

УДК 636.2:636.018:577.175

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-35-40>

Оригинальное исследование/Original research

**Абилов А.И.<sup>1</sup>,  
Ажмяков А.А.<sup>2</sup>,  
Новгородова И.П.<sup>1</sup>**<sup>1</sup> ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 1424132, МО, г. Подольск, п. Дубровицы, д. 60  
E-mail: ahmed.abilov@mail.ru<sup>2</sup> АО «Удмуртплем», Ижевск, ул. Сельская, 1Б  
E-mail: udmurtplem@yandex.ru**Ключевые слова:** быки-производители, эндогенные гормоны, возраст, порода, сывотка крови**Для цитирования:** Абилов А.И., Ажмяков А.А., Новгородова И.П. Гормональное состояние быков-производителей после длительного зимнего периода эксплуатации в условиях Удмуртской Республики. *Аграрная наука.* 2021; 352 (9): 35–40.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-35-40>**Конфликт интересов отсутствует****Ahmed I. Abilov<sup>1</sup>,  
Andrej A. Azhmyakov<sup>2</sup>,  
Inna P. Novgorodova<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Federal Research Center for Animal Husbandry named after L.K. Ernst, 1424132, Moscow region, Podolsk, p. Dubrovitsy, 60<sup>2</sup> АО «Udmurtplem», Izhevsk, Selskaya st., 1B**Key words:** breeding bulls, endogenous hormones, age, breed, blood serum**For citation:** Abilov A. I., Azhmyakov A. A., Novgorodova I. P. Hormonal state of breeding bulls after a long winter period of operation in the conditions of the Udmurt Republic. *Agrarian Science.* 2021; 352 (9): 35–40. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-35-40>**There is no conflict of interests**

# Гормональное состояние быков-производителей после длительного зимнего периода эксплуатации в условиях Удмуртской Республики

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Исследование поможет определить новые перспективы в селекции; получить данные о биологических процессах, происходящих в организме животных по эндогенным гормонам быков-производителей. Гормонально-иммунобиологическое взаимоотношение в организме быков и их адаптационные способности в разных климатических условиях на сегодняшний день являются очень важным вопросом.**Методы.** Работа выполнена в умеренно-континентальном климате с продолжительной многоснежной зимой и теплым летом в условиях Удмуртской Республики в период с 2020 по 2021 г на быках-производителях ( $n = 27$ ) современной селекции в возрасте 15–69 месяцев. Изучено состояние эндогенных гормонов тестостерона, эстрадиола, тироксина и кортизола после длительного зимнего периода в зависимости от возраста, породы и селекции в нормальном физиологическом функционировании быков-производителей. Установлены средние показатели в сывотке крови у быков-производителей, находящихся в этом регионе, по эстрадиолу — 0,517 нмоль/л, тестостерону — 25,7 нмоль/л, тироксину — 74,7 нмоль/л, кортизолу — 420 нмоль/л, а по их предшественнику — холестерину — на уровне 3,2 нмоль/л. Выяснено, что в зависимости от возраста имеются различия по всем изучаемым показателям, однако по тироксину и по кортизолу имеется достоверность. Концентрация кортизола по селекции достоверно отличается у импортных быков европейской селекции из Нидерландов на уровне  $P < 0,05$ , что характеризует присутствие в этой группе определенного стрессового адаптационного фактора. По вариабельности существенная разница между min и max показателями отмечена по концентрации тестостерона, которая варьировала между 2,4 нмоль/л и 60 нмоль/л, что указывает на индивидуальность показателей этого гормона у быков-производителей в данном регионе.**Результаты.** На основании полученных данных выявлена необходимость учета этих данных при эксплуатации быков-производителей и анализа спермопродукции с учетом концентрации этих гормонов, а также осуществления соответствующих профилактических мер.

## Hormonal state of breeding bulls after a long winter period of operation in the conditions of the Udmurt Republic

### ABSTRACT

**Relevance.** The study will help to identify new perspectives in breeding; get new data about the biological processes occurring in the body of animals according to the endogenous hormones of breeding bulls. The hormonal-immunobiological relationship in the body of bulls and their adaptive ability in different climatic conditions is a very important issue today.**Methods.** The work was performed in a temperate continental climate with a long, snowy winter and warm summer in the conditions of the Udmurt Republic in the period from 2020 to 2021 on breeding bulls ( $n = 27$ ) of modern breeding at the age of 15–69 months. The state of endogenous hormones testosterone, estradiol, thyroxine and cortisol after a long winter period was studied, depending on the age, breed and selection in the normal physiological functioning of breeding bulls. The average serum values of estradiol — 0.517 nmol/l, testosterone — 25.7 nmol/l, thyroxine — 74.7 nmol/l, cortisol — 420 nmol/l, and their cholesterol precursor at the level of 3.2 nmol/l were established in the blood of breeding bulls located in this region. It was found that, depending on age, there are differences in all the studied indicators, however, there is a reliability for thyroxine and cortisol. The concentration of cortisol by selection significantly differs in imported bulls of European selection from the Netherlands at the level of  $p > 0.05$ , which characterizes the presence of a certain stress adaptation factor in this group. In terms of variability, a significant difference between min and max indicators was noted for the concentration of testosterone, which varied between 2.4 nmol/l and 60 nmol/l, indicating the individuality of these hormones in breeding bulls in this region.**Results.** Based on the data obtained, the need to take these data into account when operating breeding bulls and analyzing sperm products, taking into account the concentration of these hormones, as well as the implementation of appropriate preventive measures, is revealed.

Поступила: 14 сентября

После доработки: 22 сентября

Принята к публикации: 25 сентября

Received: 14 September

Revised: 22 September

Accepted: 25 September

## Введение

Гормональный статус у быков-производителей различных эндогенных гормонов в сыворотке крови, являющихся одним из наиболее важных физиологических моментов, играет активную роль в процессе воспроизводства. Доказательством тому является функция эстрадиола совместно с лютеинизирующим гормоном, который необходим для собственно сперматогенеза. Влияние тестостерона основывается на стимуляции развития и проявления половых рефлексов, он участвует в регуляции сперматогенеза и кроме этого активно влияет на дифференциацию полов. Тироксин способствует повышению содержания гонадостимулирующих гормонов.

Имеются данные, показывающие влияние возраста на концентрацию эндогенных гормонов: чем старше бык-производитель, тем выше концентрация гормонов по тестостерону, эстрадиолу и тироксину на статистически достоверном уровне (при  $p < 0,05$ ) [1].

Известно, что эстроген и тиреоидные гормоны оказывают стимулирующее влияние на биосинтез тестостерон-эстрадиол связывающего глобулина в печени, а андрогены — угнетающее, и гиперандрогенизация способствует снижению количества тестостерон-эстрадиол связывающего глобулина и увеличению андрогена в тканях, тогда как гиперэстрогенизация и гипертиреоз, наоборот, подавляют функцию свободного тестостерона с усилением активности тестостерон-эстрадиол связывающего глобулина [2].

При снижении концентрации тестостерона в сыворотке крови отличается уменьшение числа и активности сперматозоидов, при увеличении — наоборот [3].

Также выявлено, что концентрация тестостерона у быков мясных пород в среднем на 11% выше, чем у быков-производителей молочных пород [2].

Показано, что синтез тестостерона в организме напрямую связан с концентрацией витамина D в крови организма [4].

Имеется высокая положительная корреляция между концентрацией спермиев в эякуляте и содержанием андрологического гормона тестостерона. Между pH эякулята и концентрацией тестостерона отмечена отрицательная корреляция в зависимости от сезона года [5].

Функциональная активность эндокринных желез, выражающаяся в процессах биосинтеза и секреции гормонов, может варьировать в широких пределах в зависимости от физиологического состояния.

Секретируемые щитовидной железой в кровь тиреоидные гормоны обладают широким спектром влияния на физиологические функции и метаболические процессы в организме [6, 7, 8].

При нормальной функциональной активности щитовидной железы большая часть секретируемых ею гормонов представлена тироксином. Йодсодержащие гормоны, к которым и относится тироксин, помимо других функций также влияет на воспроизводство. По данным Стояновского (1985) [9] у самцов они обеспечивают дифференцировку тканей семенников, придатков и придаточных половых желез, повышая образование спермиев и их жизнеспособность.

Тироксин и трийодтиронин влияют на иммунную реактивность организма животных за счет повышения фагоцитарной активности лейкоцитов [10, 11].

Некоторые авторы считают, что концентрацию гормонов в крови щитовидной железы можно использовать как тест для выявления гинекологических заболеваний,

так как они оказывают существенное влияние на воспроизводительную функцию у коров [12, 13].

Р.М. Соловьев (2011) [14] предлагает использовать показатель концентрации тироксина в сыворотке крови 18-месячных телок в качестве дополнительного критерия при отборе животных по устойчивости к нарушению репродуктивной системы.

Известно, что холестерин является важным компонентом клеточных биомембран животных, а также предшественником вышеуказанных гормонов. Он влияет на клеточное деление, активность белковых рецепторов плазматических мембран и мембрансвязанных ферментов, стабильность сывороточных липопротеидов и транспортных структур желчи при выполнении структурной и функциональной роли. До 80% эндогенного холестерина синтезируется в печени [15, 16]. Он существует как в свободной форме, так и в виде эфиров высших жирных кислот. В плазме крови приблизительно одна треть холестерина находится в свободном состоянии, а две трети представлены эфирами линолевой и олеиновой кислот. Внутриклеточно основной пул холестерина сформирован эфирами олеиновой, пальмитиновой и линолевой кислот. В организм это соединение поступает как из внешней среды (с пищей), так и синтезом *de novo* из ацетил-CoA [17].

Эффективность всасывания холестерина составляет около 50–60% в зависимости от рациона. В среднем за сутки усваивается 250–500 мг данного соединения. Холестерин, входящий в состав липопротеинов плазмы крови, образуется в печени и в дистальной части тонкого кишечника [18].

Холестерин используется в синтезе гормонов надпочечников, прежде всего кортизола. Холестерин — основной предшественник для биосинтеза гормонов в стероидной ткани. В несколько последовательных ферментативных шагов холестерин метаболизируется цитохромом P450 в альдостерон, дегидроэпиандростерон, андростендион и кортизол. Основным лимитирующим шагом в данном процессе является формирование прогенолона из холестерина. Около 80% циркулирующего в кровотоке кортизола, как в покое, так и во время стресса, получено из плазматического холестерина, остальные 20% синтезируются *in situ* из ацетона и других предшественников. Холестерин содержится исключительно в продуктах животного происхождения. Холестерин является сырьем для синтеза стероидных гормонов (глюко- и минералькортикоидов, мужских и женских половых гормонов, витамина D). Он крайне необходим организму, его дефицит может способствовать наступлению бесплодия и других заболеваний [19].

Под действием холестерина повышается устойчивость эритроцитов к гемолизу, активизируется цикл лимонной кислоты. В холестериновом обмене важную роль играют витамин C и некоторые микроэлементы [20].

Аскорбиновая кислота стабилизирует физиологическое равновесие между образованием холестерина и его превращением в тканях. Йод стимулирует образование гормонов щитовидной железы, активизирующих распад холестерина. Магний тормозит образование холестерина в организме и ускоряет его распад, способствует его выделению с желчными кислотами [21].

На характер и интенсивность холестеринового обмена несомненное влияние оказывают также стрессовое состояние, отсутствие активности, недостаточность ультрафиолетового облучения [22].

Холестерин совершенно необходим в качестве строительного материала для клеточных мембран при де-

лении клеток растущего молодого организма. От количества холестерина в мембране зависит прочность клетки, ее способность к выживанию. Он защищает внутриклеточные структуры от разрушительного действия свободных кислородных радикалов, которые образуются при обмене веществ и под влиянием внешних факторов. Холестерин в коже под воздействием ультрафиолетовых солнечных лучей превращается в витамин D, который необходим для обмена кальция, а также для синтеза тестостерона [4].

Это особенно важно для костных тканей, нервной и иммунной систем, выработки инсулина, поддержания мышечного тонуса, минерального обмена, а также для нормального роста и развития молодого организма. В печени из холестерина синтезируются желчные кислоты, необходимые для эмульгирования и всасывания жиров в тонком кишечнике. На эти цели уходит 60–80% ежедневно образующегося в организме холестерина.

Установлена взаимосвязь между показателями стероидных гормонов (кортизол, прогестерон, тестостерон, эстрадиол) в сыворотке крови коров и их воспроизводительной функцией с целью выявления животных с высоким риском ранней эмбриональной смертности и своевременного проведения профилактических мер [23, 24].

Известно, что значительную роль в функциональном состоянии полового аппарата играют надпочечники, в клетках корковой части которых синтезируется глюкокортикоид кортизол [25]. В организме при нормальном состоянии около 90% кортизола связано с белками плазмы крови. Кортизол контролирует адаптационные процессы организма к непостоянным условиям окружающей среды. Также он оказывает существенное влияние на различные стороны метаболизма в организме, а именно на отложение гликогена в клетках печени, синтез глюкозы и аминокислот, угнетение процесса окисления глюкозы. Динамика концентрации кортизола в крови способствует регуляции его секреции путем изменения функциональной активности системы «гипоталамус–гипофиз–надпочечники» [26].

Удмуртская Республика РФ географически находится между 56° 00' и 58° 30' северной широты и 51° 15' и 54° 30' восточной долготы, на высоте 160 м над уровнем моря и относится к внутриконтинентальному погодному климату, для которого характерно жаркое лето и холодные многоснежные зимы с годовым количеством осадков 500–600 мм. Для республики характерна частая смена циклонов (осень) и антициклонов (зима и лето), что приводит к резкой и часто непредсказуемой смене погодных условий [27].

Учитывая, что климат Удмуртии имеет свою специфику, назрела необходимость изучать уровень половых гормонов и их предшественников у высокопродуктивных быков-производителей современной селекции в этом регионе, уточнить основные показатели эндогенных гормонов, участвующих в биологических процессах, происходящих в организме животных новой генетической формации. Также исследование поможет создать новые перспективы в селекции и появиться возможность приобретения более глубоких знаний биологических процессов, происходящих в организме животных. Поэтому изучение различных эндогенных гормонов, участвующих в процессе воспроизведения, в сыворотке крови на наш взгляд является весьма актуальным, а также необходимым для понимания одного из важных биологических моментов в организме быков-производителей — гормонально-иммунобиологи-

ческого взаимоотношения в организме и адаптационных способностей в разных климатических условиях.

Цель исследований — изучить состояние эндогенных гормонов в крови у быков-производителей молочных пород современной селекции в день взятия семени в условиях внутриконтинентального климата Удмуртской Республики, для которого характерны жаркое лето и холодные многоснежные зимы, после длительного зимнего периода эксплуатации в зависимости от пород, возраста и места селекции.

### Методика

Работа выполнена в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на базе АО «Удмуртплем» Удмуртской республики в период 2020–2021 гг. на основе договора о научном сотрудничестве и госзадания, на быках-производителях ( $n = 27$ ) молочных пород в возрасте 15–69 месяцев (чистокровная голштинская черно-пестрая порода отечественной селекции ( $n = 10$ ), голштинская черно-пестрая порода европейской селекции (Нидерланды) ( $n = 6$ ), черно-пестрая порода с прилитием крови по голштинам на уровне 94–98% ( $n = 11$ )).

Кормление, содержание, эксплуатация соответствовали национальной технологии замораживания и использования спермы племенных быков-производителей [28]. Кровь отбирали из яремной вены в течение 20–30 мин после окончания взятия семени в стерильные пробирки объемом 10,0 мл. После центрифугирования сыворотку хранили в холодильной камере при температуре от  $-18$  до  $-20$  °C до выполнения анализов.

Определяли содержание эндогенных гормонов (эстрадиол, тестостерон, кортизол и тироксин, нмоль/л), а также их предшественника холестерина в день взятия семени.

Содержание эндогенных гормонов определяли методом ИФА с двукратной повторяемостью с использованием реактивов для эстрадиола, кортизола, тироксина и тестостерона, производимых ЗАО «Иммунотех» (Россия) на приборе УНИПлан (АФГ-01) ЗАО «Пикон» (Россия). Концентрацию холестерина в сыворотке крови изучали на автоматическом анализаторе Chem Well 2902 (Awareness Technology Inc., США), согласно инструкциям производителей.

Статистическую обработку осуществляли в программе Microsoft Excel. В таблицах приведены средние значения ( $M$ ) и ошибки средних ( $m$ ), min-max значения. Статистическую достоверность различий определяли по  $t$ -критерию Стьюдента при уровнях значимости  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ .

### Результаты

Проводили мониторинг у быков-производителей молочных голштинской и черно-пестрой породы (с прилитием крови на 94–98% голштинской) в зависимости от страны происхождения в условиях Удмуртской Республики после длительного зимнего периода эксплуатации по гематологическим показателям, а также по содержанию эндогенных гормонов в сыворотке крови в день взятия у них семени (таблица 1).

Анализ содержания эндогенных гормонов у 27 быков по концентрации эстрадиола составил в среднем 0,517 нмоль/л с вариацией от 0,228 до 1,185 нмоль/л, кортизола 419,8 нмоль/л с вариацией от 43 до 1097 нмоль/л. Такой большой разброс по кортизолу характеризует в некоторых аспектах наличие стрессовых ситуаций в организме. Содержание тироксина составило 75 нмоль/л, разброс между отдельными быками ва-

рыровал между 48,4 и 98,8 нмоль/л, т.е. почти в 2 раза. Разброс min и max показателей по тестостерону составил почти 20–25 раз и в среднем составил 25,7 нмоль/л.

Учитывая, что средние показатели отражали общий фон племпредприятия, охватывали возрастные критерии на уровне 15–69 месяцев, мы проводили исследования, направленные на влияние возраста изучаемых нами показателей. Животные с учетом возраста были распределены условно на 2 группы: до 36 месяцев и 37–69 месяцев. В первой группе средний возраст составил 25 месяцев с фактической вариабельностью 15–32 месяца, а во второй средний возраст составил 46,3 месяцев с фактической вариабельностью 40–69 месяцев, т.е. животные в этих группах находились в сравнительно широких по физиологическому возрасту категориях (таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что по содержанию тироксина и кортизола отмечены достоверные различия при  $p < 0,05$ , показывающие, что чем больше возраст, тем выше концентрации тироксина и кортизола в сыворотке крови в день взятия семени.

Содержание эстрадиола у быков в молодом возрасте на 20% больше, а тестостерона — больше на 10% у быков в возрасте свыше 36 месяцев. Однако необходимо отметить широкий диапазон разброса показателей между быками по всем изучаемым критериям по содержанию эндогенных гормонов, который требует тщательного анализа и более глубоких исследований.

Учитывая, что все быки-производители относились к селекции молочного направления, мы проводили исследования в зависимости их породы, происхождения и селекционного уровня. В 1-й группе находились 6 быков голштинской черно-пестрой породы российской селекции, во 2-й — 6 быков голштинской черно-пестрой породы зарубежной европейской селекции (Нидерланды), а в 3-й — 8 быков-производителей черно-пестрой отечественной породы с прилитием голштинской крови до 94–98% (таблица 3).

Из таблицы 3 видно, что по возрасту быки-производители отечественной голштинской породы и черно-пестрой породы с 94–98% голштинской крови находились в почти одинаковых возрастных категориях — 29,2 и 27 месяцев соответственно. В то же время быки-производители зарубежной селекции имели более зрелый возраст по сравнению с отечественными быками, который составлял 50 месяцев, т.е. были почти в 2 раза старше.

Таблица 1. Гормональные показатели сыворотки крови у быков-производителей после длительного зимнего периода эксплуатации (март 2020)

Table 1. Hormonal parameters of blood serum in breeding bulls after a long winter period of operation (March 2020)

Показатели	M±m	min-max	Референ. значения
Кол-во быков, n	27	27	–
Возраст, мес.	33,1±2,27	15–69	
Кол-во быков, л	24	24	
Эстрадиол, нмоль/л	0,517±0,033	0,228–1,185	–
Кортизол, нмоль/л	419,8±54,17	43–1097	–
Тироксин, нмоль/л	74,741±2,40	48,4–98,8	–
Тестостерон, нмоль/л	25,693±4,08	2,4–60>	–
Холестерин, нмоль/л	3,183±0,10	2,2–4,09	2,1–8,2

Таблица 2. Гормональные показатели сыворотки крови у быков-производителей в зависимости от возраста (март 2020)

Table 2. Hormonal parameters of blood serum in breeding bulls, depending on age (March 2020)

Показатели	1-я группа (n = 17)		2-я группа (n = 10)	
	до 36 мес.		37–60 мес.	
	M±m	min-max	M±m	min-max
Возраст фактический, мес	25,0±1,32	15–32	46,3±3,05**	40–69
Кол-во быков, л	17	17	10	10
Эстрадиол	0,559±0,050	0,228–1,185	0,466±0,037	0,228–0,671
Кортизол	312,9±52,99	43–966	557,6±96,59*	231–1097
Тироксин	69,5±2,43	48,4–93,8	81,7±4,44*	58,0–98,8
Тестостерон	24,3±4,39	2,4–60>	26,6±7,59	2,4–60>
Холестерин	3,29±0,100	2,61–4,09	2,91±0,21	2,02–3,159

Примечание. \* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,001$ ).

Таблица 3. Гормональные показатели сыворотки крови у быков-производителей в зависимости от породы и происхождения (март 2020) (M±m)

Table 3. Hormonal parameters of blood serum in breeding bulls, depending on breed and origin (March 2020) (M±m)

Показатели	Голштинская РФ	Зарубежной селекции	Черно-пестрая с кров. голштин. 94–98%
	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Кол-во быков, л	6	6	8
Эстрадиол	0,567±0,081	0,514±0,37	0,442±0,042
Кортизол	384,6±79,29	644±139,86*	289,5±61,34
Тироксин	71,4±3,13	81,3±5,39	72,4±4,41
Тестостерон	21,9±5,96	31,2±11,18	24,7±6,55
Холестерин	3,15±0,108	2,56±0,191	3,48±0,135

Примечание. \* ( $p < 0,05$ ).

По уровню эндогенных гормонов в сыворотке крови в день взятия семени отмечены тенденции увеличения концентрации кортизола и тироксина, а также тестостерона в отношении отечественной голштинской черно-пестрой породы и голштинизированной черно-пестрой породы. Показатели по этим критериям между черно-пестрой породой (голштинизированной) и гол-

Таблица 4. Вариабельность гормональных показателей сыворотки крови по фактической вариабельности в сравнении с разностью селекции (min-max)

Table 4. Variability of hormonal parameters of blood serum by actual variability in comparison with the selection difference (min-max)

Показатели	РФ, n = 6	Зарубежная селекция, n = 6	Черно-пестрая с кров. голштин. 94–98%, n = 8	Референ. значения
Эстрадиол	0,367–1,185	0,392–0,671	0,228–0,696	–
Кортизол	145–966	253–1097	43–825	–
Тироксин	59,9–93,8	67,8–98,8	48,4–93,1	–
Тестостерон	5,5–60>	2,4–60>	2,4–60>	–
Холестерин	2,67–3,57	2,02–3,28	2,61–4,09	2,1–8,2

штинской черно-пестрой отечественной мало отличались между собой и были почти одинаковыми, это на наш взгляд связано с тем, что прилитие крови 94–98% по голштинам дает предпосылки доминирования голштинского генетического потенциала.

Мы также проводили анализ полученных данных по вариабельности их распределения в зависимости от индивидуума. Данные анализа представлены в таблице 4.

Анализ таблицы 4 по вариабельности концентрации эндогенных гормонов и холестерина показал, что разность разброса по минимальным и максимальным показателям по эстрадиолу и кортизолу сильно отличаются. По эстрадиолу показатель у быков-производителей российской селекции достигал 1,185 нмоль/л и показатель по кортизолу у быков-производителей зарубежной европейской селекции достигал 1,097 нмоль/л. По минимальным значениям самый низкий показатель по кортизолу отмечен у быков черно-пестрой породы с голштинской кровью 94–98%.

По содержанию тироксина между min и max значениями разница составляет у быков-производителей российской селекции 57%, европейской селекции — 46%, у быков черно-пестрой породы с 94–98% прилитием крови голштинской породы — 92%. Исходя из всех этих амплитуд, мы считаем, можно констатировать, что концентрация тироксина у всех быков соответствует норме и находится почти на одинаковом уровне. Это дает основание считать, что у быков не наблюдается недостатка йода в организме, а также имеется гипейодированность.

Схожая картина наблюдалась и по концентрации холестерина в сыворотке крови. Отмечено, что разница между min и max показателями в среднем составляет 34–62%, в частности у быков российской селекции — 34%, европейской — 62% и у быков-производителей черно-пестрой породы с 94–98% прилития крови голштинской породы — 57%. То есть с такой кровностью по голштинской породе они наиболее приближены к показателям быков-производителей европейской се-

лекции. Сходство связано с тем, что для прилития крови у черно-пестрой породы были использованы именно быки-производители европейской селекции.

Разброс показателей между min-мах по тестостерону очень высок. У некоторых быков зарегистрирована гипертестостеронемия, достигающая показателей выше 60 нмоль/л у всех групп без исключения. Минимальные показатели между группами составили 2,4–5,5 нмоль/л. Это, на наш взгляд, объясняется андрологическими показателями быков и зависит от содержания и индивидуальных качеств животного? Учи-

тывая то, что по минимальным и максимальным показателям между группами нет никакой разницы, можно сказать, что у быков-производителей голштинской породы уровень тестостерона варьирует между 2,5–60 нмоль/л с учетом индивидуальности.

### Выводы

Таким образом, установлено, что после длительного зимнего периода эксплуатации в сыворотке крови у быков-производителей концентрация эндогенных гормонов в условиях Удмуртии в среднем составляет по эстрадиолу 0,517 нмоль/л, тестостерону — 25,7 нмоль/л, тироксину — 74,7 нмоль/л, кортизолу — 420 нмоль/л, а по их предшественнику холестерину — 3,2 нмоль/л.

В зависимости от возраста (при  $p < 0,001$ ) имеются достоверные отличия по концентрации тироксина и кортизола на уровне  $p < 0,05$ .

У быков-производителей европейской селекции концентрация кортизола повышена на достоверном уровне по отношению к быкам голштинской породы отечественной селекции и голштинизированным животным черно-пестрой породы ( $P < 0,05$ ). Видимо, у быков-производителей европейской селекции имеют место стрессовые факторы.

По минимальным и максимальным показателям уровня тироксина и холестерина в сыворотке крови существенной разницы между группами не выявлено, а по показателям min-max разница составляет 46–93% по тироксину и 40–64% — по холестерину.

Высокий разброс концентрации тестостерона в сыворотке крови показывает, что уровень тестостерона в день взятия семени во многом зависит от индивидуальности быков-производителей голштинской породы и с 94–98% прилития крови голштинизированной черно-пестрой породы; он составляет 2,4–60 нмоль/л вне зависимости от места селекции.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ.

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Абилов АИ, Племяшов КВ, Комбарова НА, Пыжова ЕА, Решетникова НМ. Некоторые аспекты воспроизводства крупного рогатого скота. СПб.: Проспект Науки. 2019. 304 с. [Abilov AI, Plemyashov KV, Kombarova NA, Pyzhova EA, Reshetnikova NM. Nekotorye aspekty vosproizvodstva krupnogo rogatogo skota. SPb.: Prospekt Nauki. 2019. 304 p. (In Russ.)]
- Амерханов ХА, Абилов АИ, Ескин ГВ, Комбарова НА, Турбина ИС, Федорова ЕВ, Вареников МВ, Гусев ИВ. Содержание тестостерона и холестерина в сыворотке крови у быков

- производителей в зависимости от сезона года. Сельскохозяйственная биология. 2014; 2: 59-66. [Amerhanov HA, Abilov AI, Eskin GV, Kombarova NA, Turbina IS, Fedorova EV, Varenikov MV, Gusev IV. Soderzhanie testosterona i holesterina v syvorotke krovi u bykov - proizvoditelej v zavisimosti ot sezona goda. Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2014; 2: 59-66. (In Russ.)]

3. Гуторова НВ, Осадчук ЛВ, Клешов МА, Кузнецова НН, Осадчук АВ. Качество спермы и уровень репродуктивности гормонов у мужчин. Проблемы репродукции. 2010; 6: 88-93. [Gutorova NV, Osadchuk LV, Kleshov MA, Kuznecova NN, Osadchuk AV. Kachestvo spermy i uroven' reproduktivnosti

gormonov u muzhchin. Problemy reprodukcii. 2010; 6: 88-93. (In Russ.)]

4. Anderson AM, Carlsen E, Petersen JH, Skakkaebak NS. Variation in levels of serum inhibin B, testosterone, estradiol. Luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone and sex hormone-binding globulin in monthly samples from healthy men during a 17 month period, possible effects of seasons. J. Clin. Endocrinology Metab. 2003; 88: 932-937.

5. Chacur MGM, Muzusaki KT, Gabriel Filho LRA, Oba E, Ramos AA. Seasonal effects on semen and testosterone in zebu and Taurine bulls. Acta Scientiae Veterinariae. 2013; 41: 1110.

6. Лутов ЮВ, Кузнецова ИЮ, Селятицкая ВГ. Тиреоидная патология и ее сочетания с заболеваниями различных классов. Йод и здоровье населения Сибири. Новосибирск: Наука. 2002. с.204-219 [Lutov YV, Kuznetsova IU, Selyatitskaya VG. Tiroidnaya patologiya i ee sochetannost' s zabolevaniyami razlichnykh klassov. Jod i zdorov'e naseleniya Sibiri. Novosibirsk: Nauka. 2002. p.204-219 (In Russ.)]

7. Пилов АХ. Патоморфология щитовидной железы у крупного рогатого скота. Ветеринария. 2004; 5: 44-45. [Pilov AN. Patomorfologiya shchitovidnoy zhelezy u krupnogo rogatogo skota. Veterinariya. 2004; 5: 44-45. (In Russ.)]

8. Жуков АО. Патогенез психических расстройств, возникающих в условиях дефицита йода. Педиатрия. Consilium medicum. 2006; 1: 107-112. [Zhukov AO. Patogenez psichicheskikh rasstrojstv, vznikayushchih v usloviyah deficita joda. Pediatriya. Consilium medicum. 2006; 1: 107-112. (In Russ.)]

9. Стояновский СВ. Биоэнергетика сельскохозяйственных животных. Особенности и регуляция. М. 1985. 224 с. [Stoyanovskij SV. Bioenergetika sel'skohozyajstvennykh zhyvotnykh. Osobennosti i regulyaciya. M. 1985. 224 p. (In Russ.)]

10. Балдаев СН, Кириллов СА. Биохимия нарушений обмена веществ у овец и их профилактика. Улан-Уде: Бурятское книжное издательство. 1991. 160 с. [Baldaev SN, Kirillov SA. Biohimiya narushenij obmena veshchestv u ovec i ih profilaktika. Ulan-Ude: Buryatskoe knizhnoe izdatel'stvo. 1991. 160 p. (In Russ.)]

11. Бударков БА, Бриндак ОИ, Позывайло СМ. Иммуно-статус жвачных животных при поражении щитовидной железы радиоактивным йодом. Сельскохозяйственная биология. 1993; 6: 81-87. [Budarkov BA, Brindak OI, Pozuyajlo SM. Immunnyj status zhvachnykh zhyvotnykh pri porazhenii shchitovidnoy zhelezy radioaktivnym yodom. Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1993; 6: 81-87. (In Russ.)]

12. Лавушев ВИ, Федосов НХ. Взаимосвязь стероидных и тиреоидных гормонов при нарушении воспроизводительной функции у коров после отела. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Горки. 1996. с.186-188. [Lavushev VI, Fedosov NH. Vzaimosvyaz' steroidnykh i tiroidnykh gormonov pri narushenii vosproizvoditel'noj funkcii u korov posle otela. Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhyvotnovodstva: sb. nauch. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Gorki. 1996. p.186-188. (In Russ.)]

13. Лободин АС, Бунина ТС. Функциональная активность щитовидной железы в различные периоды репродуктивного цикла у коров. Материалы всерос. науч. и учеб.-метод. конф. по акушерству, гинекологии и биотехнике разведения животных, посвященной 85-летию со дня рождения заслуж. деятеля науки РФ, д-ра вет. наук, проф. В.А. Акатова. Воронеж. 1994. с. 90-91. [Lobodin AS, Bunina TS. Funkcional'naya aktivnost' shchitovidnoy zhelezy v razlichnye periody reproduktivnogo cikla u korov. Materialy vseros. nauch. i учеб.-metod. konf. po akusherstvu, ginekologii i biotekhnike razmnozheniya zhyvotnykh, posvyashchennoj 85-letiyu so dnya rozhdeniya zasluzh. deyatelya nauki RF, d-ra veet. nauk, prof. V.A. Akatova. Voronezh. 1994. p. 90-91. (In Russ.)]

14. Соловьев РМ. Рост голштинских телок в связи с уровнем тиреоидных гормонов в процессе онтогенеза. Вестник Алтайского ГАУ. 2011; 9(83): 55-59. [Solov'ev RM. Rost golshtinskih

telok v svyazi s urovnem tiroidnykh gormonov v processe ontogeneza. Vestnik Altajskogo GAU. 2011; 9(83): 55-59. (In Russ.)]

15. Лопухин ЮМ, Арчаков АИ, Владимиров ЮА, Коган ЭМ. Холестериоз. М.: Медицина. 1983. 352 с. [Lopuhin YM, Archakov AI, Vladimirov YA, Kogan EM. Holesterioz. M.: Medicina. 1983. 352 p. (In Russ.)]

16. Vlahcevic ZR, Hylemon PB, Chiang JYL. Hepatic cholesterol metabolism. 3-rd ed. (The Liver, Biology and Pathobiology. Eds. IM Arias, IL Boyer, N Fausto et al. N.-Y.: Raven Press. 1994. P.379-389.

17. Марри Р, Греннер Д, Мейес П, Родуэлл В. Биохимия человека. 2 т. 1993. 384 с. [Marri R, Grenner D, Mejes P, Roduell V. Biohimiya cheloveka. 2 t. 1993. 384 p. (In Russ.)]

18. Kramer W et al. Aninopeptidase N9cd13 is a molecular target of the cholesterol absorption inhibitor ezetimibe in the enterocyte brush border membrane. J. Biol. Chem. 2005; 250: 1306-1320.

19. Доценко М, Алексейчик Д, Панкратова Ю, Алексейчик С, Доценко К, Санкович Е. Холестерин и его роль в жизнедеятельности организма. Наука и инновации. 2015; 4(146): 58-65. [Docenko M, Aleksejchik D, Pankratova YU, Aleksejchik S, Docenko K, Sankovich E. Holesterin i ego rol' v zhiznedeyatel'nosti organizma. Nauka i innovacii. 2015; 4(146): 58-65. (In Russ.)]

20. Ульмер ХФ. Физиология человека. В 3 томах. М.: Мир. 1996. 230 с. [Ul'mer HF. Fiziologiya cheloveka. V 3 tomah. M.: Mir. 1996. 230 p. (In Russ.)]

21. Белова НИ. Восстановить - значит понять. Биология в школе. 2000; 2: 47-51. [Belova NI. Vosstanovit' - znachit ponyat'. Biologiya v shkole. 2000; 2: 47-51. (In Russ.)]

22. Новая иллюстрированная энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия. 2001. 318 с. [Novaya illyustrirovannaya enciklopediya. M.: Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya. 2001. 318 p. (In Russ.)]

23. Нежданов АГ, Лободин КА, Дюльгер ГП. Гормональный контроль за воспроизводством крупного рогатого скота. Ветеринария. 2008; 1: 3-7. [Nezhdanov AG, Lobodin KA, Dyul'ger GP. Gormonal'nyj kontrol' za vosproizvodstvom krupnogo rogatogo skota. Veterinariya. 2008; 1: 3-7. (In Russ.)]

24. Нежданов АГ, Рецкий МИ, Сафонов ВА, Братченко ЭВ. Изменение пероксидного и эндокринного статуса телок в процессе становления половой физиологической зрелости. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012; 3: 69-70. [Nezhdanov AG, Reckij MI, Safonov VA, Bratchenko EV. Izmenenie peroksidnogo i endokrinnogo statusa telok v processe stanovleniya polovoj fiziologicheskoj zrelosti. Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk. 2012; 3: 69-70. (In Russ.)]

25. Дашукаева КГ. Эндогенные аспекты фетоплацентарной недостаточности у коров в связи с гипофункцией половых желез и ее профилактика. Автореферат диссертации доктора наук. Ставрополь. 1997. 38 с. [Dashukaeva KG. Endogennye aspekty fetoplacentarnoy nedostatochnosti u korov v svyazi s gipofunkciej polovyx zhelez i ee profilaktika. Avtoreferat dissertacii doktora nauk. Stavropol. 1997. 38 p. (In Russ.)]

26. Радченков ВП, Аверин ВС, Бугров ЕВ и др. Определение гормонов в крови крупного рогатого скота, свиней и их гормональный статус. Методические указания. Борзовск. 1985. 76 с. [Radchenkov VP, Averin VS, Bugrov EV i dr. Opredelenie gormonov v krvi krupnogo rogatogo skota, svinej i ih gormonal'nyj status. Metodicheskie ukazaniya. Borovsk. 1985. 76 p. (In Russ.)]

27. [https://ru.wikipedia.org/wiki/География\\_Удмуртия](https://ru.wikipedia.org/wiki/География_Удмуртия). [https://ru.wikipedia.org/wiki/УдмуртияГеография\_Удмуртия (In Russ.)]

28. Национальная технология замораживания и использования спермы племенных быков-производителей. Под ред. проф. Абилова АИ и Решетниковой НМ. 2008. М. 160 с. [Nacional'naya tekhnologiya zamorazhivaniya i ispol'zovaniya spermy plemennykh bykov-proizvoditelej. Pod red. prof. Abilova AI i Reshetnikovoj NM. 2008. M. 160 p. (In Russ.)]

#### ОБ АВТОРАХ:

**Абилов Ахмедага Имаш оглы**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Лаборатории клеточной инженерии

**Ажмяков Андрей Анатольевич**, директор, научный руководитель отдела научного обеспечения, соискатель

**Новгородова Инна Петровна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории клеточной инженерии

#### ABOUT THE AUTHORS:

**Abilov Ahmedaga Imash ogly**, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Cell Engineering

**Azhmyakov Andrei Anatolevich**, Director, Scientific Director of the Department of Scientific Support, applicant

**Novgorodova Inna Petrovna**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Cell Engineering