

СОДЕРЖАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕСТОСТЕРОНА У ВЗРОСЛЫХ И МОЛОДЫХ БАРАНОВ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ

Е.И. Тарасенко, аспирант
Т.В. Коновалова, старший преподаватель
О.С. Короткевич, доктор биологических наук, профессор
Е.А. Климанова, аспирант
В.Л. Петухов, доктор биологических наук, профессор
О.И. Себежко, кандидат биологических наук, доцент
А.И. Желтиков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
М.Л. Кочнева, доктор биологических наук, профессор
В.Г. Маренков, кандидат биологических наук, доцент
Н.Н. Кочнев, доктор биологических наук, профессор
А.А. Плахова, доктор биологических наук, доцент
Л.А. Осинцева, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: tarasenkoo1997@mail.ru

Ключевые слова: овцы, бараны, тестостерон, возраст, романовская порода, гормоны, половая зрелость.

Реферат. У овец романовской породы в Западной Сибири проводится комплексное изучение интереса, включающее биохимические, физиологические, физико-химические, цитогенетические и другие показатели. Для исследования взяты пробы сыворотки крови у 10 баранов - производителей и 30 баранчиков в возрасте 4 месяцев. Образцы крови отобраны по общепринятым методикам. Исследования проводились в лаборатории биохимии Новосибирского государственного аграрного университета с использованием метода конкурентного иммуноферментного анализа с набором реагентов «СтероидИФА-тестостерон» для количественного определения концентрации тестостерона в сыворотке крови. В зоне разведения овец проводился постоянный мониторинг содержания тяжелых металлов в воде, почве, кормах, органах и тканях. Концентрация химических элементов не превышала уровня ПДК. Иммуноферментный анализ провели на анализаторе Thermo Scientific Multiskan FC. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с помощью стандартных методов описательной статистики и языка статистического программирования или среды анализа данных RStudio (при помощи функций `descrstats`, `summary`, `sd`, `read.table`, `write.table`, `aes`). Было установлено влияние возраста онтогенеза на содержание тестостерона у баранов романовской породы. Представлен рисунок с двумя вариационными кривыми с высокой трансгрессией. Средний уровень тестостерона был выше в 1,8 раза у баранов-производителей (0,774 ммоль/л), чем у баранчиков. Концентрация тестостерона характеризовалась высокой фенотипической изменчивостью. Выявлены референсные интервалы по тестостерону в сыворотке крови в зависимости от экологических условий у баранов романовской породы Западной Сибири.

TESTOSTERONE CONTENT AND VARIABILITY IN ADULT AND YOUNG ROMANOV SHEEP

E.I. Tarasenko, Ph.D. student
T.V. Konovalova, Senior Lecturer
O.S. Korotkevich, Doctor of Biological Sciences, Professor
E.A. Klimanova, Ph.D. student
V.L. Petukhov, Doctor of Biological Sciences, Professor
O. I. Sebezhko, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor
A.I. Zheltikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
M.L. Kochneva, Doctor of Biological Sciences, Professor
V.G. Marenkov, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor
N.N. Kochnev, Doctor of Biological Sciences, Professor
A.A. Plakhova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor
L.A. Osintseva, Doctor of Biological Sciences, Professor

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Keywords: sheep, Lambs, testosterone, age, Romanov sheep, hormones, pubescence.

Abstract. In the article, the authors conducted a comprehensive study of the interior, including biochemical, physiological, physicochemical, cytogenetic, and other indicators in sheep of the Romanov breed of Western Siberia. For the study, blood serum samples were taken from 10 rams-producers and 30 lambs at four months. Conventional methods took blood samples. Analyses were performed in the biochemistry laboratory of Novosibirsk State Agrarian University using the technique of competitive enzyme immunoassay with the reagent kit “SteroidIFA-testosterone” for the quantitative determination of testosterone concentration in blood serum. In the sheep breeding area, the authors constantly monitored the content of heavy metals in water, soil, feed, organs, and tissues. The concentration of chemical elements did not exceed the permissible exposure limit. Enzyme-linked immunosorbent assay was performed on a Thermo Scientific Multiskan FC analyzer. The authors performed statistical processing of experimental data using standard methods of descriptive statistics, the statistical programming language, or the RStudio data analysis environment (using the functions DescrStats, Summary, Sd, Read. Table, Write. Table, Aes). The authors established the influence of the age of ontogenesis on the testosterone content in Romanov rams. Presented figure with two variation curves with high transgression. The average testosterone level was 1.8 times higher in lambs (0.774 mmol/l) than in lambs. Testosterone concentration was characterized by high phenotypic variability. The authors have identified reference intervals for testosterone in blood serum depending on environmental conditions in sheep of the Romanov breed of Western Siberia.

В Западной Сибири ученые уделяют большое внимание изучению фенотипа и генофонда различных пород сельскохозяйственных животных [1].

Романовская порода – уникальный памятник культуры русского народа (рис. 1). Она является лучшим отродьем северных короткохвостых овец, хорошо приспособленных к природно-климатическим условиям Центральной Нечерноземной зоны России. Романовская порода характеризуется уникальными продуктивными и биологическими качествами: высокой плодовитостью – 270 ягнят и более на 100 маток, полиэстричностью – способностью осеменяться и ягниться во все времена года, в отличие от других пород овец. Овчины романовских овец являются лучши-

ми в мире. Благодаря особенностям морфологического строения руна и гистологии кожи романовские овчины легкие, прочные, теплоемкие и имеют прекрасный эстетический вид [2]. Наряду с ценными продуктивными и биологическими качествами животные этой породы имеют пониженную жизнеспособность и мясную продуктивность [2, 3].

При интродукции в Сибирь животных из других климатогеографических зон обращают внимание на процессы адаптации [4].

Овцы склонны к медленным инфекциям, особенно к легочному аденоматозу в раннем возрасте. Неудовлетворительные убойные качества характеризуются низким коэффициентом мясности; туши молодняка до года имеют нетоварный вид [5].



Рис. 1. Романовская порода овец
Fig. 1. Romanov sheep breed

Родина романовских овец — Ярославская область. На сегодняшний день овцеводством в Ярославской области занимаются 9 сельскохозяйственных предприятий, 23 крестьянских (фермерских) хозяйства и более 700 личных подсобных хозяйств. Численность овец в хозяйствах всех категорий составляет свыше 25 тыс. голов. По породному составу наибольший удельный вес занимают именно овцы романовской породы — 69,6 %, остальные — помеси романовской с мясными породами, используемыми для производства баранины, а также овцы дагестанской, ташлинской, катумской пород. По расчетам специалистов Ярославского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства, для сохранения устойчивости генеалогической структуры породы численность поголовья романовских овец должна насчитывать не менее 13,7 тыс. голов, в том числе 5,5 тыс. голов овцематок [6, 7].

Для быстрого увеличения поголовья и улучшения мясных качеств романовских овец сотрудники ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста разработали программу сохранения и развития романовского овцеводства, а также методику создания и разведения мясо-шубных овец в типе романовской породы с повышенной жизнеспособностью. С помощью этой методики и программы создан тип мясо-шубных овец пронский в романовской породе [8, 9].

Романовская порода входит в 200 уникальных пород овец мира по классификации ФАО. Она широко используется для улучшения других пород овец путем создания внутрипородных типов и линий с заданными признаками [9].

Овец романовской породы разводят в Российской Федерации практически повсеместно. Самое большое количество животных в Центральном федеральном округе — 49,8 тыс. голов. Разведением овец романовской породы занимаются не только в нашей стране (в России её разводят в 36 регионах), но и за рубежом: во Франции, Чехии, Испании, Португалии, Канаде, Болгарии, Венгрии и других государствах. Для поддержания общего поголовья овец романовской породы и совершенствования ее продуктивности большое внимание уделяется племенной работе в племенных стадах [8]. В основу селекции в романовском овцеводстве положено чистопородное разведение по генеалогическим группам, межлинейное кроссирование и топкроссинг с обязательной ротацией генеалогических

групп во всех племенных и генофондных хозяйствах. Особое внимание при этом обращается на повышение эффективности оценки и отбора овец по продуктивным и племенным качествам, проведение целенаправленного подбора пар, позволяющего закрепить в потомстве желательные для породы продуктивные признаки [10].

Воспроизводительные способности баранов-производителей в сравнении с матками изучены в меньшем объеме. Установлено очень раннее половое созревание овец романовской породы. Баранчики способны к спариванию с 3–4- месячного возраста, что, видимо, является результатом естественного отбора, связанного с фактом совместного выращивания самцов и самок. Однако целенаправленную работу по использованию баранов, особенно для искусственного осеменения маток, целесообразно начинать с 12–15-месячного возраста при их живой массе 50–55 кг [11].

В настоящее время в романовском овцеводстве большое внимание должно уделяться генофондным и племенным стадам — носителям наследственности ценных хозяйственно полезных признаков породы. Для этого нужна комплексная оценка фенотипа романовской породы овец в условиях Западной Сибири. Отбор и подбор родительских пар в этих стадах является наиболее ответственной задачей селекционеров, поскольку сохранение на надлежащем уровне многочисленных полезных признаков в малочисленной популяции — очень сложная задача [8, 9]. Существующая в настоящее время система выращивания племенных баранчиков и способы их оценки до периода первого в их жизни племенного назначения и реализации потребителям при бонитировке не предусматривают предварительную их оценку по воспроизводительной способности и не гарантируют последующее полноценное использование этих животных как производителей. До 20% и более нормально развитых баранчиков, отвечающих необходимым зоотехническим требованиям, при достижении воспроизводительного возраста не могут быть сразу оценены и использованы как производители из-за стойкого торможения их половых рефлексов [12,13].

В настоящее время растет интерес и потребность в дополнительных знаниях, касающихся репродуктивных характеристик сельскохозяйственных животных, особенно у животных с сезонным полиэструсом. Половое поведение и качество спермы являются ос-

новными параметрами, ограничивающими репродуктивную эффективность самцов, и зависят от породы, географического положения, сезона года. Характеристики спермы, гормональные профили и характеристики семенной жидкости также меняются со временем у разных пород [14,15].

Известно, что семенная плазма содержит вещества, которые поддерживают сперматозоиды. Некоторые вещества также отражают эффективность репродуктивной системы и сперматозоидов. Основная роль семенной плазмы, как правило, заключается в создании оптимальной среды для хранения спермы. Так, например, семенная плазма также способствует внешнему оплодотворению, создавая благоприятную среду для движения сперматозоидов. Таким образом, информация о сезонных изменениях и составе семенной плазмы или других биологических жидкостей может быть использована в целях создания среды для использования в качестве разбавителя или для хранения спермы. Катионы Na^+ и K^+ в семенной плазме устанавливают осмотический баланс, в то время как необходимые микроэлементы являются компонентами многих важных ферментов. Таким образом, биохимическая оценка семенной плазмы может быть важна для оценки качества спермы [16,17].

Сезонность у овцы может быть измерена наличием или отсутствием желтого тела в яичниках и количеством фолликулов, которые изменяют типы и уровни секретируемых стероидных гормонов (тестостерон, эстрадиол, прогестерон, кортизол). Аналогичным образом, у баранов имеются признаки сезонности половой активности, о чем свидетельствуют изменения диаметра яичек и уровня секреции половых гормонов. С.С. Вачевский и др. [14] показали, что эти сезонные изменения примерно соответствуют активному размножению самок одной и той же породы. Следовательно, давление отбора, оказываемое на самок с целью постепенного продления сезонной активности, также может быть отражено сезонными изменениями в характеристиках и функциях семенников их мужского потомства [18,19].

В регионах с умеренным климатом большинство пород овец вступают в эструс только в осенние и зимние месяцы. До этого времени баранов не рассматривали как сезонных производителей, поскольку они сохраняют свою плодовитость в течение всего года. Однако в

летние месяцы объем семени уменьшается, и у животных может наблюдаться снижение влечения к самкам [20].

Выраженные изменения уровня тестостерона в течение года подчеркивают тот факт, что барана, как и овцу, следует рассматривать как сезонного производителя, даже несмотря на то, что он никогда не впадает в период полного полового покоя и бесплодия в любое время года. Когда изучали закономерности секреции ЛГ (лютеинизирующего гормона) и тестостерона у животных, стало очевидно, что баран, как и бык, и человек выделяет ЛГ и тестостерон эпизодически в течение 24 ч. У быка и барана пики тестостерона часто, по-видимому, связаны с предшествующими всплесками ЛГ, хотя у человека эта связь менее очевидна [21].

У баранов очевидное сезонное изменение частоты пиков тестостерона может представлять собой острую стероидогенную реакцию на повышенную частоту выделения ЛГ, тогда как повышенные базальные уровни тестостерона могут представлять собой хроническую реакцию на более общее увеличение секреции ЛГ [22].

Тестостерон у самцов вырабатывается в интерстициальных клетках (клетках Лейдига) семенников под контролем гонадотропин-рилизинг-гормона (ГнРГ) гипоталамуса, лютеинизирующего гормона гипофиза и в незначительном количестве в коре надпочечников. ЛГ стимулирует клетки Лейдига на выработку тестостерона, дигидротестостерона и небольшого количества эстрадиола [17].

Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) не напрямую стимулирует сперматогенез, а путем действия на клетки Сертоли. Эти клетки также секретируют ингибин, который оказывает влияние на гипофиз и регулирует секрецию фолликулостимулирующего гормона [19].

Глобулин, связывающий половые гормоны (SHBG) у овец, является циркулирующим гликопротеином, который транспортирует тестостерон и другие стероиды в крови. Глобулин, связывающий половые гормоны (SHBG), представляет собой гликопротеин, продуцируемый в печени, который транспортирует определенные половые стероиды в системе кровообращения и регулирует их доступ к клеткам-мишеням. SHBG переносит тестостерон и другие стероиды в плазме крови, снижает их метаболический клиренс и регулирует их доступ к тканям-мишеням.

SHBG может секвестрировать стероиды из тканей-мишеней [23, 24].

Андрогенный рецептор (AR) – один из рецепторов стероидных гормонов у овец, активируемый андрогенами – тестостероном или дигидротестостероном. Относится к подсемейству 3, группе С семейства ядерных рецепторов, способных непосредственно взаимодействовать с ядерной ДНК. Андрогеновый рецептор активируется при связывании с андрогенами в цитоплазме, а затем переносится в ядро [25, 26].

У самок тестостерон в незначительном количестве вырабатывается в надпочечниках и яичниках. В свою очередь, по механизму отрицательной обратной связи тестостерон регулирует секрецию гонадолиберина и гонадотропина [19].

Повышение уровня прогестерона, эстрогена и тестостерона подавляет выработку ГнРГ или ЛГ и, следовательно, секрецию тестостерона. Тестостерон, ГнРГ и ЛГ имеют пульсирующий характер секреции с импульсами, происходящими у самцов через каждые 80 мин. Существует также суточная периодичность выработки гормона с наиболее низкой концентрацией тестостерона, приходящейся на утренние часы [21].

Тестостерон оказывает локальное действие на ткани, является основным андрогеном в циркулирующем русле. Он также служит в качестве прогормона и может превращаться с помощью 5 α (альфа)-редуктазы в дигидротестостерон или путем ароматизации в эстрадиол-17 β (бета) в периферических тканях. Эти гормоны оказывают паракринное действие, также они могут входить в кровоток и оказывать гемокринное (гормональное) действие [20].

Тестостерон вызывает дифференциацию вольфовых протоков, индуцирует и способствует сперматогенезу, а также поддерживает потенцию. Дигидротестостерон вызывает вирилизацию наружных половых органов, развитие простаты и развитие вторичных половых признаков у самцов в период полового созревания [16].

При крипторхизме тестостерон у животных вырабатывается, а сперма — нет. Такие самцы имеют габитус и поведение типичного самца, несмотря на крипторхизм и стерильность. Врожденный гипогонадизм связан с аномально малыми размерами семенников, тестикулярной дисфункцией и/или наруше-

нием функции со стороны гипоталамуса или выделения гонадотропина [16].

Повышенный уровень тестостерона у животных наблюдается при андрогенпродуцирующей опухоли яичка или яичников, синдроме Иценко-Кушинга; пониженный уровень – при кастрации (приводит к быстрому снижению уровня тестостерона), остром голодании, наличии эстрогенпродуцирующей опухоли, гермафродитизме, использовании половых гормонов в качестве терапевтических средств [17].

Цель работы – изучение содержания и изменчивости тестостерона у взрослых и молодых баранов романовской породы в условиях Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования является гормональный статус овец романовской породы в различные периоды онтогенеза в Западной Сибири. Кровь отбирали у 10 баранов-производителей и у 30 баранчиков 4-месячного возраста с помощью вакуэт-метода из яремной вены животного в утренние часы до кормления. Рацион кормления соответствовал зоотехническим нормам для овец романовской породы. Животные на момент взятия проб были клинически здоровы.

В зоне разведения овец проводился постоянный комплексный мониторинг содержания тяжелых металлов в воде, почве, кормах, органах и тканях. В почве, воде и кормах разных районов Сибири уровень содержания микроэлементов находится в пределах агрохимических и биогеохимических норм [27, 28].

В сыворотке крови по унифицированной методике был определен гормон тестостерон. Исследование на тестостерон выполняли методом конкурентного иммуноферментного анализа с набором реагентов «СтероидИФА-тестостерон» для количественного определения концентрации тестостерона в сыворотке крови. Лунки покрыты мышинными моноклональными к тестостерону антителами. Тестостерон из отобранного образца конкурирует с тестостероном в конъюгате за связывание с антителами на поверхности лунок с последующим образованием «сэндвича», содержащего пероксидазу. Регистрация результатов происходит по изменению оптической плотности. Иммуноферментный анализ проводили на анализаторе Thermo Scientific Multiskan FC (с инкубатором).

Иммуноферментный анализ (ИФА) – лабораторный иммунологический метод качественного или количественного определения различных соединений, от низкомолекулярных соединений, пептидных и стероидных гормонов, фармакологических препаратов, пестицидов, до вирусов и бактерий и даже до других антител. В основе ИФА лежит специфическая реакция «антиген – антитело». Выявление образовавшегося комплекса проводят с использованием фермента в качестве метки для регистрации сигнала [29–31].

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась при помощи стандартных методов описательной статистики: средняя арифметическая, стандартная ошибка, стандартное отклонение, коэффициент вариации, медиана, минимальное и максимальное значения, первый и третий квартили, межквартильный размах [32].

Статистическая обработка исходных данных проводилась с помощью программы Microsoft Office Excel 2007 и языка статистического программирования и среды анализа данных RStudio, версии 1.2.5033. Для обработки данных в данной программе использовали следующие функции: descrstats, summary, sd, read.table, write.table, aes.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гормонодиагностика – определение концентрации гормонов для диагностики эндокринных заболеваний, глубоких нарушений обмена веществ и нарушений воспроизводительной функции. Наиболее часто в ветеринарной практике определяются концентрация прогестерона, тестостерона, эстрадиола и его

метаболитов, трийод- и тетраiodтиронина [29].

Тестостерон – андрогенный мужской половой гормон, вырабатываемый клетками Лейдига, расположенными в семенниках самцов, из холестерина. У самок в небольших количествах секретируется яичниками. Тестостерон у самцов участвует в развитии половых органов самца и вторичных половых признаков, в активизации метаболизма липидов, холестерина, углеводов, белков и т.д., а также регулирует поведение и сперматогенез. Уровень тестостерона в крови является важным показателем при оценке функционального состояния семенников [31].

Когда популяции находятся под угрозой исчезновения, мужская фертильность является критическим фактором для продолжения выживания вида, поэтому важно понимать, как эти факторы также становятся ограничивающими [33].

В популяциях, которые находятся в упадке, снижение фертильности приводит к падению числа потомства, что, в свою очередь, сужает спектр генетического отбора. Это сокращение генетического спектра имеет далеко идущие последствия для романовской породы и других местных пород в России [34].

Поэтому одним из важных показателей биотехники репродукции животных являются уровень и динамика основного полового гормона самцов – тестостерона.

Содержание тестостерона у взрослых и молодых баранов романовской породы представлено в табл. 1. Установлено, что среднее содержание тестостерона в сыворотке крови было выше у баранов-производителей в 1,8 раза, чем у баранчиков ($p < 0,05$).

Таблица 1

Содержание тестостерона у взрослых и молодых баранов романовской породы, ммоль/л
Testosterone content in adult and young Romanov breed rams, mmol/l

Показатель	n	$\bar{X} \pm S_x$	Me	Соотношение крайних вариант	Референсные значения
Бараны-производители	10	0,774 ± 0,138	0,546	1:4,4	0,65–1,54
Баранчики (4 мес)	30	0,422 ± 0,046	0,340	1:8,2	0,20–0,88

Для каждой породы овец в зависимости от экологических условий должны разрабатываться референсные значения. Полученные значения позволят при необходимости осу-

ществлять биокоррекцию функционального состояния органов романовских овец.

Графики распределения тестостерона у баранов-производителей и баранчиков романовской породы представлены на рис. 2.

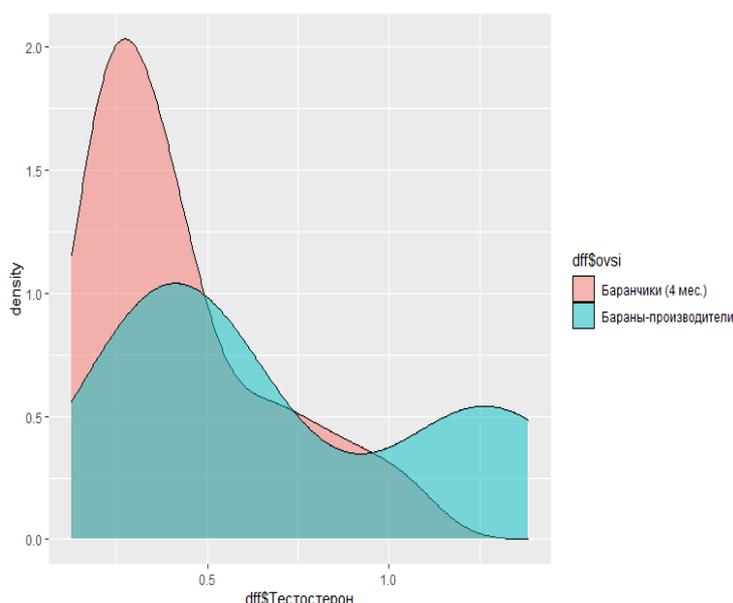


Рис. 2. Графики распределения тестостерона у баранов-производителей и баранчиков романовской породы
 Fig. 2. Graphs of testosterone distribution in sheep and rams of the Romanov breed

При распределении двух выборок некоторая часть членов этих выборок оказалась в одних и тех же классах вариационного ряда. Такие ряды, у которых часть классов оказывается общей, называют трансгрессирующими, а сам факт неполного разобшения вариационных рядов и их графиков – трансгрессией. На рис. 2 вариационные кривые трансгрессирующих рядов выглядят так, что правая сторона одной кривой и левая сторона другой взаимно проникают друг в друга, так что под ними образуется часть общей площади в системе прямоугольных координат, показывающая большую величину трансгрессии. Это указывает на неидентичность групп.

В исследованиях P. Sarlos et al. [22] показано, что бараны во Франции, которые только что достигли половой зрелости, и в возрасте до 1 года имели гораздо более низкий репродуктивный потенциал, чем 2- и 3-летние самцы. Это говорит о том, что более низкий репродуктивный потенциал у 1–2-летних баранчиков может быть следствием высокого потенциала роста, который подавляет репродуктивное развитие, пока животное не достигнет половой зрелости.

Изменчивость тестостерона в сыворотке крови у взрослых и молодых баранов романовской породы представлена в табл. 2.

Таблица 2

Изменчивость тестостерона у взрослых и молодых баранов романовской породы
 The variability of testosterone in adult and young rams of the Romanov breed

Показатели	Sd	Min	Max	Q ₁	Q ₃	IQR
Бараны-производители	0,437	0,307	1,38	0,417	1,22	0,803
Баранчики (4 мес)	0,251	0,128	1,06	0,233	0,549	0,316

Уровень тестостерона характеризовался высокой индивидуальной изменчивостью. У производителей соотношение крайних вариантов было значительно ниже (1 : 4,5), чем у молодых баранов (1 : 8,3). Это объясняется и тем, что при отборе производителей обращают внимание также на живую массу.

Увеличение семенных параметров, таких как объем спермы, подвижность сперматозо-

идов, концентрация сперматозоидов и процент живых сперматозоидов, наблюдается у баранов-производителей в возрасте от 2 до 3 лет по сравнению с баранчиками в возрасте 4 месяцев [35].

Данное исследование романовских баранов дало некоторые знания о таком факторе, как возраст, который может влиять на воспроизводство романовских овец, что облегчает

понимание того, как этим фактором можно манипулировать для улучшения племенного потенциала баранов и содействия усилиям по сохранению данной породы. Романовские бараны достигают своего пика репродуктивного потенциала в 3 года, в то время как параметры семени снижаются в 4 года. Качество спермы улучшилось с увеличением возраста до 3 лет, поэтому возраст может использоваться в ка-

честве критерия для селекции племенных баранов [36, 37].

Таким образом, возраст барана в овцеводстве важен, поскольку он влияет на количество овцематок, которых баран способен обслужить, и на качество спермы, вырабатываемой животным.

Средние показатели уровня тестостерона в крови у баранов разных пород в условиях Ставропольского края приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание тестостерона у разных пород овец, ммоль/л [4]
Testosterone content in different breeds of sheep, mmol/l [4]

Порода овец	$\bar{X} \pm S_x$	Живая масса, кг
Северо-кавказская мясо-шёрстная	4,96±0,25	105–160
Российский мясной меринос	4,76±0,27	60–68
Полл дорсет	4,28±0,3	110–150
Тексель	3,59±0,22	130
Карачаевская	1,96±0,12	60–70
Романовская	0,774 ± 0,138	65–75

Сравнивая полученные результаты исследований с данными литературы, удалось заметить характерные межпородные различия по концентрации тестостерона в сыворотке крови баранов. Максимальное содержание гормона в сыворотке крови выявлено у северо-кавказской мясо-шёрстной породы (4,96 ммоль/л), минимальное же – у породы карачаевская (1,96 ммоль/л). Наши данные, полученные в условиях Западной Сибири, имеют самое минимальное значение среди представленных пород (0,774 ммоль/л). Таким образом, приведенные материалы свидетельствуют о межпородных различиях в содержании тестостерона в сыворотке крови.

Кроме того, эти породы различаются по живой массе. Наибольшую массу имеют бараны северо-кавказской мясо-шерстной породы (105–160 кг). Романовские и карачаевские производители характеризуются более низкой живой массой (60–75 кг). Видимо, уровень тестостерона определяется и живой массой.

Однако среди этих пород имеется исключение – бараны российского мясного мериноса с живой массой 60–68 кг имели высокий уровень тестостерона.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены различия в уровне тестостерона у овец романовской породы в зависимости от периода онтогенеза. У взрослых баранов содержание тестостерона было в 1,8 раза выше, чем у баранчиков ($p < 0,05$).

2. Концентрацию тестостерона можно предварительно использовать в качестве физиологической нормы для популяции романовских баранов в условиях Западной Сибири.

3. Установлены референсные границы для романовских баранов-производителей (0,65–1,54 ммоль/л) и баранчиков в возрасте 4 месяцев (0,2–10,88 ммоль/л).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Correlations of some biochemical and hematological, parameters with polymorphisms in as1-casein and β -lactoglobulin genes in romanov sheep breed* / T.V. Konovalova, O.I. Sebezshko, O.S. Korotkevich [et al.] // Proceedings of the International Symposium on Animal Science ISAS 2018. — 2018. — С. 47.

2. *Двалишвили В.Г.* Романовская порода овец, методы повышения мясной продуктивности // Сельскохозяйственный журнал. — 2017. — № 10. — С. 1–8.
3. *Особенности* липидного состава мышечной ткани молодняка овец основных пород, разводимых на Южном Урале / В.И. Косилов, П.Н. Шкилёв, Д.А. Андриенко [и др.] // Известия ОГАУ. — 2013. — № 1 (39). — С. 93–95.
4. *Проблемы* сельскохозяйственной экологии / А.Г. Незавитин, В.Л. Петухов, А.Н. Власенко [и др.]. — Новосибирск: Наука, 2000. — 255 с.
5. *Билтуев С.И.* Создание типа и породы овец в специфических экологических условиях Западной Сибири и Республики Бурятия (методы создания, биологические особенности и продуктивные качества): монография / Бурят. ГСХА им. В. Р. Филиппова. — Улан-Удэ, 2010. — 240 с.
6. *Ерохин А.И., Ерохин С.А.* Овцеводство. — М.: Изд-во МГУП, 2004. — 480 с.
7. *Скляр П.Н., Кошевой В.П., Науменко С.В.* Разработка методики гинекологической, акушерской и андрологической диспансеризации овец и коз // Аграрный вестник Юго-Востока. — 2015. — № 1–2. — С. 68–70.
8. *Кушнир А.В.* Биология, генетика и селекция овцы / Ин-т цитологии и генетики СО РАН [и др.]. — Новосибирск, 2010. — 524 с.
9. *Трушников В.А., Лобанова Т.В., Попова И.Ю.* Животноводство Алтая (становление, развитие, современное состояние): монография. — Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. — 606 с.
10. *Костылев М.Н., Барышева М.С.* Продуктивность овец романовской породы в племенных хозяйствах Ярославской области // Овцы, козы, шерстяное дело. — 2019. — № 2. — С. 37–39.
11. *Лобков В.Ю., Белоногова А.Н., Арсеньев Д.Д.* Биологические особенности овец романовской породы: монография. — Ярославль: Ярослав. ГСХА, 2012. — 162 с.
12. *Глазко В.И.* Традиционная и метаболомическая селекция овец: монография. — Москва: ИНФРА-М, 2014. — 558 с.
13. *Афанасьева А.И.* Особенности гормонального статуса беременных коз горноалтайской пуховой породы при технологических нагрузках // Овцы, козы, шерстяное дело. — 2006. — № 2. — С. 50–54.
14. *Вачевский С.С., Оситчук Г.В., Браду Н.Г.* К вопросу повышения репродуктивных качеств молодых баранов // Сборник научных трудов СКНИИЖ. — 2016. — № 2. — С. 1–4.
15. *Клещев М.А., Петухов В.Л., Осадчук Л.В.* Влияние породы и генеалогической линии на показатели спермопродукции и разнообразие морфологических форм сперматозоидов у быков-производителей // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2018. — Т. 22, № 8. — С. 931–938.
16. *Zamiri M.J., Khodaei H.R.* Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams // Animal Reproduction Science 88. — 2005. — P. 245–255.
17. *Seasonal influence on sperm parameters, scrotal measurements, and serum testosterone in Ouled-Djellal breed rams in Algeria* / S. Belkadi, B. Safsaf, N. Heleili [et al.] // Vet. World. — 2017. — N 10 (12). — P. 1486–1492.
18. *Мамонтова Т.В., Айбазов М.М., Сеумов М.С.* Сравнительная характеристика половой активности, уровня спермопродукции и устойчивости к криоконсервации спермы баранов различных пород // Известия ОГАУ. — 2018. — №1 (69). — С. 145–147.
19. *Karagiannidis A., Varsakeli S., Karatzas G.* Characteristics and seasonal variations in the semen of Alpine // Saanen and Damascus goat bucks born and raised in Greece. Theriogenology 53:1285. — 2000. — P. 84–90.
20. *Belkhiri Y., Bouzebda-afri F., Bouzebda Z.* Age and Season Effects on Sexual Parameters in Mature Rams Used in Artificial Insemination Center (Algeria) // Global Veterinaria. — 2017. — N 18 (1). — P. 31–40.
21. *Марченко В.В.* Влияние полового тренинга на эндокринную активность семенников и воспроизводительную способность баранчиков // Известия СПбГАУ. — 2017. — № 2 (47). — С. 133–137.

22. *Pubertal* changes in testicular parameters and secretion of testosterone in Najdi and Naemi ram lambs under desert conditions / A.A. Ahmed, M.M. Alfuraiji, S.A. Kandeal [et al.] // *Indian Journal of Animal Research*. — 2018. — N 52 (2). — P. 212–219.
23. *Kouretas D.* Sex-hormone binding globulin from sheep serum: purification and effects of pregnancy and treatment with exogenous estradiol // *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*. — 1999. — Т. 123, N. 3. — С. 233–239.
24. *Kassab D.* Photoaffinity labeling of homologous met-133 and met-139 amino acids of rabbit and sheep sex hormone-binding globulins with the unsubstituted testosterone photoreagent // *Biochemistry*. — 1998. — Т. 37, N. 40. — С. 14088–14097.
25. *Cook B., Hunter R.H.F., Kelly A.S.L.* Steroid-binding proteins in follicular fluid and peripheral plasma from pigs, cows and sheep // *Reproduction*. — 1977. — Т. 51, N 1. — С. 65–71.
26. *Xita N.* Association of the (TAAAA)n repeat polymorphism in the sex hormone-binding globulin (SHBG) gene with polycystic ovary syndrome and relation to SHBG serum levels // *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. — 2003. — Т. 88, N 12. — С. 5976–5980.
27. *Ecological* and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // *J. Pharm. Sci. And Res*. — 2017. — Vol. 9 (4). — P. 368–374.
28. *Проблемы* селекции сельскохозяйственных животных / Б.Л. Панов, В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст [и др.]. — Новосибирск: Наука, 1997. — 283 с.
29. *Качество* спермопродукции и воспроизводительная способность быков-производителей красной степной породы ОАО племпредприятие «Барнаульское» / А.И. Желтиков, О.И. Себежко, О.С. Короткевич [и др.] // *Вестник НГАУ*. — 2017. — № 3 (44). — С. 125–135.
30. *Гормональный* и метаболический статус бычков голштинской породы в эколого-климатических условиях Кемеровской области / Л.В. Осадчук, О.И. Себежко, Н.Г. Шишин [и др.] // *Вестник НГАУ*. — 2017. — N 2. — С. 52–61.
31. *Влияние* различных факторов на жизнеспособность овец и коз / В.В. Герилевич, М.В. Забелина, А.П. Скрынников [и др.] // *Овцы, козы, шерстяное дело*. — 2016. — № 4. — С. 12–16.
32. *Фенотипическая* изменчивость активности ферментов полновозрастных овцематок романовской породы в условиях Кузбасса / И.Н. Морозов, О.И. Себежко, Е.И. Тарасенко [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. — 2022. — Т. 36, № 6. — С. 61–65.
33. *Хуснетдинова Н.Ф., Иолчиев Б.С.* Эндокринный профиль гибридных и чистопородных баранов-производителей в сравнительном аспекте // *Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства*. — 2021. — С. 135–137.
34. *Sarlos P.* Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams // *Small Ruminant Research*. — 2013. — Т. 111, N 1–3. — P. 90–95.
35. *Hoseini S.A., Mohammadzadeh S., Kadivar A.* Сравнительное изучение семени баранов романовской породы и породы LoriBakhtiari // *Сельскохозяйственная биология*. — 2018. — Т. 53, № 2. — С. 318–325.
36. *Developmental* programming: impact of prenatal testosterone excess on steroidal machinery and cell differentiation markers in visceral adipocytes of female sheep / M. Puttabyatappa, C. Lu, J.D. Martin // *Reprod Sci*. — 2018. — № 25 (7). — P. 1010–1023.
37. *Ассоциация* генотипов β-лактоглобулина у овец романовской породы с гематологическими показателями крови / Е.А. Климанова, З.Т. Поповский, Т.В. Коновалова [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. — 2021. — № 4 (61). — С. 126–136.

REFERENCES

1. *Konovalova T.V., Sebezshko O.I., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Nazarenko A.V., Kamaldinov E.V., Andreeva V.A., Petukhov V.L., Popovski Z.T., Correlations of some biochemical and hematological, parameters with polymorphisms in as1-casein and β-lactoglobulin genes in romanov*

- sheep breed6 *Proceedings of the International Symposium on Animal Science ISAS 2018*, 2018, p. 47.
2. Dvalishvili V.G., *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal*, 2017, No. 10, pp. 1–8. (In Russ.)
 3. Kosilov V.I., SHkilyov P.N., Andrienko D.A., Nikonova E.A., *Izvestiya OGAU*, 2013, No. 1 (39), pp. 93–95. (In Russ.)
 4. Nezavitin A.G., Petuhov V.L., Vlasenko A.N., Zhigachev A.I., Zaharov N.B., Kobcev M.F., Korotkevich O.S., Naplekova N.N., *Problemy sel'skohozyajstvennoj ekologii* (Problems of agricultural ecology), Novosibirsk: Nauka, 2000, p. 255.
 5. Biltuev S.I., *Sozdanie tipa i porody ovets v spetsificheskikh ekologicheskikh usloviyakh Zapadnoy Sibiri i Respubliki Buryatiya (metody sozdaniya, biologicheskie osobennosti i produktivnye kachestva)* (Creation of the type and breed of sheep in the specific environmental conditions of Western Siberia and the Republic of Buryatia (creation methods, biological characteristics and productive qualities)), Buryatskaya GSKHAIM. V. R. Filippova, Ulan-Ude, 2010, 240 p.
 6. Erohin A.I., Erohin S.A., *Ovtsevodstvo* (Sheep breeding), Izd-vo MGUP, 2004, 480 p.
 7. Sklyarov P.N., Koshevoj V.P., Naumenko S.V., *Agrarnyj vestnik YUgo-Vostoka*, 2015, No. 1–2, pp. 68–70. (In Russ.)
 8. Kushnir A.V., *Biologiya, genetika i selektsiya ovtsy* (Biology, genetics and sheep breeding), Novosibirsk, 2010, 524 p.
 9. Trushnikov V.A., Lobanova T.V., Popova I.YU., *Zhivotnovodstvo Altaya (stanovlenie, razvitie, sovremennoe sostoyanie)* (Animal husbandry of Altai (formation, development, current state)), Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005, 606 p.
 10. Kostylev M.N., Barysheva M.S., *Ovcy, kozy, sherstyanoedelo*, 2019, No. 2, pp. 37–39. (In Russ.)
 11. Lobkov V.YU., Belonogova A.N., Arsen'ev D.D., *Biologicheskie osobennosti ovets romanovskoy porody* (Biological features of sheep of the Romanov breed), Yaroslavl: Izd-vo YAroslavskaya GSKHA, 2012, 162 p.
 12. Glazko V.I., *Traditsionnaya i metabolomicheskaya selektsiya ovets* (Traditional and metabolomic breeding of sheep), Moscow: Infra-M, 2014, 558 p.
 13. Afanas'eva A.I., *Ovcy, kozy, sherstyanoedelo*, 2006, No. 2, pp. 50–54. (In Russ.)
 14. Vachevskij S.S., Osipchuk G.V., Bradu N.G., *Sbornik nauchnyh trudov SKNIIZH*, 2016, No. 2, pp. 1–4. (In Russ.)
 15. Kleshchev M.A., Petuhov V.L., Osadchuk L.V., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2018, T. 22, No. 8, pp. 931–938. (In Russ.)
 16. Zamiri M.J., Khodaei H.R., Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams, *Animal Reproduction Science* 88, 2005, pp. 245–255.
 17. Belkadi S., Safsaf B., Heleili N. [et al.], Seasonal influence on sperm parameters, scrotal measurements, and serum testosterone in Ouled Djellal breed rams in Algeria, *Vet. World*, 2017, No. 10(12), pp. 1486–1492.
 18. Mamontova T.V., Ajbazov M.M., Seitov M.S., *Izvestiya OGAU*, 2018, No. 1 (69), pp. 145–147. (In Russ.)
 19. Karagiannidis A., Varsakeli S., Karatzas G., Characteristics and seasonal variations in the semen of Alpine, Saanen and Damascus goat bucks born and raised in Greece, *Theriogenology* 53:1285, 2000, pp. 84–90.
 20. Belkhiry Y., Bouzebda-afri F., Bouzebda Z., Age and Season Effects on Sexual Parameters in Mature Rams Used in Artificial Insemination Center (Algeria), *Global Veterinaria*, 2017, No. 18 (1), pp. 31–40.
 21. Marchenko V.V., *Izvestiya SPbGAU*, 2017, No. 2 (47), pp. 133–137. (In Russ.)
 22. Ahmed A.A., Alfuraiji M.M., Kandeal S.A. [et al.], Pubertal changes in testicular parameters and secretion of testosterone in Najdi and Naemi ram lambs under desert conditions, *Indian Journal of Animal Research*, 2018, No. 52 (2), pp. 212–219.
 23. Kouretas D., Sex-hormone binding globulin from sheep serum: purification and effects of pregnancy and treatment with exogenous estradiol, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 1999, T. 123, No. 3, pp. 233–239.
 24. Kassab D., Photoaffinity labeling of homologous met-133 and met-139 amino acids of rabbit and sheep sex hormone-binding globulins with the unsubstituted testosterone photoreagent, *Biochemistry*, 1998, T. 37, No. 40, pp. 14088–14097.
 25. Cook B., Hunter R.H.F., Kelly A.S.L., Steroid-binding proteins in follicular fluid and peripheral plasma from pigs, cows and sheep, *Reproduction*, 1977, T. 51, No. 1, pp. 65–71.

26. Xita N., Association of the (TAAAA) n repeat polymorphism in the sex hormone-binding globulin (SHBG) gene with polycystic ovary syndrome and relation to SHBG serum levels, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2003, T. 88, No. 12, pp. 5976–5980.
27. Syso A.I., Sokolov V.A., Petukhov V.L. [et al.], Ecological and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia, *J. Pharm. Sci. and Res*, 2017, Vol. 9 (4), pp. 368–374.
28. Panov B.L., Petukhov V.L., Ernst L.K. [i dr.], *Problemy seleksii sel'sko khozyaistvennykh zhivotnykh* (Problems of breeding farm animals), Novosibirsk: Nauka, 1997, 283 p.
29. Zheltikov A.I., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Marenkov V.G., Nezavitin A.G., Dement'ev V.N., Klimenok I.I., *Vestnik NGAU*, 2017, No. 3 (44), pp. 125–135. (In Russ.)
30. Osadchuk L.V., Sebezhko O.I., Shishin N.G., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Petukhov V.L., Fikhman E.V., *Vestnik NGAU*, 2017, No. 2, pp. 52–61. (In Russ.)
31. Gerilovich V.V., Zabelina M.V., Skrynnikov A.P., Babochkin P.S., *Ovcy, kozy, sherstyanoedelo*, 2016, No. 4, pp. 12–16. (In Russ.)
32. Morozov I.N., Sebezhko O.I., Tarasenko E.I., Klimanova E.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2022, T. 36, No. 6, pp. 61–65. (In Russ.)
33. Husnetdinova N.F., Iolchiev B.S., *Problemy i perspektivy povysheniya effektivnosti plemennogo zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*, 2021, pp. 135–137. (In Russ.)
34. Sarlos P., Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams, *Small Ruminant Research*, 2013, T. 111, No. 1–3, pp. 90–95.
35. Hoseini S.A., Mohammadzadeh S., Kadivar A., *Sel'skokozyajstvennaya biologiya*, 2018, T. 53, No. 2, pp. 318–325. (In Russ.)
36. Puttabyatappa M., Lu C., Martin J.D., Developmental programming: impact of prenatal testosterone excess on steroidal machinery and cell differentiation markers in visceral adipocytes of female sheep, *ReprodSci*, 2018, No. 25 (7), pp. 1010–1023.
37. Klimanova E.A., Popovskij Z.T., Konovalova T.V., Tarasenko E.I., Korotkevich O.S., Sebezhko O.I., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2021, No. 4 (61), pp. 126–136. (In Russ.)