

УДК 612.015.348:636.2

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-349-5-30-35>

Краткий обзор/Brief review

**Абилов А.И.¹,
Ивасюк А.П.²,
Новгородова И.П.¹**¹ ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (ФГБНУ
Федеральный исследовательский центр
животноводства – ВИЖ имени академика
Л.К. Эрнста)² АО «Невское», 142132, МО, г. Подольск,
п. Дубровицы д. 60
E-mail: ahmed.abilov@mail.ru,
novg-inna2005@yandex.ru**Ключевые слова:** быки-производители,
голштинская порода, возраст, происхождение,
микроэлементы, макроэлементы,
регион**Для цитирования:** Абилов А.И., Ивасюк А.П., Новгородова И.П. Минеральный обмен у быков-производителей в условиях Ленинградской области. Аграрная наука. 2021; 349 (5): 30–35.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-349-5-52-60>**Конфликт интересов отсутствует****Ahmed Im. Abilov¹,
Anna P. Ivasuk²,
Inna P. Novgorodova¹**¹ Federal Research Center for Animal
Husbandry named after L.K. Ernst² АО «Невское»**Key words:** bulls-producers, Holstein breed,
age, origin, trace elements, macronutrients,
region**For citation:** Abilov A.I., Ivasuk A.P.,
Novgorodova I.P. Mineral exchange in bulls-
producers in the conditions of the Leningrad
region. Agrarian Science. 2021; 349 (5):
30–35. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-349-5-30-35>**There is no conflict of interests**

Минеральный обмен у быков-производителей в условиях Ленинградской области

РЕЗЮМЕ

Данная работа посвящена проведению общего мониторинга по минеральному обмену у быков-производителей голштинской породы ($n = 50$) черно-пестрой масти в условиях Ленинградской области. Был изучен минеральный обмен быков в зависимости от селекции (американской ($n = 7$), российской ($n = 11$) и европейской (Нидерланды) ($n = 32$)) в возрастном диапазоне от 2 до 5,5 лет. Были изучены такие показатели, как кальций, фосфор, магний, железо, щелочная фосфатаза, медь и цинк с использованием биохимического анализатора Chem Well 2902 (Awareness Technology, США) и атомно-абсорбционного спектрометра «Квант-2А». Выяснено, что изученные показатели по содержанию минералов в сыворотке крови находятся в основном на уровне референтных значений. Имеются достоверные отличия у быков российской и европейской селекции ($P < 0,001$). Выше референтных значений отмечены концентрации фосфора у молодых, магния у всех возрастных групп, что влияло на соотношение изменения отношения кальция и фосфора на высокодостоверном уровне ($P < 0,001$). Также был отмечен дефицит меди у быков-производителей российского и европейского происхождения (9,52 мкмоль/л и 8,35 мкмоль/л против 9,81 мкмоль/л и 19,888 мкмоль/л в норме). Сравнительно низкий уровень отмечен у быков в более молодом возрасте (до 24 месяцев — 6,33 мкмоль/л); профицит цинка у взрослых быков свыше 37 месяцев — 59,2–62,4 мкмоль/л против 53,05 мкмоль/л в норме. Считаем, что необходим постоянный контроль минерального обмена у быков-производителей не только с учетом происхождения и возраста, но и индивидуального состояния.

Mineral exchange in bulls-producers in the conditions of the Leningrad region

ABSTRACT

This work is devoted to the general monitoring of mineral exchange in Holstein bulls-producers ($n = 50$) of black-and-white color in the conditions of the Leningrad region. The mineral exchange of bulls was studied depending on the selection (American ($n = 7$), Russian ($n = 11$) and European (Netherlands) ($n = 32$)) in the age range from 2 to 5.5 years. Such parameters as calcium, phosphorus, magnesium, iron, alkaline phosphatase, copper and zinc were studied using a biochemical analyzer Chem Well 2902 (Awareness Technology, USA) and an atomic absorption spectrometer "Kvant-2A". It was found that the studied indicators for the content of minerals in blood serum are mainly at the level of reference values. There are significant differences in the bulls of Russian and European breeding ($P < 0.001$). Above the reference values concentrations of phosphorus were noted in young bulls, magnesium in all age groups, which affected the ratio of changes in the ratio of calcium and phosphorus at a highly reliable level ($P < 0.001$). There was also a shortage of copper in bulls of Russian and European origin (9.52 mmol/l and 8.35 mmol/l versus 9.81 mmol/l and 19.888 mmol/l in the norm). A relatively low level was observed in bulls of younger age (up to 24 months — of 6.33 mmol/l), and a zinc surplus in adult bulls over 37 months — of 59.2–62.4 mmol/l against 53.05 mmol/l the norm. We believe that it is necessary to constantly monitor the mineral metabolism of breeding bulls, not only taking into account their origin and age, but also their individual condition.

Поступила: 29 апреля
После доработки: 30 мая
Принята к публикации: 30 маяReceived: 29 April
Revised: 30 May
Accepted: 30 May

Введение

Современный уровень молочного животноводства в настоящее время развивается очень высокими темпами по всем селекционно-генетическим направлениям. Голштинская порода в молочном скотоводстве занимает ведущую роль. Имеются данные о том, что у большинства быков-производителей матери, матери матерей и матери отцов имеют молочную продуктивность более чем 25–30 тысяч литров молока за одну лактацию и это означает, что порода создана для производства молока, отвечающего высоким технологиям. Однако при такой интенсивной технологии и селекции часто возникают проблемы, которые необходимо решать. Одной из важных проблем является обеспеченность организма минералами в соответствующих концентрациях, чтобы обеспечить повседневную физиологическую потребность организма вне зависимости от пола [1].

Известно, что в организме животных имеется более 15 наиболее значимых микроэлементов: железо, йод, медь, цинк, кобальт, селен, марганец, хром, никель, ванадий, молибден, фтор, литий, кремний, мышьяк, которые входят в состав клетки, белков, ферментов и гормонов, участвуют в их синтезе, оказывая антиоксидантный эффект, а также влияют на общебиологическое и иммунологическое состояние организма в различных его звеньях [2–3]. Кроме того, основополагающими для строения и функционирования организма в целом являются многочисленные макроэлементы, витамины и другие составы, от которых зависят все обменные процессы, и соотношения Ca, P, Mg, хлоридов, регулирующих основные физиологические процессы.

Роль кальция в организме заключается в том, что он необходим в составе костей (опорных тканей) и активных форм в составе клетки для всех жизненно важных физиологических функций организма. В организме из минералов около 70–75% составляет Ca и P, и из них 90–99% Ca и 80–87% P входит в состав скелета. Дефицит этих двух элементов вызывает огромный ущерб в животноводстве в той или иной форме.

Обменные процессы в организме с участием минералов могут быть нарушены не только при дефиците, но и при избытке многих элементов [4]. Например, по данным С.Г. Кузнецова (2011) [4], избыток фосфора приводит к снижению концентрации магния, что часто встречается при высококонцентратном типе кормления.

В то же время магний находится в связанной форме с фосфатами, а также служит для нормализации нервной системы и как активатор участвует в составе многих ферментов, активизируя своими ионами ферменты фосфатазу, пептидазу и другие [5].

Снижение уровня магния в организме наращивает дегенеративные и некротические процессы в почках, увеличивает уровень кальция в стенках крупных сосудов, нарушает биоритм выделения гормонов [6]. Причинами дефицита магния могут быть несбалансированность рационов, голодание, повышенное содержание в рационе фосфорсодержащих кормов [2].

Цинк в организме является основным микроэлементом, влияющим на рост и развитие, воспроизводство, продуктивность и т.д. Считается, что о его наличии в передней доле гипофиза можно судить по выработке гонадотропинов, контролирующей функцию половых желез. Его недостаток вызывает нарушение сперматогенеза, органически нарушая структуры семенных канальцев, в результате чего нарушается уровень тестостерона с возможностью атрофии семенников.

А.А. Алиев (1999) [7] указывает на то, что цинк является важным компонентом секрета предстательной железы, которая участвует в активации подвижности сперматозоидов в эякуляте [8].

Увеличение кальция в организме способствует росту потребности животного в цинке. Кроме того, цинк имеет антиоксидантную функцию и таким образом служит как иммуномодулятор, действующий на Т-клеточную систему иммунитета [7].

Одним из важных минералов в организме животных является железо и его соединения. Железо необходимо и незаменимо в кроветворении, оно входит в состав гемоглобина и является одним из важных компонентов в окислительно-восстановительных реакциях организма. Оно также участвует в обеспечении иммунного ответа организма организма и метаболизме холестерина. Его дефицит или избыток отрицательно действуют на различные функции организма.

Избыток железа вызывает нарушения работы желудочно-кишечного тракта, печени, угнетает клеточный и гуморальный иммунный ответ и способствует высокому риску развития инфекций различного происхождения в организме.

Учитывая, что железо и кальций могут быть антагонистами в процессе усвоения, рекомендуется использовать их отдельно, чтобы уменьшить побочные явления и увеличить биодоступность [9]. Есть информация о том, что для усвоения железа в организме лучше использовать препараты цинка и кальция, которые способствуют этому процессу, в то же время показано, что фосфорсодержащие препараты препятствуют усвоению железа, такие же отрицательные функции могут проявиться и при гиповитаминозе А. Витамины группы B₁₂ и С помогают усвоению данного минерала и в свою очередь избыток железа препятствует усвоению кальция и цинка организмом [10].

В.Т. Самохин (2003) [11] отмечает, что все минералы, находящиеся в физиологически нормальном состоянии организма животного, при их дефиците могут влиять на все жизненно важные функции (снижение мясной, шерстной, молочной продуктивности, расстройства пищеварения). Это, в свою очередь, может отрицательно повлиять на воспроизводство в целом.

В.Е. Улитко и другие (2004) [12] показывают, что дефицит одного или нескольких минералов в организме способствует отклонениям в нормальном функционировании гормональной системы и снижению синтеза гормонов, таким образом, нарушению всего процесса размножения.

Избыток хлоридов негативно отражается на качестве семени после оттаивания и его выживаемости, так как происходит нарушение электролитного равновесия в половых клетках.

Щелочная фосфатаза является одним из признаков нарушения кальций-фосфорного обмена, приводящим к остеомалации и в связи с этим в Германии щелочная фосфатаза используется как индикатор для оценки соотношения кальция и фосфора, а также витамина Д в организме [8].

К.В. Племяшов (2010) [13], изучая все эти отклонения в кормлении и содержании животных указывает, что все эти нарушения сказываются на всем обменном процессе организма, снижают общую резистентность, вызывая вторичный иммунодефицит и вследствие этого нарушают воспроизводительную систему и повышают количество заболеваний гинекологического характера, которые иногда приводят к уровню бесплодия животных

80–90%. Такие отклонения могут вызывать различного рода заболевания андрологического характера [14].

Установлено, что у высокопродуктивных животных чистопородных линий выявляются нежелательные качества — изнеженность, повышенная стрессочувствительность, патологические реагирования даже на незначительные неблагоприятные воздействия внешней среды. Они чувствительны даже к незначительным нарушениям кормления и условий содержания и реагируют на это более выраженными нарушениями обмена веществ, затрагивающими иммунный статус животного. Все это приводит к снижению продуктивных, репродуктивных качеств и преждевременной выбраковке животных, что влечет большой экономический ущерб [15–16].

Однако не всегда удается выяснить истинные причины снижения качественных характеристик спермы. Известно, что любая несбалансированность рациона по питательности в сторону недостатка или избытка того или иного компонента отрицательно влияет на все этапы сперматогенеза: деление сперматогенного эпителия, формирование и созревание сперматозоидов, биохимический состав секретов добавочных половых желез, целостность гаметотестикулярного барьера. В этом плане алиментарный фактор оказывает значительное влияние на воспроизводительные способности быков-производителей [14].

Таким образом, краткий обзор по макро- и микроэлементам в крови организма показывает их незаменимую роль и востребованность, что дает основание считать актуальным проведение общего мониторинга по минеральному обмену у современных, высокопродуктивных быков-производителей голштинских пород в условиях Ленинградской области и выяснить, имеется ли отличие от референтных значений этих показателей в разных возрастных группах и при разном происхождении.

Цель исследований — провести общий мониторинг по минеральному обмену быков-производителей голштинской породы в зависимости от страны происхождения и возраста в условиях Ленинградской области.

Методика

Работа выполнена в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в период 2018–2019 гг. на базе АО «Невское» Ленинградской области. Для опыта были использованы быки-производители голштинской породы российской, европейской и американской селекции в возрасте 2,0–5,5 лет в количестве 50 голов. Из них 11 российские быки, 7 голов — из США и 32 быка европейской селекции (Нидерланды). Взятие крови для анализа минерального состояния быков-производителей осуществляли непосредственно на скотных дворах после взятия семени и перед кормлением животных, согласно плану ветеринарно-санитарной диспансеризации.

Кальций, фосфор, магний, железо и щелочную фосфатазу определяли в сыворотке крови на анализаторе Chem Well 2902 (Awateneess Technology, США), медь, цинк в цельной крови на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-2А».

Исследования проводили в зависимости от происхождения быков-производителей и от их возраста. Кормление, содержание, эксплуатацию быков и все регламенты, предусматриваемые в этом плане, осуществлялись согласно Национальной технологии взятия и использования семени племенных быков-производителей [17].

Полученные данные обработаны статистически на персональном компьютере с использованием программы Excel с подтверждением достоверности по критерию t-Стьюдента ($M+m$, P , вариабельность, min-max).

Результаты

Нами был проведен биохимический мониторинг быков-производителей по минеральному обмену в организме животных. Анализ показателей по содержанию макроэлементов и щелочной фосфатазы в зависимости от страны происхождения быков представлены в таблице 1.

Анализ таблицы 1 по содержанию макроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей в зависимости от страны происхождения показал, что несмотря на то, что селекция по голштинам велась в разных климато-географических условиях и разных континентах земного шара, между показателями существенной разницы не обнаружено, кроме концентрации фосфора у быков-производителей европейской (Нидерланды) селекции. Данный показатель немного (1,4%) превосходил наивысшие показатели по норме. Необходимо отметить, что вне зависимости от происхождения у всех исследованных быков отмечен повышенный уровень концентрации магния в сыворотке крови, который был на 13–14% выше нормы. Между группами данные были почти одинаковыми и варьировали между 1,51 ммоль/л и 1,53 ммоль/л при норме 1,34 ммоль/л.

Вариабельность по содержанию изучаемых нами макроэлементов в сыворотке крови показала несколько иную картину. Несмотря на то, что средние показатели макроэлементов в сыворотке крови у всех быков вне зависимости от происхождения находились в рамках референтных значений по вариабельности, картина была иная по содержанию фосфора: максимальные показатели, превышающие максимум по референтному значению, отмечены у быков российской селекции — на 21%, американской — на 17% и нидерландской — на 30%. Это влияло на отклонение соотношений Ca:P. Минимальное значение соотношения составило у быков из РФ 0,74 единицы, из США — 0,70 единиц и из Нидерландов — 0,70 единиц.

Таблица 1. Содержание минералов в сыворотке крови у быков-производителей

Table 1. Mineral content in blood serum of breeding bulls

Происхождение быков, страна	Кол-во быков, л	Ca, ммоль/л	P, ммоль/л	Ca/P, единиц	Щелочная фосфатаза, МЕ/л	Mg, ммоль/л	Cl, ммоль/л
Россия	11	2,58±0,03	2,86±0,08	0,91±0,02	111,72±13,37	1,53±0,03	108,93±0,98
США	7	2,53±0,05	2,80±0,15	0,92±0,06	38,23±7,05*	1,51±0,05	107,55±1,58
Нидерланды	32	2,54±0,06	2,95±0,08	0,90±0,02	88,50±5,29*	1,53±0,02	106,28±0,81
норма	–	2,06–3,16	1,13–2,91	0,82–2,39	31–163	0,75–1,34	90–108

Примечание: * $P < 0,001$

Таблица 2. Содержание макроэлементов и щелочной фосфатазы в сыворотке крови у быков-производителей (M+m)

Table 2. The content of macronutrients and alkaline phosphatase in the blood serum of breeding bulls (M+m)

Группа	Возраст быков, мес.	Кол-во быков, л	Са, ммоль/л	Р, ммоль/л	Са/Р, единиц	Щелочная фосфатаза, МЕ/л	Mg, ммоль/л	Cl, ммоль/л
I	до 24	5	2,66±0,06	3,08±0,12	0,87±0,04***	162,19±10,17	1,63±0,07	105,76±1,99
II	25–36	16	2,61±0,02	2,99±0,09	0,88±0,02***	92,40±5,43	1,53±0,02	108,31±1,17
III	37–48	19	2,58±0,03	2,89±0,11	0,92±0,04***	78,27±6,61	1,45±0,05	106,38±0,90
IV	49–66	10	2,54±0,04	2,76±0,11	0,94±0,04***	55,21±10,58	1,40±0,11	107,16±1,45

Примечание: *** $P < 0,001$

дов — 0,69 единиц при норме 0,82 и выше. Снижение по сравнению с нормативными значениями составило 10, 15 и 16% соответственно. Нарушение кальций-фосфорного соотношения способствовало отклонениям и по щелочной фосфатазе: у быков-производителей из США минимальные значения были ниже нормы в несколько раз и составляли 7,42 МЕ/л против 31,00 МЕ/л в норме. У быков европейской селекции, наоборот, наивысшие значения были на 4,6% выше нормы и составили 170,55 МЕ/л вместо 163,0 МЕ/л в норме.

В отличие от предыдущих макроэлементов, содержание магния в сыворотке крови у быков-производителей и по минимальным, и по максимальным значениям было намного выше нормы составило 1,38–1,78 ммоль/л при норме 0,75–1,34 ммоль/л. Это на 32–33% выше нормы у быков-производителей вне зависимости от страны происхождения. Повышенный уровень содержания хлоридов также был отмечен у быков всех групп: он превышал максимум нормы более чем на 6%.

Анализ вышеуказанных параметров в зависимости от происхождения быков-производителей навел на мысль проводить анализ у быков в зависимости от возраста с целью определения наличия отклонений по макроэлементам. В этом плане всех быков условно разделили на четыре группы. Первая группа — молодые быки до двух лет, вторая — от 2 до 3 лет, третья — от 3 до 4 лет и четвертая — быки-производители старше 4-летнего возраста.

Анализ содержания макроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей в зависимости от возраста представлен в таблице 2. Анализ данных таблицы 2 показывает, что возраст влияет на содержание фосфора и магния в сыворотке крови у быков-производителей. Чем моложе бык, тем выше концентрация фосфора и магния. Содержание фосфора у быков-производителей, которые только начали эксплуатироваться, было выше нормы на 6% и составило 3,08 ммоль/л против 2,91 ммоль/л в норме; в возрасте от 25–36 месяцев — на 3% и 2,99 против 2,91 в норме. У других возрастных групп отклонения не зафиксированы. По содержанию магния выше нормы разница в первой группе составила 22%, во второй — 14,2%, третьей — 8,2% и в четвертой — 4,5%, то есть 1,63; 1,53; 1,45 и 1,40 против 1,34 ммоль/л соответственно.

Остальные показатели были почти в пределах допустимых вариаций. Вариабельность макроэлементов (min-max) в сыворотке крови у быков-производителей в зависимости от возраста по содержанию фосфора в норме составляет максимум 2,91 ммоль/л, в то же время фактически максимальные значения данного показателя по всем изученным группам имели концентрации больше: 3,53 ммоль/л; 3,73 ммоль/л; 3,94 ммоль/л и 3,42 ммоль/л соответственно. Уровень профицита

фосфора в зависимости от групп влиял на соотношение кальция и фосфора. Отклонения были зафиксированы по минимальному показателю, и у некоторых особей констатировали дефицитное состояние, которое варьировало между 0,67 и 0,74 единиц в зависимости от группы, где норма начинается с 0,82 единиц от минимума. Это означает, что среди быков-производителей во всех группах имеются индивидуумы, у которых был нарушен фосфорно-кальциевый обмен. Этот показатель по всей вероятности ожидаемый из-за концентратного типа кормления быков-производителей у всех племпредприятий, которые стараются достичь высоких результатов по спермопродукции, включают в рацион больше белков. Содержание магния во всех группах без исключения повышено в сравнении с референтными значениями и составляет 1,37–1,83 ммоль/л в зависимости от возрастных групп при норме 0,75–1,34 ммоль/л. Это тоже ожидаемо, так как при концентратном типе кормления магний всегда превышает норму. Аналогичные данные получены также по содержанию хлоридов в сыворотке крови: по максимальному значению оно находилось на уровне 110,6–115,02 в зависимости от возраста. Нормативные диапазоны хлоридов должны находиться на уровне 108 ммоль/л по максимальному значению.

Учитывая, что помимо макроэлементов очень важными являются для нормального функционирования организма в целом и микроэлементы, нами был проведен мониторинг по содержанию микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей. Микроэлементы входят в состав ферментов, витаминов и других соединений, необходимых для нормального прохождения обменных процессов (таблица 3). Из таблицы 3 видно, что по содержанию железа в сыворотке крови имеются по всем группам нормативные концентрации, которые находятся на уровне 26,7–28,1 мкмоль/л при норме 12,9–37,1 мкмоль/л. Это означает, что организм полностью обеспечен микроэлементом Fe, который участвует в различных биологических структурах функционирования и обменных процессах.

Однако отмечены среднестатистические низкие показатели по меди в сравнении с референтными значениями. Сравнительно низкий уровень меди в сыворотке крови был выявлен у быков-производителей европейской селекции (Нидерланды) — 8,35±0,64 мкмоль/л и у быков российской селекции — 9,52±0,98 мкмоль/л против 9,81–19,88 мкмоль/л в норме.

Выше нормы также было отмечено содержание цинка в сыворотке крови у быков-производителей российского происхождения, оно составило 68,59±19,96 мкмоль/л против 16,34–63,05 мкмоль/л в норме. Учитывая, что цинк — один из активных участников в процессе сперматогенеза и играет важную роль для андрологи-

Таблица 3. Содержание микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей (M+m) в зависимости от страны происхождения

Table 3. The content of trace elements in the blood serum of breeding bulls (M+m), depending on the country of origin

Происхождение быков, страна	Кол-во быков, л	Fe, мкмоль/л	Cu, мкмоль/л	Zn, мкмоль/л
Россия	11	28,09±1,44	9,52±0,90	68,59±19,96
США	7	26,71±1,66	10,57±1,81	54,06±11,62
Нидерланды	32	26,80±0,98	8,35±0,64	43,74±6,00
Норма	–	12,9–37,1	9,81–19,88	16,34–63,05

Таблица 4. Содержание микроэлементов в сыворотке крови у быков-производителей в зависимости от возраста

Table 4. The content of trace elements in the blood serum of breeding bulls, depending on age

Возраст быков, мес.	Кол-во быков, л	Fe, мкмоль/л	Cu, мкмоль/л	Zn, мкмоль/л
до 24	5	27,44±2,59	6,33±1,11	31,09±18,27
25–36	16	24,73±1,54	8,87±0,86	34,88±5,43
37–48	19	27,49±1,30	8,75±1,19	59,19±18,46
49–66	10	27,85±2,23	10,65±1,25	62,44±13,12
Норма	–	12,9–37,1	9,81–19,88	16,34–63,05

ческого статуса быка-производителя можно предположить возможность его негативного влияния на воспроизводительные способности. Все быки-производители вне зависимости от страны происхождения находились в аналогичных технологических режимах и их эксплуатация проходила с одинаковым графиком и в связи с этим считаем, что существует необходимость изучения их селекционного уровня и причин повышения этого элемента в крови. У остальных быков-производителей никаких отклонений по среднестатистическим показателям не зарегистрировано.

Так как только у быков российского происхождения имелись нарушения по содержанию цинка, а также меди, мы считали необходимым провести анализ вариативности данных показателей. По всем показателям микроэлементного состояния в организме быков-производителей имела место вариативность. У быков европейской селекции (Нидерланды) по содержанию железа отмечены отклонения по наивысшему показателю (43,70 против 37,7). По содержанию меди вне зависимости от страны происхождения у всех групп быков-производителей отмечены индивидуальные быки, которые имели отклонения по низкому уровню нормы, т.е. если самый низкий уровень содержания меди предусматривается 9,81 мкмоль/л, фактически был зарегистрирован уровень меди у быков российского происхождения 6,02 мкмоль/л, у быков из США — 3,84 мкмоль/л и у быков из Нидерландов — 2,54 мкмоль/л.

По содержанию цинка у всех групп отмечены отклонения по наивысшим показателям на уровне 63,05 мкмоль/л. Зафиксированы нарушения на уровне 68,5 мкмоль/л у быков российского происхождения, 109,72 мкмоль/л — у быков из Америки и 129,88 мкмоль/л — у быков-производителей европейской селекции. Учитывая, что каждый бык индивидуален и имеет определенные селекционно-генетические преимуще-

ства, считаем, что необходим системный контроль и периодический мониторинг для дальнейшего сбалансированного рациона обеспечения организма микроэлементами.

Учитывая, что быки-производители были в разных возрастных категориях, мы проводили биохимический мониторинг у быков по обеспеченности их организма изучаемыми нами микроэлементами в зависимости от их возраста (таблица 4).

Из таблицы 4 видно, что у всех быков-производителей, находящихся в возрастном диапазоне 24–48 месяцев, содержание меди в сыворотке крови находится ниже нормы и варьирует между 6,33±1,11 и 8,75±1,19 мкмоль/л против нормы 9,81–19,88 мкмоль/л. Только у быков старше 5-летнего возраста (49–66 месяцев) содержание меди находится в пределах нормативного значения и составляет 10,65±1,25 мкмоль/л. В то же время, по содержанию цинка в организме у быков-производителей отмечены нарушения с повышением нормы, начиная с возраста 37–66 месяцев, которые составили 59,19 мкмоль/л

и 62,44 мкмоль/л против 16,34–63,05 мкмоль/л в норме. Железо во всех возрастных группах находилось в пределах нормы и варьировало между 24,7–27,8 мкмоль/л в зависимости от возраста при норме 12,9–37,1 мкмоль/л.

Вариативность по содержанию микроэлементов в сыворотке крови в зависимости от возраста показала, что между быками в индивидуальном плане имеются отклонения по всем изучаемым нами показателям. С увеличением возраста имеются нарушения по концентрации железа. В возрасте 37–48 месяцев у этих быков наивысшие показатели находились на уровне 41,66 мкмоль/л, в возрасте 49–66 месяцев — 43,70 мкмоль/л, в то же время по референтным значениям данный показатель не должен превышать 37,1 мкмоль/л. Медь, наоборот, во всех возрастных группах по минимальному значению вариативности была несколько ниже, чем предусмотрено по норме, и находилась между 2,54–3,90 мкмоль/л в зависимости от возраста против 9,81 мкмоль/л. По содержанию цинка у всех возрастных групп без исключения отмечены нарушения по максимально допустимым значениям данного показателя, которые варьировали в зависимости от возраста от 96,15 до 253,18 мкмоль/л в разных группах.

Выводы

Полученные данные дают основание предполагать необходимость постоянного контроля биохимического состояния быков-производителей и своевременной корректировки рациона по обеспеченности организма макро- и микроэлементами в той или иной степени. На наш взгляд, именно по мониторингу биохимического состава крови у быков-производителей среднестатистические показатели необходимо считать нормальными, если они по минимуму и по максимуму находятся в пределах референтных значений.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Абилов А.И., Племяшов К.В., Комбарова Н.А., Пыжова Е.А., Решетникова Н.М. Некоторые аспекты воспроизводства крупного рогатого скота. СПб.: *Проспект Науки*. 2019. 304 с. [Abilov A.I., Plemyashov K.V., Kombarova N.A., Pyzhova E.A., Reshetnikova N.M. Nekotory'e aspekty' vosproizvodstva krupnogo rogatogo skota. SPb.: *Prospekt Nauki*. 2019. 304 p. (In Russ.).]
2. Коровина Н.А., Подзолкова Н.М., Захарова И.Н. и др. Особенности питания беременных и женщин в период лактации. М. 2004. 64 с. [Korovina N.A., Podzolkova N.M., Zakhara I.N. et al. Osobennosti pitaniya beremenny'x i zhenshin v period laktatsii. M. 2004. 64 p. (In Russ.).]
3. Hermann W. The importance of hyperhomocysteinemia as a risk factor diseases: an over view CC in Chem Lab. Med. 2001; 39(8): 666-674.
4. Кузнецов С.Г., Заболотнов Л.А., Баранов И.А., Матющенко П.В. Рекомендации по воспроизводству КРС. Боровск: ЗАО «Витасоль». 2011. 34 с. [Kuznecov S.G., Zabolotnov L.A., Baranov I.A., Matyushenko P.V. Rekomendatsii po vosproizvodstvu KRS. Borovsk: ЗАО «Vitasol'». 2011. 34 p. (In Russ.).]
5. Георгиевский В.И., Аненков Б.И., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: *Колос*. 1979. 471 с. [Georgievskij V.I., Anenkov B.I., Samoxin V.T. Mineral'noe pitanie zhivotny'x. M.: *Kolos*. 1979. 471 p. (In Russ.).]
6. Златопольский Э. Патфизиология Mg, Ca, P в кн.: *Почки и гомеостаз в норме и при патологии*. Клар С. (ред.) М. 1987. с. 217-288. [Zlatopol'skij E. Patofiziologiya Mg, Ca, P. In: *Pochki i gomeostaz v norme i pri patologii*. Klar S. (Red.) M. 1987. p. 217-288 (In Russ.).]
7. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. Монография. М. 1997. 419 с. [Aliyev A.A. Obmen veshhestv u zhvachny'x zhivotny'x. Monografiya. M. 1997. 419 p. (In Russ.).]
8. Hambidge K.M., Casey C.E., Krebs N.F. Trace elements in Human and Animal Nutrition. Ed. W. Mertz. 1986; 2: 1-15.
9. Ahn E., Kapur B., Koren G. Iron bioavailability in prenatal multivitamin supplements with separated and combined iron and calcium. *Journal of obstetrics and gynaecology*. 2004; 26 (9): 809-813.
10. www.smed.ru/guides
11. Самохин В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. Воронеж. 2003. 135 с. [Samoxin V.T. Profilaktika narushenij obmena mikroelementov u zhivotny'x. Voronezh. 2003. 135 p. (In Russ.).]
12. Улитко В.Е., Любин Н.А. Козлов В.В., Ахметова .ВВ. Воспроизводительная способность коров при оптимизации их рационов цеолитсодержащей добавкой. В кн.: *Роль и значение метода искусственного осеменения с.-х. животных в про-*

грессе животноводства XX и XXI вв. Мат. междун. науч.- конф. к 100-летию со дня рождения ак. В.К. Милованова и проф. И.И. Соколовской. *Дубровицы*. 2004. С. 283-286. [Ulit'ko V.E., Lyubin N.A., Kozlov V.V., Aхmetova V.V. Vosproizvoditel'naya sposobnost' korov pri optimizatsii ix racionov ceolitsoderzhashhej dobavkoj. In: *Ro'l' i znachenie metoda iskusstvennogo osemeneniya s.-x. zhivotny'x v progresse zhivotnovodstva XX i XXI vv.* Mat. mezhdun. nauch.- konf. k 100-letiyu so dnya rozhdeniya ak. V.K. Milovanova i prof. I.I. Sokolovskoj. *Dubrovicy*. 2004. p. 283-286. (In Russ.).]

13. Племяшов К.В. Воспроизводительная функция у высокопродуктивных коров при нарушении обмена веществ и ее коррекция. Автореф. дис. ... д-ра вет. наук (06.02.06). СПбГАВ, Санкт-Петербург. 2010. 49 с. [Plemyashov K.V. Vosproizvoditel'naya funktsiya u vy'sokoproduktivny'x korov pri narushenii obmena veshhestv i ee korrektsiya. Avtoref. dis. ... d-ra vet. nauk (06.02.06). SPBGAV, Sankt-Peterburg. 2010. 49 p. (In Russ.).]

14. Абилов А.И., Дуниев М.И., Боголюбова Н.В., Зарипов Ф.Р., Сейдахметов Б.С., Пыжова Е.А. Минеральный обмен у быков-производителей молочных пород после длительного зимнего периода эксплуатации. *Зоотехния*. 2021; 2: 20-25 [Abilov A.I., Dunin M.I., Bogolyubova N.V., Zaripov F.R., Sejdaxmetov B.S., Pyzhova E.A. Mineral'ny' obmen u by'kov-proizvoditelej molochny'x porod posle dlitel'nogo zimnego perioda e'kspluatatsii. *Zootexniya*. 2021; 2: 20-25 (In Russ.).]

15. Калужный И.И., Баринев Н.Д., Смольянинов А.Г. Клинико-лабораторная диагностика болезней обмена веществ у молочных коров. *Ветеринарная медицина. Современные проблемы и перспективы развития*. Саратов. 2010; 194-199 [Kalyuzhny'j I.I., Barinov N.D., Smol'yaninov A.G. Kliniko-laboratornaya diagnostika boleznej obmena veshhestv u molochny'x korov. *Veterinarnaya medicina. Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya*. Saratov. 2010; 194-199 (In Russ.).]

16. Селиверстов В.В., Шахов Ф.Г. Коррекция эколого-адапционной теории возникновения, развития и защиты здоровья животных в сельскохозяйственном производстве. М. 2000. 18 п. [Seliverstov V.V., Shaxov F.G. Korrektsiya e'kologo-adaptatsionnoj teorii vozniknoveniya, razvitiya i zashchity zdorov'ya zhivotny'x u sel'skoxozyajstvennom proizvodstve. M. 2000. 18 p. (In Russ.).]

17. Абилов А.И., Решетникова Н.М. Национальная технология замораживания и использования спермы племенных быков-производителей. Под общей редакцией Абилова А.И., Решетниковой Н.М. М. 2008. 160 с. [Abilov A.I., Reshetnikova N.M. Nacional'naya tekhnologiya zamorazhivaniya i ispol'zovaniya spermy plemenny'x by'kov-proizvoditelej (Pod obshhej redaktsiej Abilova A.I., Reshetnikovoj N.M. M. 2008. 160 p. (In Russ.).]

ОБ АВТОРАХ:

Абилов Ахмедага Имаш оглы, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

Ивасюк Анна Петровна, директор АО «Невское»

Новгородова Инна Петровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста

ABOUT THE AUTHORS:

Abilov Ahmedaga Imash ogly, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Cell Engineering of Federal Research Center for Animal Husbandry named after L.K. Ernst

Ivasyuk Anna Petrovna, director of AO «Nevskoe»

Novgorodova Inna Petrovna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Cell Engineering, Federal Research Center for Animal Husbandry named after L.K. Ernst