

Белоусов Вячеслав Юрьевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Международного центра вакцинологии, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, пр. Абая 8, тел. +77776567655, e-mail: belousov@tree-gene.com.

Өрқара Шыңғыс Дулатбекұлы – ветеринария ғылымдарының магистрі, Қазақстан-Жапон инновациялық орталығының "Жасыл биотехнология және клеткалық инженерия" зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Абай даңғылы 8, тел. +77473784010; e-mail: chingism@mail.ru.

Сандыбаев Нұрлан Тамамбайұлы – биология ғылымдарының кандидаты, профессор, Қазақстан-Жапон инновациялық орталығының директоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Абай даңғылы 8, тел. +77783122058; e-mail: nurlan.s@kaznaru.edu.kz.

Строчков Виталий Михайлович – Қазақстан-Жапон инновациялық орталығының "Жасыл биотехнология және клеткалық инженерия" зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Абай даңғылы 8, тел. +77757104136; e-mail: vitaliy.strochkov@kaznaru.edu.kz.

Белоусов Вячеслав Юрьевич – биология ғылымдарының кандидаты, Халықаралық Вакцинология орталығының аға ғылыми қызметкері, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Абай даңғылы 8, тел. +77776567655, e-mail: belousov@tree-gene.com.

Orkara Shynggys Dulatbekuly – Master of Veterinary Sciences, Junior researcher of the laboratory "Green Biotechnology and Cell Engineering" of the Kazakhstan-Japan Innovation Center, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, 8 Abaya Ave., tel. +77473784010; e-mail: chingism@mail.ru.

Sandybaev Nurlan Tamambayevich – Candidate of Biological Sciences, Professor, Director of the Kazakhstan-Japan Innovation Center, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, 8 Abaya Ave., tel. +77783122058; e-mail: nurlan.s@kaznaru.edu.kz.

Strochkov Vitaly Mikhailovich – Senior Researcher at the laboratory "Green Biotechnology and Cell Engineering" of the Kazakhstan-Japan Innovation Center, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, 8 Abaya Ave., tel. +77757104136; e-mail: vitaliy.strochkov@kaznaru.edu.kz.

Vyacheslav Yurievich Belousov – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the International Center for Vaccinology, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, 8 Abaya Ave., tel. +77776567655, e-mail: belousov@tree-gene.com.

УДК 636.22/.28.082

DOI: 10.52269/22266070_2022_4_79

МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН И УРОВЕНЬ ГОРМОНОВ У БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Сейдахметов Б.С. – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных ФГБНУ ВНИИплем, п. Лесные Поляны, Московская область.

Абилов А.И. – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии ФГБНУ ФИЦ имени академика Л.К. Эрнста, профессор ВНИИплем.

Дунин М.И. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных ФГБНУ ВНИИплем, п. Лесные Поляны, Московская область.

Шеметюк С.А. – соискатель ФГБНУ ФИЦ имени академика Л.К. Эрнста.

Проведены исследования состояния минерального обмена, уровня ферментов, а также содержания эндогенных гормонов, таких как тестостерон, эстрадиол, кортизол, тироксин, у быков-производителей отечественной красно-пестрой породы в возрасте 2-11 лет, в количестве 8 голов в день взятия семени в условиях Черноземной зоны РФ (Воронежской области). Исследования выполнены сотрудниками ФГБНУ ВНИИплем на базе холдинга АО «ГЦВ» и АО «Племпредприятие «Воронежское» с использованием современного оборудования и реактивов (биохимический анализатор Chem-Well-2902, Awareness Technology Inc., США; атомно-абсорбционный спектрометр Квант-2А, Россия; анализатор иммуноферментных реакций Униплан АИФР-01, ЗАО «Иммунотех», Россия). Эндогенные гормоны определяли в двукратной повторности. Установлено, что возраст влияет на уровень ферментов в организме животных. С возрастом увели-

чиваются концентрации АСТ и АЛТ, а уровень щелочной фосфатазы понижается с 161,56 МЕ/л до 61,87 МЕ/л ($p < 0,01$). С возрастом на достоверном уровне увеличиваются концентрации тестостерона ($p < 0,05$) и эстрадиола ($p < 0,05$). Отмечено также повышение уровня кортизола, но не на достоверном уровне. Полученные в настоящем исследовании уточненные характеристики метаболического профиля быков-производителей красно-пестрой породы, отражающие уровень ферментов и минералов и возрастную динамику показателей эндогенных гормонов, могут быть использованы для решения задач практической селекции в программах совершенствования породы и технологии эксплуатации быков на отечественных племпредприятиях.

Ключевые слова: быки-производители, красно-пестрая порода, возраст, эндогенные гормоны, ферменты, минеральный обмен.

MINERAL METABOLISM AND HORMONE LEVELS IN SERVICING BULLS RED-MOTLEY BREED

Seidakhmetov B.S. – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of Biology of Reproduction of Farm Animals, All Russian Research Institute of Animal Breeding, Lesnye Polyany settlement, Moscow Region.

Abilov A.I. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Cellular Engineering "Federal Scientific Center of Animal Husbandry - VIZ named after Academician L.K. Ernst".

Dunin M.I. – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department of Biology of Reproduction of Farm Animals, All Russian Research Institute of Animal Breeding, Lesnye Polyany settlement, Moscow Region.

Shemetyk S.A. – applicant of Federal Scientific Center of Animal Husbandry - VIZ named after Academician L.K. Ernst.

The state of mineral metabolism, the level of enzymes as well as the content of endogenous hormones such as testosterone, estradiol, cortisol, thyroxine in domestic red-motley breed bulls aged 2-11 years, in the number of 8 animals on the day of semen collection in the Chernozem zone of the Russian Federation (Voronezh region) have been studied. The research was carried out by employees of the All Russian Research Institute of Animal Breeding on the base of JSC "Breeding enterprise "Voronezhskoye" using modern equipment and reagents (biochemical analyzer Chem-Well-2902, Awareness Technology Inc, USA; atomic-absorption spectrometer Kvant-2A, Russia; immune-enzymatic reactions analyzer Uniplan AIFR-01, CJSC "Immunotech", Russia). Endogenous hormones were determined in duplicate. It was found that age affects the level of enzymes in animals. Concentrations of aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) increase with age, while the level of alkaline phosphatase decreases from 161,56 ME/l to 61,87 ME/l ($p < 0,01$). Concentrations of testosterone ($p < 0,05$) and estradiol ($p < 0,05$) increase significantly with age. There is also an increase in cortisol levels, but not at a significant level. The refined characteristics of the metabolic profile of bulls of red-motley breeds obtained in the present study, reflecting the level of enzymes and minerals and the age dynamics of endogenous hormones, can be used for solving problems of practical breeding in the programs of improvement of the breed and the technology of bulls operation at the domestic breeding enterprises.

Key words: servicing bulls, red-motley breed, age, endogenous hormones, enzymes, mineral metabolism.

ҚЫЗЫЛ -АЛА АСЫЛ ТҰҚЫМДЫ БҰҚАЛАРДАҒЫ МИНЕРАЛДЫ АЛМАСУ ЖӘНЕ ГОРМОН ДЕҢГЕЙІ

Сейдахметов Б.С. – биология ғылымдарының кандидаты, ФГБНУ ВНИИ тұқымды ауыл шаруашылығы жануарларын өсіру биологиясы бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері. п. Лесные Поляны, Мәскеу облысы.

Абилов А.И. – биология ғылымдарының докторы, профессор, "академик Л. К. Эрнст атындағы ВИЖ - Федералдық мал шаруашылығы ғылыми орталығы" жасушалық инженерия лабораториясының бас ғылыми қызметкері.

Дунин М.И. – биология ғылымдарының кандидаты, ФГБНУ ВНИИ тұқымды ауыл шаруашылығы жануарларын өсіру биологиясы бөлімінің аға ғылыми қызметкері. п. Лесные Поляны, Мәскеу облысы.

Шеметюк С. А. – академик Л. К. Эрнст атындағы ФГБОУ ФИЦ ізденушісі.

Ресей Федерациясының Чернозем аймағында (Воронеж облысы) 2-11 жас аралығындағы отандық 8 бас қызыл - ала тұқымды бұқалардан минералды метаболизмнің жай-күйі, ферменттер деңгейі, сондай-ақ тестостерон, эстрадиол, кортизол, тироксин сияқты эндогендік гормондардың құрамы туралы зерттеулер жүргізуге тұқым алынды. Зерттеулерді "ГЦВ" АҚ Холдингісі мен АҚ "Асыл тұқымды кәсіпорын Воронежское" базасында ФГБНУ ВНИИ қызметкерлері заманауи жабдық-

тар мен реактивтерді (*Chem-Well-2902, awareness Technology Inc. биохимиялық талдаушы*) пайдалана отырып орындады., АҚШ; Квант-2а атомдық-абсорбциялық спектрометрi, Ресей; Униплан АИФР-01 иммуноферменттік реакция талдағышы, ЗАҚ "Иммунотех", Ресей). Эндогендік гормондар екі рет қайталау мөлшерінле анықталды. Жануарлар ағзасындағы ферменттер деңгейіне жануар жасының әсер ететіні анықталды. Жасы ұлғайған сайын АСТ және АЛТ концентрациясы артады, ал сілтілі фосфатаза деңгейі 161,56 ХБ/л-ден 61,87 ХБ/л-ге дейін ($p < 0,01$) төмендейді. Бұқалардың жасы ұлғайған сайын тестостерон ($p < 0,05$) және эстрадиол ($p < 0,05$) концентрациясы сенімді деңгейде көтеріледі. Кортизол деңгейінің жоғарылауы да байқалды, бірақ сенімді деңгейде емес. Осы зерттеуде алынған ферменттер мен минералдардың деңгейін және эндогендік гормондар көрсеткіштерінің жас динамикасын көрсететін қызыл түсті тұқымды бұқалардың метаболиттік профилінің нақтыланған сипаттамалары тұқымды жетілдіру бағдарламаларында және отандық асыл тұқымды кәсіпорындарда бұқаларды пайдалану технологиясында практикалық селекция мәселелерін шешу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: тұқымды бұқалар, қызыл-ала тұқым, жас, эндогендік гормондар, ферменттер, минералды алмасу.

Введение. Эффективность использования ценных в племенном отношении быков-производителей в значительной степени зависит от состояния их здоровья и воспроизводительных качеств. Одним из условий наиболее полной реализации их продуктивных качеств является оптимизация кормления, содержания и условий эксплуатации [1, с. 332].

Полноценное, сбалансированное кормление, это один из важнейших факторов, способствующих максимально полной реализации генетического потенциала продуктивности животных. Достоверно доказано, что питательные вещества кормов воздействуют на организм животного не изолированно друг от друга, а в комплексе [2, с. 146].

В связи с этим особо актуальными становятся исследования обмена веществ во взаимосвязи с минеральным и гормональным статусом организма.

Метаболические процессы могут нарушаться как при недостатке, так и при избытке многих элементов в организме, которые отражают функциональное физиологическое состояние организма и отклонения тех или иных показателей от референтных значений и могут сигнализировать о первичных клинических признаках заболеваний [1, с. 332].

Щелочная фосфатаза является одним из катализаторов гидролиза моноэфиров фосфорной кислоты. С деятельностью этого фермента связана регуляция клеточной проницаемости, минерального, жирового и белкового обмена. Активность щелочной фосфатазы у животных является прежде всего одним из показателей их фосфорно-кальциевого обмена. В связи с этим, уровень фермента щелочная фосфатаза важно рассматривать параллельно с содержанием кальция и фосфора в крови исследованных быков [3, с. 101].

Содержание хлоридов и железа в спермальной плазме прямо коррелирует с концентрацией сперматозоидов, а рост концентрации калия, кальция и фосфора коррелирует с уменьшением количества сперматозоидов [4, с. 15].

В спермиограмме у самцов с экспериментальной гипомagneзиемией на фоне не измененного общего количества сперматозоидов зафиксировано повышение числа патологических и неподвижных форм сперматозоидов [5, с. 17].

Было показано, что активность АСТ коррелирует с количеством сперматозоидов и их подвижностью, что может быть использовано как индикатор повреждения клеточных мембран при замораживании [6, с. 40].

У всех млекопитающих сперматогенез находится под контролем пептидных и стероидных гормонов: фолликулостимулирующего (ФСГ), лютеинизирующего (ЛГ), тестостерона, эстрадиола, и др. [1, с. 332].

Дефицит тестостерона связан с повышенным риском развития метаболических нарушений и предсказывает его [7, с. 345].

Отмечена связь между содержанием эстрадиола и характеристиками семени производителей. Максимальный объем эякулята зафиксирован у быков-производителей при минимальной концентрации эстрадиола. Выяснено также, что чем ниже концентрация эстрадиола в сыворотке крови быков в день взятия семени, тем выше результативность осеменения коров от полученного семени [8, с. 830].

Повышенная концентрация эстрогенов в крови самцов приводит к ухудшению качественных и количественных характеристик спермы. Как правило, фенотипически гиперэстрогенизация проявляется набором излишней массы тела, при этом уменьшается количество тестостерона и соотношение тестостерон/эстрадиол [9, с. 827].

Гормоны щитовидной железы в организме самцов также участвуют в процессах регуляции сперматогенеза. Механизм действия этих гормонов сходен с таковым для стероидов [10, с. 419].

Все отклонения в кормлении, содержании и эксплуатации животных приводят к нарушениям обмена веществ, снижению резистентности, высокой заболеваемости и, как следствие – снижению фертильности.

У быков современной генетической формации меняется интенсивность обмена веществ и гормональный статус. В связи с этим, назрела необходимость уточнить основные показатели биологических процессов, происходящих в организме быков-производителей красно-пестрой породы отечественной селекции, и полученные новые данные использовать в совершенствовании высокопродуктивного крупного рогатого скота.

Цель и задачи исследований. Изучить особенности минерального обмена, а также содержание эндогенных гормонов (тестостерона, эстрадиола, тироксина, кортизола) и некоторых ферментов в сыворотке крови быков-производителей красно-пестрой породы в зависимости от возраста в условиях черноземной зоны РФ (Воронежской области).

Материал и методы. Работа выполнена сотрудниками ФГБНУ ВНИИплем на базе холдинга АО «ГЦВ» и АО «Племпредприятие «Воронежское» в 2018-2019 гг.

В опытах использовали 8 быков-производителей красно-пестрой породы в возрасте от 2 до 11 лет. В начале исследований ставилась задача определить средние показатели минерального обмена у быков-производителей данного предприятия в независимости от возраста. В последствии исследуемых быков-производителей условно разделили на две равные группы: до 2 лет (n=4) и от 6 лет и старше (n=4). Содержание и эксплуатацию производителей осуществляли в соответствии с «Национальной технологией содержания и использования спермы племенных быков-производителей (под общей редакцией проф. Абилова А.И. и Решетниковой Н.М. [11, с.30]. Рацион кормления был сбалансирован по нормам ВИЖа.

Кровь для анализов брали из яремной вены в стерильные пробирки, в течение 30 мин после завершения взятия семени в объеме 10,0 мл в период с 10³⁰ – 12⁰⁰ часов. Полученную сыворотку крови (n=16) путем центрифугирования при 3000 оборотах в течение 5 минут разделили на 2 части и хранили их в морозильной камере при -18⁰ – 20⁰С до момента использования. Одну часть использовали для изучения минерального обмена, другую – на содержание эндогенных гормонов. Биохимический состав крови исследовали на анализаторе Chem-Well – 2902 (Awareness Technology Inc., США) и атомно-абсорбционном спектрометре Квант-2А (Россия). Были определены такие показатели, как холестерин, щелочная фосфатаза, АСТ, АЛТ, а также макро- и микроэлементы: Са, Р, Fe, Mg и Cl. Концентрацию эндогенных гормонов определяли методом иммуноферментного анализа в двукратной повторности с помощью лабораторных реагентов (ЗАО «Иммунотех», Россия): для тестостерона – ИммуноФА-ТС, для эстрадиола – ИммуноФА-эстрадиол, для кортизола – ИммуноФА-кортизол, для тироксина – ИФА-ТТ4-1.

Статистическую обработку полученного материала проводили в программе Microsoft Excel 2018.

Научная новизна. Впервые проведен мониторинг содержания эндогенных гормонов и состояния минерального обмена быков-производителей красно-пестрой породы отечественной селекции в зависимости от их возраста в условиях черноземной зоны Российской Федерации (Воронежской области).

Результаты.

Макро- и микроэлементы и ферментная система играют жизненно важную роль в организме животных, их дефицит либо профицит вызывает нарушения метаболизма. В связи с этим было изучено содержание макро- и микроэлементов, а также уровень ферментативной активности АЛТ, АСТ и щелочной фосфатазы в сыворотке крови быков красно-пестрой породы (таблица 1).

Таблица 1. – Минеральное состояние и уровень ферментативной активности быков-производителей красно-пестрой породы (Черноземная зона), n=8

Показатели	Среднее M±m	Референтные значения*		Вариабельность (факт.)		Разница между максимальными фактическими и референтными значениями, %
		min	max	min	max	
АЛТ, МЕ/л	17,4±1,24	10	36	13,8	22,30	-
АСТ, МЕ/л	62,1±2,06	41	107	54,12	70,48	-
Щел. фосфатаза, МЕ/л	99,3±19,46	31	163	77,75	188,75	+15,8
Са, ммоль/л	2,35±0,06	2,06	3,16	2,09	2,67	-
Р, ммоль/л	2,37±0,16	1,13	2,91	1,74	3,04	+4,5
Са/Р, ед.	1,02±0,08	0,82	2,39	0,73	1,39	-12,33
Fe, мкмоль/л	24,7±1,05	12,9	37,1	18,89	28,69	-
Mg, ммоль/л	0,94±0,03	0,75	1,34	0,83	1,09	-

Cl, ммоль/л	104,2±1,65	90	108	100,95	113,46	5,06
-------------	------------	----	-----	--------	--------	------

*Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста, М., 2018)

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что показатели, характеризующие минеральный обмен и уровень ферментов у красно - пестрых быков, находились в пределах референтных значений, однако у отдельных животных было зафиксировано превышение максимальных значений по щелочной фосфатазе на 15,8 %, фосфору на 4,5%, хлору на 5,06%.

На следующем этапе исследований был изучен минеральный обмен у производителей в различных возрастных группах – у молодых животных с активным формированием костной ткани в возрасте до 2 лет и у производителей 6-11 летнего возраста (таблица 2).

Таблица 2. – Минеральное состояние и уровень активности АЛТ и АСТ быков-производителей красно-пестрой породы в зависимости от возраста

Показатели	Быки производители		Разница
	2 года	6-11 лет	
АЛТ, МЕ/л	15,86±2,08	18,32±1,57	+2,46/15,52%
АСТ, МЕ/л	56,4±3,65	65,54±1,89	+9,14/9,14%
Щел. фосфатаза, МЕ/л	161,56±13,9	61,87±8,45	-99,68/26% **
Ca, ммоль/л	2,31±0,05	2,37±0,10	+0,06/2,64%
P, ммоль/л	2,66 ±0,19	2,20±0,02	-0,46/21,16%
Ca/P, ед.	0,8±0,07	1,11±1,10	+0,24/27%
Fe, мкмоль/л	23,32±2,44	25,47±0,93	+2,15/9,2%
Mg, ммоль/л	0,92±0,04	0,95±0,04	+0,03/3,14%
Cl, ммоль/л	108,87±2,78	101,45±0,33	-7,42/7,3%

** P<0,01

Анализ состояния минерального обмена у разновозрастных животных показал, что с возрастом прослеживается тенденция незначительного увеличения уровней Ca на 2,6%, Mg на 3,1%, Fe на 9,2%, Cl на 7,3%, а по фосфору разница между группами составила 21,2%, соотношение Ca/P на 27,0%. Однако, все отклонения были недостоверными и не выходили за пределы референтных значений. Несмотря на то, что в обеих группах животных концентрация щелочной фосфатазы находилась в границах физиологической нормы, между группами животных имелось достоверное различие (P<0,01). У быков 6-11-летнего возраста показатель величины данного фермента был на 25% меньше в сравнении с таковым у молодых производителей. Вместе с тем, у животных старшей возрастной группы отмечена тенденция увеличения ферментативной активности АЛТ – на 15,5 % и АСТ – на 16,2 %, соответственно.

Таким образом, уровень макро и микроэлементов у быков-производителей в основном зависит от уровня и качества кормления и требует постоянной корректировки. Постоянный биохимический мониторинг крови индивидуально каждого быка позволяет своевременно устранить отклонения от нормальных значений на начальном этапе и снизить или устранить негативные последствия, вызванные дефицитом или избытком того или иного элемента.

В этих же группах быков-производителей был изучен гормональный статус с учетом их возраста (таблица 3).

Таблица 3. – Содержание эндогенных гормонов и холестерина в сыворотке крови быков в день взятия семени в зависимости от возраста

Показатели	Быки производители		Разница
	2 года	6-11 лет	
Тестостерон, нмоль/л	21,42 ±13,59	73,45±1,64	+52,10*
Эстрадиол, нмоль/л	0,185±0,03	0,338±0,01	+0,153*
Кортизол, нмоль/л	175,00±13,05	349,50±199,90	+174,50*
Тироксин, нмоль/л	17,10±0,75	17,02±0,78	-0,08
Холестерин, ммоль/л	2,50±0,12	2,48±0,12	-0,02

*P<0,05

При изучении возрастной динамики содержания гормонов в сыворотке крови выяснено, что возраст имеет достоверное влияние на изменение уровней тестостерона и эстрадиола (P<0,05), а уровень кортизола у взрослых производителей был повышен, но не на достоверную величину. Так, в

группе красно-пестрых быков 6-11-летнего возраста по сравнению с производителями не старше 2-х лет содержание тестостерона увеличилось более чем в три раза, эстрадиола и кортизола, соответственно – в два раза. Установлено, что концентрации холестерина и гормона щитовидной железы тироксина не зависели от возраста животных и оставались практически на одном уровне.

Содержание холестерина как предшественника стероидных и половых гормонов у быков-производителей в независимости от возраста находится и функционирует на допустимом уровне, а содержание тироксина, как йодсодержащего гормона щитовидной железы показывает нормальную обеспеченность организма йодом.

Обсуждение. В результате наших исследований установлено, что возраст быков-производителей красно-пестрой породы оказывает существенное влияние на интенсивность обмена веществ. Так, имеются достоверные отличия взрослых быков по отношению к молодым по уровню щелочной фосфатазы ($P < 0,01$). Аналогичные данные были получены Н.В. Боголюбовой и др. при изучении метаболического профиля у быков голштинской породы. Было отмечено, что более интенсивное использование производителей с возрастом приводит к значительным изменениям в обмене белков и некоторых ферментов, что связано, по мнению исследователей, с повышенной нагрузкой на печень и сердечно-сосудистую систему животных [12, с. 38].

Установленный нами на статистически достоверном уровне рост концентраций стероидных гормонов эстрадиола и тестостерона в организме быков-производителей ($P < 0,05$) показал значительные изменения гормонального статуса, связанные с возрастом животных.

Полученные в настоящем исследовании данные относительно содержания эндогенных гормонов в организме быков красно-пестрой породы отечественной селекции согласуются с результатами Х.А. Амерханова и др., установивших существенное влияние возраста быков на содержание половых стероидных гормонов [13, с.59].

Среди молочных пород различий в концентрации этих гормонов не было, и только животные мясных пород характеризовались повышенным уровнем тестостерона. Вероятно, это присуще животным мясного направления продуктивности [14, с. 130].

По данным Абилова А.И. и др. содержание тестостерона в сыворотке крови зависит от физиологического состояния конкретного животного, возраста, сезона года [14, с. 130].

Отечественная красно-пестрая порода молочного скота была создана с использованием симментальской породы в качестве материнской и голштинской – в качестве отцовской. В настоящее время порода по хозяйственно-полезным признакам составляет альтернативу другим высокопродуктивным молочным породам, разводимым в хозяйствах Российской Федерации, а по воспроизводительным качествам, продуктивному долголетию и устойчивости к заболеваниям превосходит их.

Выводы. Таким образом, в результате исследований особенностей минерального обмена, у быков-производителей красно-пестрой породы в условиях черноземной зоны РФ (Воронежской области), нами установлено, что показатели, характеризующие минеральный обмен и уровень ферментов у красно-пестрых быков, находились в пределах референтных значений.

При этом, анализ состояния минерального обмена у разновозрастных животных показал, что с возрастом прослеживается тенденция незначительного увеличения уровней Са на 2,6%, Mg на 3,1%, Fe на 9,2%, Cl на 7,3%, а по фосфору разница между группами составила 21,2%, соотношение Са/P на 27,0%. Однако, все отклонения были недостоверными и не выходили за пределы референтных значений.

Результаты исследований содержания эндогенных гормонов (тестостерона, эстрадиола, тироксина, кортизола) и некоторых ферментов в сыворотке крови быков-производителей красно-пестрой породы в зависимости от возраста указывают на то, что, несмотря на то, что в обеих группах животных концентрация щелочной фосфатазы находилась в границах физиологической нормы, между группами животных имелось достоверное различие ($P < 0,01$). У быков 6-11-летнего возраста показатель величины данного фермента был на 25% меньше в сравнении с таковым у молодых производителей. Вместе с тем, у животных старшей возрастной группы отмечена тенденция увеличения ферментативной активности АЛТ – на 15,5 % и АСТ – на 16,2 %, соответственно.

Полученные в настоящем исследовании уточненные характеристики метаболического профиля быков красно-пестрой породы, отражающие уровень ферментов и минералов, а также возрастную динамику показателей эндогенных гормонов, могут быть использованы для решения задач практической селекции в программах совершенствования этой породы и технологии эксплуатации быков-производителей, содержащихся на отечественных племпредприятиях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kumano, P. Inhibin B is a better marker of spermatogenesis than other hormones in the evaluation of male factor infertility / P. Kumano et al. // Fertility and Sterility. – 2006. – № 2. – P. 332-338. URL: <https://www.ccf.org/reproductiveresearchcenter/docs/agradoc214.pdf>.

2. **Тегза И.М. Влияние скармливания кормовой добавки «танрем», на рост и развитие бычков аулиекольской породы** [Текст] / И.М., Тегза. А. А.Тегза, Л.Б. Здерева Многопрофильный научный журнал Костанайского государственного университета имени А.Байтурсынова «3i – интеллект, идея, инновация», г. Костанай. – 2020. – №2. – С.146-153.
3. **Валгэ, Л.А. Биохимические изменения в крови и сперме быков** [Текст] / Л.А. Валгэ // Ветеринария. – 1970. – № 10. – С. 101-104.
4. **Гусякова, О. А. Метаболические характеристики спермальной плазмы с различным числом сперматозоидов** [Текст] / О.А. Гусякова [и др.] // Лабораторная служба. – 2018. – № 7(1). – С. 15-19.
5. **Спасов А. А. Влияние алиментарной гипомagneзии на процессы репродукции крыс-самцов** [Текст] / А. А. Спасов, А. Ю. Гетманенко, Л. И. Бугаева, С. А. Лебедева, Т. М. Коржова, Е. А. Кузубова, М. С. Мальцев // Волгоградский научно-медицинский журнал. – Волгоград. – 2017 – №1 с.17-21.
6. **Евдокимов, В.В. Влияние различных факторов на параметры эякулята человека in vitro** [Текст] / В.В. Евдокимов [и др.] // Андрология и генитальная хирургия. – 2015. – № 16(4). – С. 40-45.
7. **Pivonello R. Metabolic disorders and male hypogonadotropic hypogonadism** / R. Pivonello, D.Menafra, E.Riccio, F.Garifalos, M Mazzella., de C.Angelis, A.Colao // *Frontiers in Endocrinology*, 2019, 10: 345. (https://www.researchgate.net/publication/334679152_Metabolic_Disorders_and_Male_Hypogonadotropic_Hypogonadism).
8. **Абилов, А.И., Концентрация эстрадиола в крови быков-производителей и его влияние на спермопродуктивность и результативность осеменения** [Текст] / А.И. Абилов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – № 51(6). – С. 830-836.
9. **Qin, D.D. Do reproductive hormones explain the association between body mass index and semen quality?** [Текст] / D.D. Qin et al. // *Asian J. Androl.* – 2007. – № 9. – P. 827-834.
10. **Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных** [Текст] / А.А. Алиев. – М.: НИЦ Инженер, 1997. – 419 с.
11. **Абилов А.И. Национальная технология замораживания и использования спермы племенных быков-производителей** [Текст] / А.И. Абилов [и др.]. – М.:ВИЖ, 2008. – с 30.
12. **Боголюбова, Н.В. Особенности белкового обмена у быков-производителей разных возрастов** [Текст] / Н.В. Боголюбова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 3. – С. 38-41.
13. **Амерханов, Х.А. Содержание тестостерона и холестерина в сыворотке крови у быков-производителей в зависимости от сезона года** [Текст] / Х. А. Амерханов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 2. – С. 59-65. 14.
14. **Абилов А.И. Некоторые аспекты воспроизводства крупного рогатого скота** [Текст] / А.И. Абилов [и др.]. – СПб: Проспект Науки, 2019. – с. 130.

REFERENCES:

1. **Kumano, P. Inhibin B is a better marker of spermatogenesis than other hormones in the evaluation of male factor infertility** [Text] / P. Kumano et al. // *Fertility and Sterility*. – 2006. – № 2. – P. 332-338. (<https://www.ccf.org/reproductiveresearchcenter/docs/agradoc214.pdf>)
2. **Tegza I.M. Effect of feeding of fodder additive "tanrem," on growth and development of Auliekol rock bulls.** [Text] / I.M. Tegza, A.A Tegza, L.B. Zdereva // *3i-intellect, idea, innovation, Kostanay State University. Kostanay* – 2020. – №2. – С.146-153;
3. **Valge, L.A. Biohimicheskie izmeneniya v krovi i sperme bykov** [Tekst] / L.A. Valge // *Veterinariya*. – 1970. – № 10. – S. 101-104.
4. **Gusyakova, O. A. Metabolicheskie harakteristiki spermal'noj plazmy s razlichnym chislom spermatozoidov** [Tekst] / O.A. Gusyakova [i dr.] // *Laboratornaya sluzhba*. – 2018. – № 7(1). – S. 15-19. <https://doi.org/10.17116/labs201871.p.15-19>.
5. **Spasov A. A., Influence of alimentary hypomagnesemia on processes of reproduction in male rats** [Tekst] / A. A. Spasov, A. Yu. Getmanenko, L. I. Bugaeva, S. A. Lebedeva, T. M. Korjova, E. A. Kuzubova, M. S. Maltsev.- *Volgograd Scientific Medical Journal*. – Volgograd. – 2017 – №1 с.17-21.
6. **Evdokimov, V.V. Vliyanie razlichnyh faktorov na parametry eyakulyata cheloveka in vitro** [Tekst] / V.V. Evdokimov [i dr.] // *Andrologiya i genital'naya hirurgiya*. – 2015. – № 16(4). – S. 40-45.
7. **Pivonello R., Menafra D., Riccio E., Garifalos F., Mazzella M., de Angelis C., Colao A. Metabolic disorders and male hypogonadotropic hypogonadism** / R. Pivonello et al. // *Frontiers in Endocrinology*, 2019, 10: 345. (https://www.researchgate.net/publication/334679152_Metabolic_Disorders_and_Male_Hypogonadotropic_Hypogonadism).

8. **Abilov, A.I. Koncentraciya estradiola v krovi bykov-proizvoditelej i ego vliyanie na spermoproduktivnost' i rezul'tativnost' osemneniya** [Tekst] / A.I. Abilov [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2016. – № 51(6). – S. 830-836.
9. **Qin, D.D. Do reproductive hormones explain the association between body mass index and semen quality?** [Tekst] / D.D. Qin et al. // Asian J. Androl. – 2007. – № 9. – P. 827-834.
10. **Aliev, A.A. Obmen veshchestv u zhvachnyh zhivotnyh** [Tekst] / A.A. Aliev. – M.: NIC Inzhener, 1997. – 419 s.
11. **Abilov A.I. Nekotorye aspekty vosпроизводства крупного rogatogo skota** [Tekst] / A.I. Abilov [i dr.]. – SPb: Prospekt Nauki, 2019. – 300 s.
12. **Bogolyubova, N.V. Osobennosti belkovogo obmena u bykov-proizvoditelej raznyh vozrastov** [Tekst] / N.V. Bogolyubova [i dr.] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo – 2019. – № 3. – S. 38-41.
13. **Amerhanov, H.A. Soderzhanie testosterona i holesterina v syvorotke krovi u bykov-proizvoditelej v zavisimosti ot sezona goda** [Tekst] / H. A. Amerhanov [i dr.] // Sel'sko-hozyajstvennaya biologiya. – 2014. – № 2. – S. 59-65.
14. **Abilov A.I. Nacional'naya tekhnologiya zamorazhivaniya i ispol'zovaniya spermy plemennyh bykov-proizvoditelej** [Tekst] / A.I. Abilov [i dr.]. – M.:VIZH, 2008. – 130 s.

Сведения об авторах:

Сейдахметов Багит Серикович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных ФГБНУ ВНИИплем, 141212, п. Лесные Поляны, Московская область, тел. +7 9772780010, e-mail: ob-vniiplem@yandex.ru.

Абилов Ахмедага Имашевич – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии «Федеральный научный центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», 142132, п. Дубровицы, Московская область, тел. +79161464110, e-mail: ahmed.abilov@mail.ru, профессор ВНИИплем.

Дунин Михаил Иванович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных ФГБНУ ВНИИплем, 141212, п. Лесные Поляны, Московская область, +7 9263674948, e-mail: ob-vniiplem@yandex.ru.

Шеметюк Сергей Александрович – соискатель Федерального научного центра животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», 142132, п. Дубровицы, Московская область, тел. +79161464110, e-mail: ahmed.abilov@mail.ru.

Seydakhmetov Bagit Serikovich – candidate of biological sciences, leading researcher of the department of reproduction biology of farm animals, All Russian Research Institute of Animal Breeding. 141212, Lesnye Polyany settlement, Moscow Region, tel. +7 9772780010, e-mail: ob-vniiplem@yandex.ru.

Abilov Akhmedaga Imashevich – doctor of biological sciences, Professor, chief researcher of the Laboratory of Cellular Engineering "Federal Scientific Center of Animal Husbandry - VIZ named after Academician L.K. Ernst", 142132, p. Dubrovitsy, Moscow region, tel. +79161464110, e-mail: ahmed.abilov@mail.ru.

Dunin Mikhail Ivanovich – candidate of biological sciences, senior researcher of the department of reproduction biology of farm animals, All Russian Research Institute of Animal Breeding, 141212, Lesnye Polyany settlement, Moscow region, tel. +7 9263674948, e-mail: ob-vniiplem@yandex.ru.

Shemetyk S.A. – applicant of Federal Scientific Center of Animal Husbandry - VIZ named after Academician L.K. Ernst, 142132, p. Dubrovitsy, Moscow region, tel. +79161464110, e-mail: ahmed.abilov@mail.ru.

Сейдахметов Багит Серикович – биология ғылымдарының кандидаты, ФГБНУ ВНИИ тұқымды ауыл шаруашылығы жануарларын өсіру биологиясы бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері, 141212, п. Лесные Поляны, Мәскеу облысы тел. +7 9772780010, e-mail: ob-vniiplem@yandex.ru.

Абилов Ахмедага Имашевич – биология ғылымдарының докторы, профессор, "академик Л. К. Эрнст атындағы ВИЖ - Федералдық мал шаруашылығы ғылыми орталығы" жасушалық инженерия лабораториясының бас ғылыми қызметкері, 142132, Дубровицы кенті, Мәскеу облысы, тел. +79161464110, e-mail: ahmed.abilov@mail.ru.

Дунин Михаил Иванович – биология ғылымдарының кандидаты, ФГБНУ ВНИИ тұқымды ауыл шаруашылығы жануарларын өсіру биологиясы бөлімінің аға ғылыми қызметкері, 141212, п. Лесные Поляны, Мәскеу облысы, тел. +7 9263674948, e-mail: ob-vniiplem@yandex.ru.

Шеметюк Сергей Александрович – "академик Л. К. Эрнст атындағы ВИЖ - Федералдық мал шаруашылығы ғылыми орталығы" ізденушісі, 142132, Дубровицы кенті, Мәскеу облысы, тел. +79161464110, e-mail: ahmed.abilov@mail.ru.