 26. — № 7. — P. 944-984.
8. Van Dael P. Selenium content of sheep's milk and its distribution in protein fractions / P. Van Dael, L. Shen, R. Van Renterghem, H. Deelstra // Z Lebensm Unters Forsch. — 1993. — V. 196. — № 6. — P. 536-539.
9. Maksimov V.I. Fundamentals of physiology and ethology of animals: Textbook / V. I. Maksimov, V.F. Lysov. -2nd ed., Cred. and add. -St. Petersburg: Lan, 2019.-504 p.
10. Maksimov V.I. Minerals and vitamins in feeding the fur animals of cellular content: Textbook / V.I. Maksimov, N. A. Balakirev, A. A. Deltsov. — M.: Publishing House "Scientific Library", 2022. — 130 p.
11. The umbrella A. K. Synchronization of the estrus in sheep (*Ovis Aries*) of the Avassi breed outside the reproduction season when fed vitamin E and multicine -added additives (Se, Ca, P, Cu, Co) / A. K. Usturner, C. Katsar, M. Senmez, A. Yusa, S. Kaya // Agricultural Biology. — Vol. 52. — № 2. — P. 331-337.
12. The rule of laboratory practice: Order of the Ministry of Health and Social Development // Collection of Legislation of the Russian Federation. — 2010. — № 16. — Art. 1815. — № 31. — Art. 4161.
13. Makartsev N. G. Feeding of agricultural animals: a textbook for universities. -Foreign 3rd processed and additional. / N. G. Makartsev. -Kaluga: Noosphere Publishing House, 2012-640 p.
14. Vampirov V. V. options for the photometric definition of Selena / V. V. Vampirov, A. A. Venskovich, G. S. Borodulin // Principles of Ecology. — 2014. — № 3. — P. 4-10.
15. Meyer A. M. Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparous ewes / A. M. Meyer, J. J. Reed, T. L. Neville, J. F. Thorson, K. R. Maddock-Carlin [et al.] // Journal of Animal Science. — 2011. — V. 89. — №5. — P. 1627-1639.