

УДК 612.015.3:636.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85

А.И. Абилов¹, ✉
И.П. Новгородова¹,
Я.А. Билас²

¹ Федеральный исследовательский центр животноводства им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Российская Федерация

² ООО «Пермское» по племенной работе», д. Песьянка, Пермский край, Российская Федерация

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Поступила в редакцию:
19.05.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Мониторинг биохимического статуса быков-производителей

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Вопрос изучения процессов обмена веществ является актуальным не только для коров, но и для быков-производителей, поскольку позволяет выявлять различные заболевания на ранних стадиях. Работа посвящена изучению биоэлементного состояния быков-производителей после длительного зимнего периода эксплуатации на раннем этапе весеннего сезона в условиях Пермского края.

Методы. Исследования проведены на 25 быках-производителях голштинской породы черно-пестрой масти, возраст которых варьировал от 2 до 10 лет. Был изучен белково-липидный, минеральный обмен и ферментативная активность организма животных.

Результаты. Выявлено, что превышение нормы имелось только по содержанию билирубина — на уровне 16%. Установлено, что среди животных были особи, имевшие наивысшие индивидуальные показатели по некоторым позициям. В группе животных с уровнем нормальных и повышенных концентраций билирубина выявлено отличие разницы по щелочной фосфатазе на 23,0%, соотношению А/Г — на 11,0%, по общему белку и глобулину — на 4,5 и 8,3% соответственно. Исследования животных с учетом содержания щелочной фосфатазы в сыворотке крови у быков-производителей в норме и выше нормативных значений показали, что ее концентрация имеет существенную роль (при $P < 0,001$). У молодых быков (30 мес.) этот показатель был статистически достоверным и его значения были выше, чем у животных 5 лет и старше. Стоит также отметить, что у взрослых быков уровень общего билирубина был повышен на 25%, разница в соотношении А/Г между группами животных составила 30,0%, общего белка — 12,0%, глобулина — 12,4% и альбумина — 15,4%. С учетом проведенных исследований можно сказать, что необходимо проводить биохимический мониторинг всего поголовья стада.

Ключевые слова: биоэлементное состояние, длительный зимний период, щелочная фосфатаза, концентрация билирубина, быки-производители

Для цитирования: Абилов А.И., Новгородова И.П., Билас Я.А. Мониторинг биохимического статуса быков-производителей после длительного зимнего периода эксплуатации в условиях Пермского края. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85>

© Абилов А.И., Новгородова И.П., Билас Я.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85

Ahmed I. Abilov¹, ✉
Inna P. Novgorodova¹,
Yana A. Bilas²

¹ L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Podolsk Municipal District, Russian Federation

² "Permskoe" for breeding work", village Pesyanka, Perm Territory, Russian Federation

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Received by the editorial office:
19.05.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Monitoring of the biochemical status of breeding bulls

ABSTRACT

Relevance. The issue of studying metabolic processes is relevant not only for cows, but also for breeding bulls, due to the fact that it allows to identify various diseases in the early stages. The work is devoted to the study of the bioelemental state of breeding bulls after a long winter period of operation at an early stage of the spring season in the conditions of the Perm Territory

Methods. The studies were carried out on 25 breeding bulls of the Holstein breed of black-and-white color, whose age varied from 2 to 10 years. The protein-lipid, mineral metabolism and enzymatic activity of the animal organism was studied.

Results. It was revealed that only the content of bilirubin had an increased level in relation to the norm — at the level of 16%. It was established that among the animals there were individuals who had the highest individual indicators for some positions. In the group of animals with normal and elevated concentrations of bilirubin, a difference was found in the difference in alkaline phosphatase by 23.0%, the A/G ratio — by 11.0%, in total protein and globulin — by 4.5 and 8.3% respectively. Animal studies, taking into account the content of alkaline phosphatase in the blood serum of breeding bulls in the norm and above the standard values, showed that its concentration plays a significant role (at $P < 0.001$). In young bulls (30 months), this indicator was statistically significant and its values were higher than in animals of 5 years and older. It is also worth noting that in adult bulls the level of total bilirubin was increased by 25%, difference in ratio of A/G between groups of animals was 30.0%, total protein — 12.0%, globulin — 12.4% and albumin — 15.4%. Based on the studies carried out, it can be said that it is necessary to conduct biochemical monitoring of the entire herd.

Key words: bioelemental state, long winter period, alkaline phosphatase, bilirubin concentration, breeding bulls

For citation: Abilov A.I., Novgorodova I.P., Bilas Ya.A. Monitoring of the biochemical status of breeding bulls. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85> (In Russian).

© Abilov A.I., Novgorodova I.P., Bilas Ya.A.

Введение/Introduction

Известно, что ощутимый селекционно-генетический прогресс произошел в молочном животноводстве в последние десятилетия не только в Российской Федерации, но и в развитых по молочному скотоводству странах. Вследствие этого уровень молочной продуктивности коров голштинской породы значительно увеличился. И это, в свою очередь, способствовало интенсификации обменных процессов в организме животных [1].

Исследователям необходимо изучать показатели интенсивности обменных процессов в организме и на основе этого выявлять ранние субклинические отклонения, их течение, чтобы определять их коррекции [2]. В связи с этим необходимо проведение глубоких исследований обменных процессов не только коров и телок, но и у быков-производителей, потому что вместе они дают возможность понять всю суть физиологических процессов в той или иной породе [3, 4].

Изучение белково-липидного обмена в крови у быков-производителей имеет очень большое диагностическое значение для андрологической диспансеризации [5]. Снижение концентрации альбумина в сыворотке крови показывает белковое голодание или нарушение всасывания белков через желудочно-кишечный тракт. Повышение уровней креатинина и мочевины, которые являются продуктом обмена белков, способствует выделению большого количества аммиака, имеющего токсический эффект в организме и вызывающего ухудшение воспроизводства в целом [6, 7].

По содержанию холестерина, который является предшественником более чем 40 эндогенных гормонов, в организме животных можно диагностировать функциональное состояние печени, уровни гормонов надпочечников [8, 9].

Отклонение от физиологической нормы белково-липидного обмена отражает функциональное состояние органов и систем организма и может быть использовано как маркер ранних клинических симптомов метаболического состояния [10–14].

Известно, что минералы участвуют в регуляции основных физиологических процессов организма. Метаболические процессы могут быть нарушены как при недостатке, так и при избытке многих элементов. По данным С.Г. Кузнецова с коллегами (2011), аналогичные или схожие поражения в системе можно обнаружить при недостатке Ca, P, Cu, Mn, Zn, Si, витаминов A и D₃, а также при избытке Mo, F, Sr. Анемию у животных может вызвать недостаток Fe, Cu, Co, а также некоторых витаминов, или избыток в рационах Mn, V, Cu, Pb. Кальций в организме выполняет две основные функции: пассивную — в составе опорной ткани и активную — в составе клеток и тканей для поддержания процессов жизнедеятельности организма [15].

Фосфор участвует во многих биохимических реакциях в организме, является активным переносчиком энергии. Входит в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов и фосфопротеидов [16].

Цинк является основным микроэлементом в организме, при его недостатке развиваются органические нарушения в семенных канальцах, нарушается сперматогенез и др. [17].

Железо незаменимо в процессе кроветворения и внутриклеточного обмена, входит в состав гемоглобина крови, участвует в окислительно-восстановительных реакциях [18].

Необходимо отметить, что дефицит любых минералов в организме животных способствует проявлению

расстройств деятельности эндокринной системы, снижает биосинтез гормонов, необходимых для существования организма, что, в свою очередь, вызывает нарушения воспроизводства [19–23].

Краткий анализ указывает на важность проведения общего биохимического мониторинга крови быков-производителей, позволяющего определить на раннем этапе возможные отклонения в организме для своевременной коррекции и повышения сбалансированности рационов.

Цель исследований — изучить биохимический статус быков-производителей голштинской породы в условиях Пермского края после длительного зимнего периода на основе белково-липидного и минерального обмена и витаминно-ферментативного состояния крови.

Материалы и методы/Materials and methods

Работа выполнена в ФГБУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на базе племпредприятия ООО «Пермское» в 2019–2020 гг. на основе договора о научном сотрудничестве. Объектом исследований являлись быки-производители голштинской породы разного происхождения в возрасте 25–112 месяцев. Всего в опыте использовалось 25 быков-производителей. Для биоэлементного мониторинга от быков-производителей отбирали кровь с использованием вакуумных пробирок в объеме 10 мл сразу после взятия спермы. Были изучены белково-липидный, минеральный обмен, а также содержание каротина и витамина А, ферментативная активность по щелочной фосфатазе, АЛТ, АСТ. Для биоэлементного анализа использовали анализатор «Chem Well-2902» («Awareness Technology», США). Исследования сыворотки крови проводили на биохимическом анализаторе HTI Biohaem SAc с использованием реактивов производства ЗАО «Диакон — ДС» (Россия).

Полученные данные были обработаны статистическими методами с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel». Достоверность определяли с применением t-критерия Стьюдента при $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$, а также вариативности по min-max значениям.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Пермский край граничит с 5 субъектами РФ (Коми, Свердловская область, Башкортостан, Удмуртия и Кировская область). Крайние точки территории края: на севере — 61°39' с. ш., на юге — 56°06' с. ш., на западе — 51°47' в. д., на востоке — 59°39' в. д..

Мы изучали общий биохимический статус крови у быков-производителей с исследованием белково-липидного, минерально-ферментного, витаминного обмена в период опыта (с 1 марта до 30 июня 2019 г.).

Средние показатели ($M + m$), а также вариативности показателей (min – max) по биохимическому состоянию в условиях Пермского края после длительного зимнего периода эксплуатации быков-производителей представлены в таблице 1.

Среди 19 показателей только общий билирубин имел повышенный уровень ($9,45 \pm 1,56$ мкмоль/л, при норме 1,16–8,15 мкмоль/л) — на 16% выше максимального уровня референсного значения.

При глубоком анализе с учетом индивидуальности каждого быка-производителя нами были отмечены существенные отклонения по следующим показателям.

Анализ данных вариативности (min – max) содержания общего белка в сыворотке крови показал, что данный показатель у семи быков находился выше нормы, из них

Таблица 1. Биоэлементное состояние сыворотки крови у быков-производителей

Table 1. Bioelemental state of blood serum of breeding bulls

Показатели	Норма	Среднее (M±m)	Вариация		Отклонения от нормы (< >)	
			min	max	n	%
Возраст, мес.	-	56,86±5,63	25	112	-	-
Общий белок, г/л	70–92	88,35±1,24	77,13	102,97	7>	28,0
Альбумин, г/л	25–36	35,32±0,48	31,33	41,56	9>	36,0
Глобулин, г/л	40–63	49,02±3,10	40,13	70,84	2>	8,0
Соотношение А/Г, ед.	0,4–0,8	0,68±0,03	0,45	1,04	3>	12,0
Холестерин общ., ммоль/л	2,1–8,2	3,32±0,06	2,62	3,85	-	-
Билирубин общ., мкмоль/л	1,16–8,15	9,45±1,56	1,31	36,71	9>	36,0
Креатинин, мкмоль/л	62–163,0	125,61±4,31	84,43	144,09	1>	4,0
АЛТ, МЕ/л	10–36	25,88±1,09	18,92	34,49	-	-
АСТ, МЕ/л	41–107	68,37±1,70	54,42	82,67	-	-
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	31–163	109,48±13,42	31,01	233,92	8>	32,0
Са, ммоль/л	2,06–3,16	2,46±0,11	2,27	2,96	-	-
Р, ммоль/л	1,13–2,91	2,44±0,11	1,82	3,95	4>	16,0
Са/Р, ед.	0,82–2,39	1,05±0,05	0,58	1,46	3<	12,0
Fe, мкмоль/л	12,9–37,1	29,61±0,98	16,76	35,59	-	-
Mg, ммоль/л	0,75–1,34	1,44±0,01	1,31	1,53	22>	88,0
Хлориды, ммоль/л	90–108	95,14±0,94	84,81	107,35	2<	8,0
Каротин, мкг%		45,84±4,46	14,60	83,40	>	
Витамин А, мкг%		68,47±2,61	37,12	91,36	<	
Глюкоза, ммоль/л	2,0–4,8	4,42±0,25	0,71	5,53	8< 2>	40,0

у некоторых животных этот показатель достигал уровня 102,97 г/л вместо 92 г/л, то есть был выше нормы на 12%.

Отклонения от нормативных показателей были зарегистрированы по концентрации альбумина у девяти быков-производителей, у некоторых она достигала уровня 41,56 г/л вместо 36 г/л в норме, то есть была на 15,4% выше. В результате этого концентрация билирубина в сыворотке крови повысилась у некоторых быков до 36,71 мкмоль/л, что почти в 4 раза больше максимального значения.

Отмечена также повышенная концентрация фосфора в сыворотке крови у 16% быков-производителей. Наивысший показатель по вариabельности концентрации фосфора составлял 3,95 ммоль/л (норма — 2,91 ммоль/л). Нарушение по вариации составило 35,7%; это приводило к нарушению соотношения Са/Р, которое было отмечено у трех быков-производителей.

Повышенная концентрация щелочной фосфатазы, являющейся индикатором кальций-фосфорного обмена, зарегистрирована у восьми животных (32%) — она была на уровне 233,92 МЕ/л вместо 163 МЕ/л нормы, разница в сторону увеличения от нормы у некоторых быков достигала 43,5%.

Повышено содержание магния в крови у 22 из 25 быков, то есть у 88% быков-производителей концентрация магния в сыворотке крови находилась выше нормы. Каротин в сыворотке крови быков-производителей зарегистрирован на уровне 45,84 мкг% (норма — 400 мкг%).

Анализ распределения быков-производителей в зависимости от числа отклонений по изучаемым нами показателям указывает на то, что 60% быков-производителей имеют от 1 до 3 отклонений от нормы. В то же время у 20% животных отмечены отклонения по 5–8 позициям.

Мы также провели анализ данных быков-производителей, имеющих отклонения по более чем 5 позициям, группируя их по возрасту. Выяснено, что из 5 животных, имеющих отклонения более чем по 5 параметрам, 4 были молодыми, их возраст составлял 25–36 месяцев в период исследования.

Учитывая, что у изучаемого поголовья нами было выявлено высокое содержание общего билирубина в сыворотке крови животных (9,45±1,56 мкмоль/л при норме 1,16–8,15 мкмоль/л), всех быков-производителей условно разделили на две группы.

В первой группе разместили животных, имеющих концентрацию общего билирубина выше уровня референсных значений — 17,04±2,87 мкмоль/л, с вариabельностью min – max значений 8,52–36,71 мкмоль/л, во второй группе — имеющих данные на уровне референсных значений, то есть в норме 5,12±0,47 мкмоль/л с вариabельностью 1,31–7,21 мкмоль/л. Результаты этих исследований показаны в таблице 2.

Анализ таблицы 2 показывает, что у быков-производителей II группы (n = 16), где возраст составил 48,7±7,2 месяцев, уровень содержания билирубина в среднем был в норме, в то же время у быков I группы (n = 9) зарегистрировано нарушение концентрации билирубина в сторону увеличения. Возраст быков в I группе составил 67,7±10,0 месяцев, то есть почти на 20 месяцев больше, чем во II группе.

Анализ вариabельности по возрасту показал, что в обеих группах встречаются молодые быки (возраст 25 месяцев) и взрослые (возраст 104–112 месяцев). Это дает основание считать, что уровень концентрации билирубина нарушен был и у молодых, и у старых быков-производителей (P < 0,01), и не связан с возрастной категорией.

Несмотря на то, что по средним показателям все изучаемые нами параметры были на уровне референсных значений, в значениях вариabельности min – max имелись отклонения по щелочной фосфатазе, общему белку, альбумину, А/Г, креатинину.

Отклонений по уровню холестерина, активности АЛТ и АСТ, их средних показателей (M±m) и вариabельности (min – max) не было зарегистрировано. Отклонения по концентрации щелочной фосфатазы составили 16,0–43,0%, по общему белку — 2,4–12,0%, альбумину — 4,8–15,4%, глобулину — 12,4%, креатинину — 15,8%.

Среди животных были выявлены быки-производители с активностью щелочной фосфатазы выше нормы (на

Таблица 2. Состояние белково-липидного обмена в зависимости от уровня общего билирубина в сыворотке крови

Table 2. The state of protein-lipid metabolism depending on the level of total bilirubin in blood serum

Показатели	Норма	Группы				Разница
		I (n = 9)		II (n = 16)		
		M±m	min – max	M±m	min – max	
Билирубин общий, мкмоль/л	1,16–8,15	17,04±2,87	8,52–36,71	5,12±0,47*	1,31–7,21	в 3 раза
Возраст, мес.	-	67,67±10,03	25–104	48,66±7,17	26–112	
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	31–163	102,54±24,61	31,68–188,75	125,89±16,20	31,03–233,92	22,8%
Общий белок, г/л	70–92	90,85±2,23	82,83–102,97	86,94±1,41	77,13–94,23	4,5%
Альбумин, г/л	25–36	35,10±0,69	32,13–37,73	35,45±0,65	31,33–41,56	-
Глобулин, г/л	40–63	55,75±2,59	46,06–70,84	51,49±1,72	40,13–61,00	8,3%
А/Г, ед.	0,4–0,8	0,64±0,04	0,45–0,80	0,71±0,03	0,51–1,04	10,9%
Холестерин общий, ммоль/л	21,8,2	3,38±0,12	2,62–3,85	3,30±0,07	2,81–3,77	-
Креатинин, мкмоль/л	62–163	127,46±9,37	91,18–188,75	124,58±4,45	84,43–144,09	-
АЛТ, МЕ/л	10–36	27,58±2,05	18,94–34,49	25,56±0,78	19,63–30,63	-
АСТ, МЕ/л	41–107	68,13±3,28	54,42–81,48	68,51±1,99	58,28–82,67	-
* — достоверно при P < 0,01.						

* — достоверно при $P < 0,01$.

Таблица 3. Состояние белково-липидного обмена быков-производителей в зависимости от уровня активности щелочной фосфатазы

Table 3. The state of protein-lipid metabolism of breeding bulls depending on the level of alkaline phosphatase

Показатели	Норма	Группы в зависимости от уровня ЩФ				Разница между группами, %	Разница между показателями тах и нормы
		I группа (n = 17)		II группа (n = 8)			
		M±m	min – max	M±m	min – max		
Щелочная фосфатаза, МЕ/л		68,2±10,4	31,0–157,1	197,2±7,6***	170,5–233,9		
Возраст, мес.	—	69,6±6,1	26–112	29,7±1,4***	25–36		
Общий белок, г/л	70–92	90,3±1,4	81,7–103,0	84,2±1,9*	77,1–90,0	+7,2	11,9%
Альбумин, г/л	25–36	34,9±0,6	31,3–41,6	36,3±0,4	34,8–37,7	4,1%	4,8–15,4%
Глобулин, г/л	40–63	55,4±1,8	40,1–70,8	47,8±1,5**	42,1–59,6	+15,9%	12,4%
А/Г, ед.	0,4–0,8	0,6±0,1	0,4–1,0	0,8±0,1**	0,7–0,8	16,9%	30%
Холестерин общий, ммоль/л	2,1–8,2	3,3±0,1	3,0–3,7	3,4±0,1	2,6–3,8	—	—
Билирубин общий, мкмоль/л	1,16–8,15	10,1±2,1	1,3–36,7	7,9±2,2	2,6–17,5	+27,7	215–450% 2–4 раза
Креатинин, мкмоль/л	62–163	124,0±7,1	84,4–144,1	116,5±4,34	99,4–136,2	+6,4	—
АЛТ, МЕ/л	10–36	25,8±1,5	18,9–34,5	24,9±1,5	19,6–33,9	3,6	—
АСТ, МЕ/л	41–107	69,5±2,1	58,3–82,7	65,9±2,7	54,4–76,4	5,6%	—
* — P < 0,05; ** — P < 0,01; *** — P < 0,001.							

* — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

уровне 170,55–233,92 МЕ/л). Нами также был проведен анализ показателей с учетом концентрации щелочной фосфатазы у животных. Быки условно были разделены на 2 группы, из 25 голов 17 отнесены к I группе (концентрация щелочной фосфатазы была на уровне референсных значений — 31,01–157,07 МЕ/л) и 8 быков — ко II группе (уровень щелочной фосфатазы был выше нормы — 170,55–233,92 МЕ/л при норме 31–163 МЕ/л). Анализ показателей по белково-минеральному обмену у исследуемых животных в зависимости от уровня щелочной фосфатазы в сыворотке крови представлен в таблице 3.

Все изучаемые нами показатели в группах находились в рамках референсных значений (M±m), кроме общего билирубина (в I группе — 10,1±2,1 мкмоль/л против 1,2–8,1 мкмоль/л в норме). Однако были отмечены некоторые отличия между группами в пределах нормативного диапазона. Разница между группами по общему белку составила 7,2% ($P < 0,05$), альбумину — 4,1%, глобулину — 1,6% ($P < 0,01$) и, соответственно, соотношению А/Г — 17% ($P < 0,01$). Отличия между группами по билирубину были на уровне 28%, креатинину, АЛТ и АСТ — в среднем составили 3–6%.

Установлено, что в обеих группах имелись особи, у которых максимальные значения ряда показателей были намного выше нормы: по общему белку — на 12%, альбумину — на 5–15%, глобулину — на 12%, а по соотношению А/Г — на 30%. По содержанию билирубина у некоторых быков отмечена концентрации выше нормы в 2–4 раза. По остальным показателям отклонений по максимальным значениям не отмечено.

Выводы/Conclusion

При изучении биохимического статуса быков-производителей голштинской породы в условиях Пермского

края после длительного зимнего периода на основе белково-липидного и минерального обмена и витаминно-ферментативного состояния крови было выяснено, что в основном все параметры среднестатистических показателей находились в пределах нормы, кроме билирубина. Также были отмечены отклонения внутри групп по вариабельности и у некоторых быков — по наивысшим показателям (max) по определенным позициям. Уровень щелочной фосфатазы в зависимости от возраста достоверно менялся. Это позволяет сделать вывод, что необходимо проводить биохимический мониторинг всего поголовья стада.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Владимиров В.Л., Самохин В.Т., Науменко П.А., Рыжков В.А., Бадалов Я.М., Фридберг Р.В., Бодров Д.А. К вопросу о биохимическом контроле в животноводстве. *Научные труды ВИЖа*. 2004; В. 62, Т. 3: 17–22.
2. Niu H.W.W., Wu F., Qiu X., Yu Z., He Y., Li H., Su H. Bin Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199–209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
3. Комбарова Н.А., Абилов А.И., Насилов Ш.Н. Взаимосвязь обмена веществ у быков-производителей с качеством спермопродукции. *Актуальные проблемы ветеринарной патологии и морфологии животных. Материалы международной научной конференции*. Воронеж. 2006. 911–916.
4. Domino A.R., Korzes H.C., Mcart J.A.A. Field trial of 2 calcium supplements on early lactation health and production in multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; V. 100: 9681–9690.
5. Абилов А.И., Ивасюк А.П., Новгородова И.П. Белково-липидный обмен быков-производителей в условиях Ленинградской области. *Зootexniya*. 2021; №7: 25–29.
6. Фомичев Ю.П. Кетоз, вопросы продуктивности, репродукции, долголетия и меры профилактики у высокопродуктивных молочных коров // Практическое использование современных разработок в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота. Материалы пленарного заседания международной научно-практической конференции. Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии. 2011; 47–78.
7. Daros R.R., Hotzel M.J., Bran J.A., Lebl A.N.C. S.J.. Von Keyserlingk M.A.G. Prevalence and risk factors for transition period diseases in grazing dairy cows in Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*. 2017; V. 145: 16–22.
8. Метревели Т.В. Биохимия животных. СПб.: Лань, 2005; 296.
9. Mann S., McArt J., Abuelo A. Production-related metabolic disorders of cattle: ketosis, milk fever and grass staggers. *In practice*. 2019; V. 41: 205–219. doi: 10.1136/inp.
10. Кузнецов С.Г., Заболотнов Л.В., Баранова И.А., Матюшенко П.В. Рекомендации по воспроизводству крупного рогатого скота. Боровск: ЗАО «Витасоль». 2011; 34.
11. Бокарев И.Н. Метаболический синдром. Клиническая медицина. 2014; Т.92, №8: 71–76.
12. Абилов А.И., Амерханов Х.А., Ескин Г.В., Жаворонкова Н.В., Комбарова Н.А., Федорова Е.В., Гусев И.В., Пыжова Е.А. Белково-липидный обмен у быков-производителей современной селекции в зависимости от различных факторов и его связь со спермопродукцией. *Молочное и мясное скотоводство*. 2015; №1: 29–33.
13. Sartori E.D., Canozzi M.E.A., Zago D., Prates E.R., Velho J.P., Barcellos J.O.J. The effect of live yeast supplementation on beef cattle performance: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Agricultural Science*. 2017; V. 9: 21–37. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p>.

REFERENCES

1. Vladimirov V.L., Samoxin V.T., Naumenko P.A., Ry'zhkov V.A., Badalov Ya.M., Fridberg R.V., Bodrov D.A. On the issue of biochemical control in animal husbandry. *Nauchny'e trudy' VIZha*. 2004; V. 62, 3: 17–22. (In Russian)
2. Niu H.W.W., Wu F., Qiu X., Yu Z., He Y., Li H., Su H. Bin Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199–209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
3. Kombarova N.A., Abilov A.I., Nasibov Sh.N. Interrelation of metabolism in sires with the quality of sperm production. Actual problems of veterinary pathology and animal morphology. Materials of the international scientific conference. Voronezh. 2006. 911–916. (In Russian)
4. Domino A.R., Korzes H.C., Mcart J.A.A. Field trial of 2 calcium supplements on early lactation health and production in multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; V. 100: 9681–9690.
5. Abilov A.I., Ivasyuk A.P., Novgorodova I.P. Protein-lipid metabolism of breeding bulls in the conditions of the Leningrad region. *Zootexniya*. 2021; №7: 25–29. (In Russian)
6. Fomichev Yu.P. Ketosis, issues of productivity, reproduction, longevity and preventive measures in highly productive dairy cows // Practical use of modern developments in the reproduction and selection of cattle. Materials of the plenary session of the international scientific-practical conference. Dubrovitsy: GNU VIZH Russian Agricultural Academy. 2011; 47–78. (In Russian)
7. Daros R.R., Hotzel M.J., Bran J.A., Lebl A.N.C. S.J.. Von Keyserlingk M.A.G. Prevalence and risk factors for transition period diseases in grazing dairy cows in Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*. 2017; V. 145: 16–22.
8. Metreveli T.V. Biochemistry of animals. St. Petersburg: Lan, 2005; 296. *Bioximiya zhivotny'x*. SPb.: Lan', 2005; 296. (In Russian)
9. Mann S., McArt J., Abuelo A. Production-related metabolic disorders of cattle: ketosis, milk fever and grass staggers. *In practice*. 2019; V. 41: 205–219. doi: 10.1136/inp.
10. Kuznetsov S.G., Zabolotnov L.V., Baranova I.A., Matyushenko P.V. Recommendations for the reproduction of cattle. Bоровск: ZAO Vitasol. 2011; 34. (In Russian)
11. Bokarev I.N. metabolic syndrome. Clinical medicine. 2014; T.92, No. 8: 71–76. 12. (In Russian)
12. Abilov A.I., Amerkhanov Kh.A., Eskin G.V., Zhavoronkova N.V., Kombarova N.A., Fedorova E.V., Gusev I.V., Pyzhova E.A. Protein-lipid metabolism in sires of modern breeding depending on various factors and its relationship with sperm production. Dairy and beef cattle breeding. 2015; №1: 29–33. (In Russian)
13. Sartori E.D., Canozzi M.E.A., Zago D., Prates E.R., Velho J.P., Barcellos J.O.J. The effect of live yeast supplementation on beef cattle performance: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Agricultural Science*. 2017; V. 9: 21–37. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p>.

14. Wilms J.N., Carvalho I.P., van Empel M., Martín-Tereso J. Mineral and glycerol concentrations in drinking water on body weight loss and acid-base balance in feed-deprived Holstein bulls. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2022; 1-12. <https://doi.org/10.1111/jpn.13700>.
15. Георгиевский В.И., Аикенков Б.И., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: Колос. 1979; 471.
16. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Гаврюшова Л.П. и др. Дисметаболические нефропатии у детей. Диагностика и лечение. М.: Медпрактика. 2007; 80.
17. Hambidge K.M., Casy C.E., Krets N.F. In Trace elements in human and animal Nutrition. Ed. W. Mertz. 1986; V. 2: 1-15.
18. Самохин В.Т., Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. Воронеж. 2013; 136.
19. Улитко В.Е., Любин М.А., Козлов В.В., Ахметова В.В. Воспроизводительная способность коров при оптимизации их рационов цеолитсодержащей добавкой. Роль и значение метода искусственного осеменения сельскохозяйственных животных в прогрессе животноводства XX и XXI вв. Материал международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.К. Милованова и профессора И.И. Соколовской. ВИЖ, Дубровицы. 2004; 283-287.
20. Leite R.G., Romanzini E.P., Delevatti L.M., Hoffmann A., Ferrari A.C., D'Aurea A.P., Fernandes L.B., Oliveira A.P., Reis R.A. Organic additives used in beef cattle feedlot: Effects on metabolic parameters and animal performance. *Anim. Sci. J.* 2019; 90: 628-636. Doi: 10.1111/asj.13183.
21. Wang H., Niu W., Wu F. et al. Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199-209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
22. Plemyashov K., Korochkina E. Monitoring of vitamin-mineral metabolism indicators in cows of different period of lactation. 2022a. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3113>.
23. Plemyashov K., Filatov A., Korochkina E., Nikitin V., Sleptsov E., Anistenok S. The influence of vitamin-mineral supplementation with prolonged action on cows and on the protein metabolism in calves. The FASEB Journal. 2022b; V. 36. Issue S1.
13. Wilms J.N., Carvalho I.P., van Empel M., Martín-Tereso J. Mineral and glycerol concentrations in drinking water on body weight loss and acid-base balance in feed-deprived Holstein bulls. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2022; 1-12. <https://doi.org/10.1111/jpn.13700>.
14. Georgievskii V.I., Aikenkov B.I., Samokhin V.T. Mineral nutrition of animals. M.: Kolos. 1979; 471. (In Russian)
15. Korovina N.A., Zakharova I.N., Gavryushova L.P. Dysmetabolic nephropathy in children. Diagnosis and treatment. M.: Medpraktika. 2007; 80. (In Russian)
16. Hambidge K.M., Casy C.E., Krets N.F. In Trace elements in human and animal Nutrition. Ed. W. Mertz. 1986; V. 2: 1-15.
17. Samokhin V.T., Prevention of metabolic disorders of microelements in animals. Voronezh. 2013; 136. (In Russian)
18. Ulitko V.E., Lyubin M.A., Kozlov V.V., Akhmetova V.V. Reproductive ability of cows when optimizing their diets with a zeolite-containing additive. The role and significance of the method of artificial insemination of farm animals in the progress of animal husbandry in the 20th and 21st centuries. Material of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of V.K. Milovanov and Professor I.I. Sokolovskaya. VIZH, Dubrovitsy. 2004; 283-287. (In Russian)
19. Leite R.G., Romanzini E.P., Delevatti L.M., Hoffmann A., Ferrari A.C., D'Aurea A.P., Fernandes L.B., Oliveira A.P., Reis R.A. Organic additives used in beef cattle feedlot: Effects on metabolic parameters and animal performance. *Anim. Sci. J.* 2019; 90: 628-636. Doi: 10.1111/asj.13183.
20. Wang H., Niu W., Wu F. et al. Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199-209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
21. Plemyashov K., Korochkina E. Monitoring of vitamin-mineral metabolism indicators in cows of different period of lactation. 2022a. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3113>.
22. Plemyashov K., Filatov A., Korochkina E., Nikitin V., Sleptsov E., Anistenok S. The influence of vitamin-mineral supplementation with prolonged action on cows and on the protein metabolism in calves. The FASEB Journal. 2022b; V. 36. Issue S1.

ОБ АВТОРАХ:

Ахмедага Имаш оглы Абилов,
доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии
Федеральный Исследовательский Центр им. Л.К. Эрнста,
д. 60, п. Дубровицы, г.о. Подольск Московская область, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>
e-mail: ahmed.abilov@mail.ru

Инна Петровна Новгородова,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии
Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, д. 60, п. Дубровицы, г.о. Подольск Московская область, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>
e-mail: novg-inna2005@yandex.ru

Яна Александровна Билас,
директор
ООО «Пермское» по племенной работе», 16, ул. Строителей,
д. Песьянка, Пермский край, Российская Федерация
e-mail: perm-plem@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Ahmedaga Imash ogly Abilov,
Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Cell Engineering of Federal
L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Dubrovitsy 60, Podolsk Municipal District, Moscow Region, 142132, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>
e-mail: ahmed.abilov@mail.ru

Inna Petrovna Novgorodova,
Cand., Sci. (Biology.), Senior Researcher of the Laboratory of Cell Engineering
L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Dubrovitsy 60, Podolsk Municipal District, Moscow Region, 142132, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>
e-mail: novg-inna2005@yandex.ru

Yana Alexandrovna Bilas,
director
ООО «Permskoe» for breeding work»
16, village Pesyanka, Perm Territory, Russian Federation
e-mail: perm-plem@yandex.ru