

УДК: 577.171.52

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.4.474

СРАВНЕНИЕ УРОВНЕЙ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ У САМОК СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ПРИ АНЭСТРУСЕ И В ПЕРИОД ГОНА

Крутикова А.А.^{1*} – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. молекулярной генетики (ORCID 0000-0003-2561-145X); **Ширяев Г.В.**¹ – канд. с.-х. наук, ученый секретарь (ORCID 0000-0002-4698-3917); **Никиткина Е.В.**¹ – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаб. биологии развития (ORCID 0000-0002-8496-5277); **Пегливанян Г.К.**¹ – мл. науч. сотр. лаб. молекулярной генетики (ORCID 0000-0001-5194-4851); **Беликова А.О.**³ – асп., преп. каф. генетических и репродуктивных биотехнологий (ORCID 0009-0006-9173-6129); **Мусидрай А.А.**² – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отд. жив-ва и рац. природопользования Арктики (0000-0002-0079-9938); **Никитин Г.С.**³ – канд. ветеринар. наук, доц. каф. генетических и репродуктивных биотехнологий

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»;

² ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН»,

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

* anntim2575@mail.ru

Ключевые слова: репродуктивная система, домашний северный олень, эстрадиол, прогестерон, лютеинизирующий гормон.

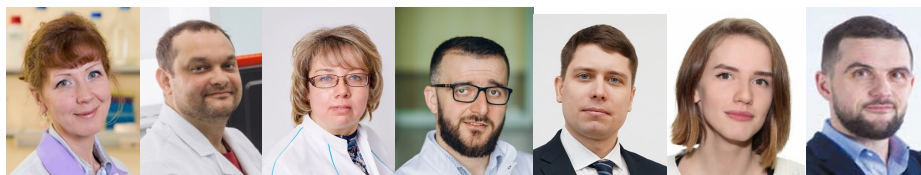
Key words: reproductive system, domestic reindeer, estradiol, progesterone, luteinizing hormone.

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-16-00085, <https://rscf.ru/project/22-16-00085/>

Поступила: 08.11.2024

Принята к публикации: 02.12.2024

Опубликована онлайн: 16.12.2024



РЕФЕРАТ

Оленеводство является исторически закрепившейся основной отраслью животноводства северных регионов Российской Федерации. Несмотря на активное разведение домашнего северного оленя в пределах северных широт нашей страны, особенности

биологических процессов данного вида животных остаются не до конца изученными. Особую важность имеет подробное рассмотрение физиологии репродуктивной системы, актуальное в свете перспектив внедрения вспомогательных репродуктивных технологий в практику оленеводства с целью интенсификации селекционного процесса. Вспомогательные репродуктивные технологии в оленеводстве на данный момент не имеют применения даже в племенных стадах в связи с низкой степенью разработанности, хотя их внедрение способно значительно снизить временные и финансовые затраты на селекционно-племенную работу, проводимую с целью совершенствования продуктивных качеств пород домашнего северного оленя. У млекопитающих половой процесс находится под сложным соподчиненным контролем нейрогуморальных механизмов, в основе которых лежит изменение гормонального статуса, то есть уровней и соотношений половых гормонов животного в соответствии с физиологическим циклом. Северный олень является самым малоизученным продуктивным сельскохозяйственным животным с точки зрения репродукции. Актуальным направлением на данный момент является изучение работы гормональной регуляции репродуктивных процессов у важенок (самок северного оленя) в разных физиологических состояниях, таких как анэструс, гон, стельность, послетельный период. Нами была исследована концентрация половых гормонов: эстрадиола, прогестерона и лютеинизирующего гормона (ЛГ) в крови важенок перед гоним (раннелетний, раннеосенний и в начале гона). Уровни половых гормонов определяли при помощи иммуноферментного анализа. В ходе исследования был определен уровень половых гормонов у физиологически здоровых самок домашнего северного оленя в раннелетний и раннеосенний периоды и в начале гона. Были получены результаты, показывающие статистически достоверное понижение концентрации прогестерона и эстрадиола. Зафиксировано снижение ЛГ в теплый период с повышением к периоду гона.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Оленеводство является исторически закрепившейся основной отраслью животноводства северных регионов Российской Федерации, которая представляет собой немаловажный источник пищевой продукции для населения, проживающего на территориях со специфическими климатическими условиями, где затруднительно ведение иных форм хозяйства [1-3]. Кроме биологически полноценного мяса, от домашнего северного оленя (*Rangifer tarandus*) получают кожевенное, меховое сырье и панты. Коренные народы арктических регионов зачастую используют данный вид животных для передвижения по рельефу тундры, обеспечивая мобильность оленеводческого стойбища. Перспективно оленеводство в средней полосе России. Будучи скороспелыми и неприхотливыми к условиям содержания животными, северные олени также наносят меньший вред пастбищам, чем крупный рогатый скот, потребляя сравнительно меньший объем кормов. Таким образом, разведение данных животных на

территории европейской части России может стать экономически выгодным и экологически благоприятным дополнением основных отраслей животноводства.

Несмотря на активное разведение домашнего северного оленя в пределах северных широт нашей страны, особенно биологических процессов данного вида животных остаются не до конца изученными. В частности, особую важность имеет подробное рассмотрение физиологии репродуктивной системы, актуальное в свете перспектив развития вспомогательных репродуктивных технологий, направленных на значительную интенсификацию селекции. Как правило, в оленеводстве практикуется стадная нерегулируемая случка, в которую зачастую запускаются молодые непроверенные самцы и самки [4], что в значительной степени затрудняет процесс селекции и улучшения отечественных пород оленя. Вспомогательные репродуктивные технологии в оленеводстве на данный момент не имеют применения в связи с низкой степенью их разработанности, хотя внедрение прото-

колов искусственного осеменения и эмбриотрансфера способно значительно снизить временные и финансовые затраты, осложняющие селекционный процесс в оленеводстве, например, на завоз племенных хоров из отдаленных регионов и рисками, связанными с их акклиматизацией [5].

Разработка и применение вспомогательных репродуктивных технологий требует глубокого знания физиологических изменений состояний репродуктивной системы животного во время полового цикла, стельности и послеродового периода. У млекопитающих все обозначенные процессы находятся под сложным контролем нейрогуморальных механизмов, в основе которых лежит изменение уровней половых гормонов. Данные биологически активные вещества оказывают всеобъемлющее влияние на репродуктивную систему самки, а нарушения в их обмене ведут к утрате воспроизводительных функций.

Таким образом, целью нашего исследования является изучение концентрации половых гормонов: эстрадиола, прогестерона и ЛГ в крови важенок в предотельный период.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследование было проведено на базе Всероссийского научно-исследовательского института генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста». Объектом для исследования стали клинически здоровые самки домашнего северного оленя част-

ного оленеводческого хозяйства, находящегося в Республике Бурятия. Забор крови у важенок для исследований проводили летом (1-ая группа; 06.06.2022; n=20); ранней осенью (2-ая группа; 17.09.2022; n=10) и в начале гона (3-я группа; 20.10.2022; n=11). Возраст важенок составлял 5–6 лет. Условия содержания и кормления были одинаковы для всех животных обеих групп. Кровь для исследования собиралась из яремной вены в специализированные вакуумные пробирки с коагулянтом, затем кровь центрифугировали (3000 об/мин, 10 минут), сыворотку отбирали в криопробирки, замораживали при -20°C , хранили до проведения анализа в морозильной камере при -80°C .

Уровень половых гормонов определяли при помощи иммуноферментного анализа на ИФА-спектрофотометре FlexA-200 «Allsheng» (КНР). Для определения уровня эстрадиола и прогестерона использовали наборы «Алкор-Био» (Россия). Для измерения концентрации ЛГ применяли наборы Cloud-Clone Corp. (КНР).

Полученные данные обрабатывали с помощью программы IBM SPSS Statistics V26 (США) с применением непараметрических методов Краскела-Уоллиса и Манна-Уитни. Нормальность распределения данных оценивалась путем проведения теста Box plot. Уровень статической достоверности различий был установлен на 0,05 и 0,001.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Нами был определен уровень половых гормонов в крови самок северного оленя в предотельный период и вскоре после отёла. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание половых гормонов в сыворотке крови самок северных оленей

Показатель	1-ая группа	2-ая группа	3-ья группа
Эстрадиол, пг/мл	132,77±15,83	185,16±42,42 ^b	89,79±17,39 ^b
Прогестерон, нмоль/л	4,22±0,35 ^a	9,89±2,38 ^a	14,93±5,22
ЛГ, пг/мл	17301,25±1771,56 ^{ad}	1416,84±67,86 ^{ac}	6968,17±1128,75 ^{cd}

Примечания: ^{a, b} p<0,05; ^{c, d} p<0,001.

Данные таблицы 1 демонстрируют, что эндокринные регулирующие процессы в организме важенок северных оленей на протяжении нескольких месяцев претерпевают изменения. Рассмотрены три интересных с физиологической точки зрения периоды – раннелетний, в котором происходит постепенное замедление метаболических процессов; раннеосенний, к которому постепенно организм самок оленей начинает метаболически «пробуждаться», и период гон, в который происходит спаривание животных.

Северные олени являются животными, которые относятся к группе видов, подверженных фотопериодизму – в период короткого светового дня самки начинают активно циклировать, что проявляется половой охотой с конца сентября до начала ноября. В условиях короткого светового дня шишковидной железой (эпифизом) начинает активнее вырабатываться мелатонин, способный напрямую воздействовать на мозговую кору надпочечников, повышая уровень стероидных гормонов. Помимо шишковидной железы, мелатонин также производят и депонируют яичники, костный мозг, энтерохромаффинные клетки ЖКТ, но плазменную концентрацию формируют главным образом эпифиз. У различных видов млекопитающих мелатонин способен регулировать репродуктивную функцию через активацию рецепторов гипоталамо-гипофизарной области, которая, как известно, управляет активностью гонад посредством выработки гонадотропных гормонов, а также через регуляцию секреции эстрогенов яичниками [6, 7]. Кроме того, наличие рецепторов к мелатонину в клетках антральных фолликулов и желтого тела в яичниках [8] также предполагает прямое регулирующее действие этого гормона на функцию яичников. Наличие рецепторов мелатонина в ЦНС и половых железах, а также рецепторов к эстрогенам в эпифизе, отражают сложную двустороннюю взаимосвязь между секрецией мелатонина и эстрогенов. К примеру, в лютеоцитах человека экспрессируются две формы рецепторов к мелатонину. В этих

клетках мелатонин модулирует экспрессию рецепторов ЛГ и гонадотропин-рилизинг гормона. В эксперименте с культивированными гранулезными клетками мелатонин снижает ЛГ- и ФСГ-стимулированную секрецию эстрадиола, что свидетельствует в пользу возможного подавления функции яичников данным гормоном [8].

Учитывая эти литературные данные, можно убедиться, что ранним летом, когда начинается метаболическое «торможение» репродуктивной функции уровни гормонов находятся еще на довольно высоком уровне. В дальнейшем происходит их снижение. Ранней осенью происходит возобновление цикличности, что можно увидеть по концентрации стероидных гормонов.

Во второй и третьей группах животных наблюдаются статистически достоверные отличия в уровнях эстрадиола ($p < 0,05$) и ЛГ ($p < 0,001$). Обращает на себя внимание концентрация ЛГ, которая в ранний летний период была более чем в 10 раз выше в сравнении с ранним осенним периодом и в 2,5 раза выше в сравнении с животными в период начала гона. Данный гликопротеид вырабатывается аденогипофизом и участвует в процессе восстановления половых органов самок в послеоперационном периоде. Ранее было установлено, что у копытных при недостаточном выделении в кровь ЛГ происходит задержка инволюции матки и возобновления функций яичников [5]. Также это может быть объяснено и снижением действия мелатонина в теплый период. Концентрации эстрадиола и ЛГ повышены в крови животных в летний период и снижены у животных второй группы. В раннелетний период наблюдается уменьшение концентрации прогестерона, что согласуется с литературными данными [4]. Стоит отметить, что концентрации половых гормонов важенок в начале гона говорят о том, что животные ранее возобновили половой цикл и находятся в состоянии функционирующего желтого тела.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В ходе исследования был определен

уровень половых гормонов у физиологически здоровых самок домашнего северного оленя в раннелетний и раннеосенний периоды и в начале гона. Были получены результаты, показывающие статистически достоверное понижение концентрации прогестерона и эстрадиола. Зафиксировано снижение ЛГ в теплый период с повышением к периоду гона.

COMPARISON OF SEX HORMONES LEVELS IN FEMALE REINDEER DURING ANESTRUS AND THE BREEDING PERIOD

Krutikova A.A.^{1,*} – PhD of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Molecular Genetics (ORCID 0000-0003-2561-145X); **Shiriaev G.V.**¹ – PhD of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Biochemistry Group (ORCID 0000-0002-4698-3917); **Nikitkina E.V.**¹ – PhD of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Developmental Biology (ORCID 0000-0002-8496-5277); **Peglivanian G.K.**¹ – Junior Researcher, Laboratory of Molecular Genetics (ORCID 0000-0001-5194-4851); **Belikova A.O.**³ – PhD-student, teacher of Dep. of Genetic and Reproductive Biotechnology (ORCID 0009-0006-9173-6129); **Musidray A.A.**² – PhD of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of Animal Husbandry and Environmental Management of the Arctic (ORCID 0000-0002-0079-9938); **Nikitin G.S.**³ – PhD of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Genetic and Reproductive Biotechnologies (ORCID 0000-0002-2080-2970)

¹ Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry;

² St. Petersburg Federal Research Center Russian Academy of Sciences,

³ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

* anntim2575@mail.ru

Funding: The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 22-16-00085, <https://rscf.ru/project/22-16-00085/>

ABSTRACT

Reindeer husbandry is a historically established main branch of animal husbandry in the northern regions of the Russian Federation. Despite the active of domestic reindeer breeding within the northern latitudes of our country, the features of the biological processes of this animal species remain incompletely understood. The importance is a detailed study the reproductive system physiology, which is relevant in light of the prospects for introducing assisted reproductive technologies into reindeer husbandry practice in order to intensify the selection process. Assisted reproductive technologies in reindeer husbandry are currently not used even in breeding herds due to the low level of development, although their introduction can significantly reduce the time and financial costs of selection and breeding work carried out to improve the productive qualities of domestic reindeer breeds. In mammals, the sexual process is under the complex subordinate control of neurohumoral mechanisms, which are based on changes in hormonal status, that is, the levels and ratios of the hormones in accordance with the physiological cycle. Reindeer are the least studied productive farm animals in terms of reproduction. The current trend is to study the hormonal regulation of reproductive processes in female reindeer in different physiological states, such as anestrus, rut, pregnancy, and the post-calving period. We studied the concentration of estradiol, progesterone, and luteinizing hormone (LH) in the blood of female reindeer before the rut (early summer, early autumn, and at the beginning of the rut). The levels of hormones were determined using enzyme immunoassay. The study determined the level hormones in physiologically healthy female domestic reindeer in the early summer and early autumn periods and at the beginning of the rut. The results obtained showed a statistically significant decrease in the concentration of progesterone and estradiol. A decrease in LH was recorded in the warm period with an increase towards the breeding period.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Никиткина Е. В. Репродуктивные технологии в оленеводстве: проблемы и перспективы использования (обзор) / Е. В. Никиткина, В. В. Гончаров, А. А. Крутикова, О. К. Сергеева, А. А. Мусидрай, К. В. Племяшов // Генетика и разведение животных. – 2017. – № 1. – С. 9-14.
2. Федоров В. И. Особенности течения родов у северных домашних оленей в условиях северо-востока России (Якутия) / В. И. Федоров, Т. В. Ипполитова, Е. С. Слепцов, К. В. Племяшов // Генетика и разведение животных. – 2021. – № 1. – С. 23-28. doi: 10.31043/2410-2733-2021-1-23-28.
3. Брызгалов Г. Я. Олени крайнего северо-востока России: корякский экотип (*Rangifer Tarandus L.*) / Г. Я. Брызгалов, Л. С. Игнатович // Генетика и разведение животных. – 2023. – № 4. – С. 31-38. Doi: 10.31043/2410-2733-2023-4-31-38.
4. Лайшев К. А. Ветеринарные и зоотехнические проблемы воспроизводства в северном оленеводстве и пути их решения / К. А. Лайшев, А. М. Самандас, А. В. Прокудин, Т. М. Романенко, В. В. Гончаров, Т. В. Мухамадеева // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 11. – С. 42-44.
5. Гончаров В. В. К вопросу об искусственном осеменении и криоконсервации спермы северных оленей / В. В. Гончаров, Е. В. Никиткина // Генетика и разведение животных. – 2016. – № 2. – С. 3-7.
6. Gorgun F. M. et al. Effects of melatonin on plasma S-nitrosoglutathione and glutathione in streptozotocin-treated rats / F. M. Gorgun, E. Kokoglu, M. K. Gumustas et al. // J. Toxicol. Environ. Health A. – 2004. – № 67 (13). – P. 979-86.
7. Guney M. Regression of endometrial explants in a rat model of endometriosis treated with melatonin / M. Guney, B. Oral, N. Karahan, T. Mungan // Fertil. Steril. – 2008. – № 89. – P. 934-942.
8. Gupta S. Role of oxidative stress in endometriosis / S. Gupta, A. Agarwal, N. Krajcir, J. Alvarez // G. Reprod. – 2006. – № 13. – P. 126-134.

REFERENCES

1. Nikitkina E. V. Reproductive technologies in reindeer herding: problems and prospects of use (review) / E. V. Nikitkina, V. V. Goncharov, A. A. Krutikova, O. K. Sergeeva, A. A. Musidrai, K. V. Plemyashov // Genetics and animal breeding. – 2017. – No. 1. – P. 9-14.
2. Fedorov V. I. Features of the course of labor in northern domestic reindeer in the conditions of the north-east of Russia (Yakutia) / V. I. Fedorov, T. V. Ippolitova, E. S. Sleptsov, K. V. Plemyashov // Genetics and animal breeding. – 2021. – No. 1. – P. 23-28. doi: 10.31043/2410-2733-2021-1-23-28.
3. Bryzgalov G. Ya. Reindeer of the extreme north-east of Russia: the Koryak ecotype (*Rangifer Tarandus L.*) / G. Ya. Bryzgalov, L. S. Ignatovich // Genetics and animal breeding. – 2023. – No. 4. – P. 31-38. Doi: 10.31043/2410-2733-2023-4-31-38.
4. Laishev K. A. Veterinary and zootechnical problems of reproduction in reindeer herding and ways of their solution / K. A. Laishev, A. M. Samandas, A. V. Prokudin, T. M. Romanenko, V. V. Goncharov, T. V. Mukhamadeeva // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2013. – No. 11. – P. 42-44.
5. Goncharov V. V. On the issue of artificial insemination and cryopreservation of reindeer sperm / V. V. Goncharov, E. V. Nikitkina // Genetics and animal breeding. – 2016. – No. 2. – P. 3-7.
6. Gorgun F. M. et al. Effects of melatonin on plasma S-nitrosoglutathione and glutathione in streptozotocin-treated rats / F. M. Gorgun, E. Kokoglu, M. K. Gumustas et al. // J. Toxicol. Environ. Health A. – 2004. – No. 67 (13). – P. 979-86.
7. Guney M. Regression of endometrial explants in a rat model of endometriosis treated with melatonin / M. Guney, B. Oral, N. Karahan, T. Mungan // Fertil. Steril. – 2008. – No. 89. – P. 934-942.
8. Gupta S. Role of oxidative stress in endometriosis / S. Gupta, A. Agarwal, N. Krajcir, J. Alvarez // G. Reprod. – 2006. – No. 13. – P. 126-134.