

УДК 612.015.577.1:636.2.06-53

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28

А. И. Абилов<sup>1</sup>, ✉  
П. Л. Козменков<sup>2</sup>,  
Н. В. Боголюбова<sup>1</sup>,  
А. В. Устименко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста, Подольск, Московская обл., Россия

<sup>2</sup> ООО «Алта-НН», Нижний Новгород, Россия

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Поступила в редакцию:  
03.04.2023

Одобрена после рецензирования:  
04.05.2023

Принята к публикации:  
20.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28

Ahmedaga I. Abilov<sup>1</sup>, ✉  
Peter L. Kozmenkov<sup>2</sup>,  
Nadezhda V. Bogolyubova<sup>1</sup>,  
Anna V. Ustimenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center of Animal Husbandry — VIZ Academician L. K. Ernst, Podolsk, Moscow Region, Russia

<sup>2</sup> LLC "Alta-NN", Nizhny Novgorod, Russia

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Received by the editorial office:  
03.04.2023

Accepted in revised:  
04.05.2023

Accepted for publication:  
20.05.2023

## Биохимические характеристики телят голштинской породы разных возрастных групп в зимний период

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Периоды раннего постнатального онтогенеза характеризуются высокой пластичностью, интенсивным обменом веществ и потребностью в питательных и биологически активных веществах. Ослабленный болезнями молодняк отстает в росте и развитии, возрастают затраты труда и кормов на его выращивание. Поддержание и профилактика здоровья телят в ходе роста и развития — важная проблема современного животноводства.

**Методы.** Работа выполнена в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста в 2021–2022 гг. и на базе ООО «Агрофирма «Заря»» Богородского района Нижегородской области. Опыты проводились на телочках разных возрастных групп (2 месяца — I группа; 6 месяцев — II группа; 12 месяцев — III группа). Всего в опыте использовались 36 телят (самок) по 12 голов в каждой группе.

**Результаты.** Установлено достоверное отличие между I и II группами по: уровню общего белка, соотношению «альбумин — глобулин» (А/Г), холестерину, железу, АСТ на уровне  $p < 0,05$ ; глобулину  $p < 0,01$ ; билирубин и креатинину  $p < 0,001$ . Между I и III группами достоверность установлена по фосфору  $p < 0,05$ ; между II и III группами — высокостатистическое отличие на уровне  $p < 0,001$  по фосфору, АЛТ и щелочной фосфатазе, а также соотношению «кальций — фосфор» (Са/Р).

**Ключевые слова:** телята (♀), возраст, белково-углеводно-липидный обмен, минеральный обмен, ферментативная активность

**Для цитирования:** Абилов А. И., Козменков П. Л., Боголюбова Н. В., Устименко А. В. Биохимические характеристики телят голштинской породы разных возрастных групп в зимний период. *Аграрная наука.* 2023; 371(6): 22–28, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28>

© Абилов А. И., Козменков П. Л., Боголюбова Н. В., Устименко А. В.

## Biochemical characteristics of calves of the Holstein breed of different age groups in the conditions in winter

### ABSTRACT

**Relevance.** The periods of early postnatal ontogenesis are characterized by high plasticity, intensive metabolism and the need for nutrients and biologically active substances. Young animals weakened by diseases lag behind in growth and development, labor and feed costs for its cultivation increase. Maintaining and preventing the health of calves during growth and development is an important problem in modern animal husbandry.

**Methods.** The work was carried out at the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst in 2021–2022 and on the basis of «Agrofirma «Zarya»» LLC, Bogorodsky district, Nizhny Novgorod region. The experiments were carried out on heifers of different age groups (2 months — group I; 6 months — group II; 12 months — group III). In total, 36 female (calves), 12 heads in each group, were used in the experiment.

**Results.** A significant difference was found between groups I and II in: total protein level, «albumin — globulin» ratio (A/G), cholesterol, iron, AST at the level of  $p < 0.05$ ; globulin  $p < 0.01$ ; bilirubin and creatinine  $p < 0.001$ . Between groups I and III, the reliability was established by phosphorus  $p < 0.05$ ; between groups II and III — a highly reliable difference at the level of  $p < 0.001$  in phosphorus, ALT and alkaline phosphatase, as well as the ratio «calcium — phosphorus» (Ca/P).

**Key words:** calves, age, protein-carbohydrate-lipid metabolism, mineral metabolism, enzymatic activity

**For citation:** Abilov A. I., Kozmenkov P. L., Bogolyubova N. V., Ustimenko A. V. Biochemical characteristics of calves of the Holstein breed of different age groups in winter. *Agrarian science.* 2023; 371(6): 22–28 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28>

© Abilov A. I., Kozmenkov P. L., Bogolyubova N. V., Ustimenko A. V.

## Введение / Introduction

Актуальной проблемой молочного скотоводства является изучение закономерностей формирования физико-биохимического статуса организма телят в период раннего постнатального онтогенеза (молочного питания и интенсивного роста). Этот период характеризуется высокой пластичностью, интенсивным обменом веществ и потребностью в питательных и биологически активных веществах. Ослабленный болезнями молодняк отстает в росте и развитии, увеличиваются затраты труда и экономические потери при его выращивании. Поддержание и профилактика здоровья телят в ходе роста и развития — важная проблема современного животноводства.

В мире сейчас огромное значение придается состоянию обмена веществ и его влиянию на дальнейшую плодородность коров при повышении молочной продуктивности [1, 2]. Изучение биохимических процессов в организме и правильная интерпретация полученных показателей способствуют своевременной профилактике различных отклонений, вызванных неправильным кормлением или другими стресс-факторами [3]. Биологически активные вещества позволяют повысить защитные силы организма, корректировать обменные процессы и биологические показатели [4].

Характерны для современного промышленного животноводства нарушения обмена веществ, связанные с различными неблагоприятными экологическими факторами, такими как техногенные загрязнения окружающей среды и природно-климатические условия высокогорья, которые изменяют биохимический статус животных [5]. Нарушение общего метаболизма и обмена веществ у высокопродуктивных коров в глубокостельном и послеотельном периоде сказывается на здоровье новорожденных телят, а также на состоянии иммунитета в последующие периоды развития [6].

Современное животноводство базируется прежде всего на высоком генетически обусловленном потенциале продуктивности, который является своего рода патологией, закрепленной в организме животного, в связи с чем в научной среде появился новый термин — «продуктивное здоровье животных», которое характеризуется высоким уровнем функционирования органов и систем в сочетании с интенсивным течением всех обменных процессов в них, позволяющих длительно и в полном соответствии с разработанными технологиями получать максимум биологически полноценных продуктов животноводства, воспроизводить в соответствующих биологическому виду сроках крепкое жизнеспособное потомство [7, 8].

Когда интенсивность изменений превышает физиологические нормы, реакция организма становится патологической, развивается дисбаланс механизмов сохранения гомеостаза, в результате чего возникает общий адаптационный синдром — стресс, приводящий к гематологическим, морфологическим и клиническим изменениям. Также в организме происходит интенсивное образование свободных радикалов, что приводит к развитию окислительного стресса и, как следствие, патологических процессов с нарушениями общего метаболизма и всех обменных процессов в целом [9, 10]. Кроме того, создаются условия для развития условно-патогенной микрофлоры.

Скорость и уровень обменных процессов характеризуют продуктивные качества животного и определяются по биохимическим показателям и гематологическому составу крови, а интерьерные признаки могут характеризовать продуктивные качества молодняка,

тщательному изучению которых уделяется особое внимание [11]. Известно, что кровь с лимфой и тканевой жидкостью составляет внутреннюю среду организма, в связи с этим на практике повсеместно используются различные гематологические исследования, учитывая разнообразные функции крови [12]. В настоящее время изучают биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота в зависимости от возраста, генотипа [13–15], пола и сезона года [16], условий содержания [17], климатических факторов [18].

Некоторые авторы [8] считают, что главной причиной нарушения всех видов обмена веществ и, соответственно, здоровья животных в основном является хронический дефицит микроэлементов в организме животных: меди, цинка, марганца, кобальта, йода, селена.

Ежеквартальное исследование сыворотки крови от коров и ремонтных телок на белок, Са, Р, уровней щелочного резерва, каротина и сахара, поддержание их на физиологическом уровне создают условия для недопущения заболеваемости в период стельности и после отела, а также для продления продуктивного использования маточного поголовья [19].

Таким образом, важность мониторинга биохимических показателей крови в организме животных на всех этапах его развития и в дальнейшем на продуктивность и сроков эксплуатации с учетом этиологических факторов (связанных с состоянием матери), вызывающих физиологические отклонения в организме, несомненна.

Цель исследований — изучить биохимический статус телят голштинской породы разных возрастов в условиях Нижегородской области в зимний период (декабрь).

## Материалы и методы исследований / Materials and method

Работа выполнена в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2021–2022 гг. и на базе ООО «Агрофирма “Заря”» Богородского района Нижегородской области.

Опыты проводили на телочках разных возрастных групп (2 месяца — I группа (молочная) ( $n = 12$ ), 6 месяцев — II группа ( $n = 12$ ), 12 месяцев — III группа (молодняк на доращивании) ( $n = 12$ )).

Телята каждой группы (Q) находились в одинаковых условиях содержания, различия были только в рационах в зависимости от возраста.

Выпойка производилась нетоварным пастеризованным молоком с 2-го до 75-го дня после рождения, 14 дней продолжается переходный период на комбикорм собственного производства — гранулированный промышленный стартер (50%) плюс комбикорм собственного производства (50%), далее 100%-ный переход на комбикорм собственного производства, количество которого планомерно увеличивается. Приучение к гранулированному комбикорму началось с 2-го дня в количестве 50 г/гол и доходило до 600 г в 30-дневном возрасте, после 30 дней — до 1800 г/голову к 75 дню.

Приучение к селу начинали после 60-го дня жизни на группе 0–3 (молочный период).

Далее период «доращивания» при содержании по 20–30 голов в групповой секции, кормление — комбикорм собственного производства плюс рубленое сено (резка 2–3 см) до 4 месяцев. После 4 месяцев — приучение к полностью смешанному рациону: полностью смешанный рацион (20%) плюс рубленое сено (50%) и плюс комбикорм (30%). С 5 месяцев — полностью смешанный рацион (100%). До 12 месяцев рацион идентичный, увеличивается только процент потребления кормов животными.

Содержание в группах до 12 месяцев — групповое, перемещение телят между группами осуществляется раз в месяц (в зависимости от веса). Телята в 12-месячном возрасте достигали живой массы 349–356 кг.

Образцы крови для исследований отбирали из яремной вены в объеме 10 мл в вакуумные пробирки. После отделения сыворотки крови материал хранили в морозильной камере при -18 °С (до использования в исследованиях).

Были проведены комплексные исследования, включающие в себя определение показателей белкового, углеводного, липидного, минерального обмена и активности ферментов сыворотки крови животных.

Белково-углеводно-липидный мониторинг включал в себя исследования по изучению общего белка, альбумина, глобулина, соотношения А/Г, содержания общего холестерина, общего билирубина, а также уровень креатинина, мочевины и глюкозы в соответствующих единицах измерения, которые нашли свое отражение в материалах собственных исследований.

При мониторинге минерального состояния телочек изучали концентрации Ca, P, соотношение Ca/P, а также Fe.

Образцы крови исследовали на анализаторе ERBA XL-640 (ERBA, Lachema s. r. o., Чешская Республика) с использованием системных реагентов, атомно-адсорбционным спектрометре (с электротермической атомизацией) ZEEnit 650 P (Analytik Jena AG).

Данные были статистически обработаны с использованием пакета прикладных компьютерных программ Microsoft Office (Microsoft Excel) с учетом средних (M) и стандартных ошибок (m), а также вариабельность амплитуды показателей (min-max) и соотношение между показателями min-max в единицах. Достоверность считали по t-критерию Стьюдента.

### Результаты и обсуждение/ Results and discussion

Учитывая, что измерение концентрации в сыворотке крови показателей белково-углеводно-липидного обмена может характеризовать состояние печени и общего метаболизма, было проведено исследование по изучению этих показателей в разных возрастных группах в зимнее время года (декабрь). Данные представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что у телят I группы (2 месяца) по сравнению со II группой (6 месяцев) концентрации показателей обмена отличаются по общему белку, альбумину, глобулину, холестерину, креатинину на 6–7%. Самая большая разница зарегистрирована по содержанию креатинина (на 51,2%) при  $p < 0,001$  и глюкозы (на 14%).

У телят I группы уровень общего белка, альбумина, холестерина и мочевины отличался по сравнению с III группой (12 месяцев) на 5–10%. Так, достоверный уровень отличия зарегистрировали по концентрации глобулина на 14%, соотношению А/Г — на 17%, креатинина — на 20%, глюкозы — на 15%, а по концентрации билирубина разница между группами составила 65,3%. Достоверные отличия отмечены для концентрации глобулина ( $p < 0,1$ ), соотношению А/Г ( $p < 0,05$ ), билирубина ( $p < 0,001$ ) и креатинина ( $p < 0,05$ ).

Анализ показателей между телятами II и III групп показал достоверное отличие между собой по большинству изученных показателей: общему белку — 14,5% ( $p < 0,05$ ), глобулину — 21,6% ( $p < 0,01$ ), соотношению А/Г — на 14,5% ( $p < 0,05$ ), холестерину — на 7% ( $p < 0,05$ ), креатинину — на 13% ( $p < 0,05$ ), билирубину — на 29% (при достоверности  $p < 0,001$ ).

Анализ вышеуказанных параметров по вариабельности показан в таблице 2.

В группе I более 75% особей имели уровень общего белка до 80 г/л ( $n = 9$ ), альбумина — до 30 г/л 68% ( $n=8$ ), глобулину у 75% телят находился в пределах до 50 г/л. По соотношению А/Г отмечено, что около 17% телят имеют более низкий уровень, у остальных — 83%, диапазон между индивидуальными показателями — 0,60–0,78 единиц. Только у одной телочки общий билирубин имел очень высокий уровень и составил 10,3 мкмоль/л, у остальных 11 телят данный показатель находился в близком диапазоне отличий — 1,24–3,0 мкмоль/л (табл. 2).

Концентрация креатинина I группы у девяти телочек находилась в диапазоне 50–80 мкмоль/л, у трех голов — 90 мкмоль/л и выше (90,0 мкмоль/л, 96 мкмоль/л, 105,5 мкмоль/л соответственно). Мочевина — в диапазоне от 3,3 ммоль/л до 5,7 ммоль/л, кроме одной телочки, где данный показатель зарегистрирован на уровне 2,52 ммоль/л. Содержание глюкозы в крови телят I группы только у трех телочек оказалось на низком уровне (0,44 ммоль/л, 1,14 ммоль/л и 1,35 ммоль/л).

Таблица 1. Белково-углеводно-липидный обмен у телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г.,  $n = 36$ , порода голштинская)  
Table 1. Protein-carbohydrate-lipid metabolism in calves (Q) in different age groups (December 2021,  $n = 36$ , Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения (норма для молочных коров) *	Группа			Разница в % и достоверность между группами					
				I ( $n = 12$ )	II ( $n = 120$ )	III ( $n = 12$ )	I–II		I–III		II–III	
							%	$p <$	%	$p <$	%	$p <$
1	Возраст	Месяц	–	2	6	12	–	–	–	–	–	–
2	Живая масса	кг	–	77–82	199–201	348–357	–	–	–	–	–	–
3	Общий белок	г/л	70–92	74,78 ± 2,37	69,70 ± 1,11	79,83 ± 1,85	6,8	н. д.	6,8	н. д.	14,5	0,05
4	Альбумин	г/л	25–36	28,6 ± 0,64	26,51 ± 0,45	27,3 ± 0,58	7,31	н. д.	4,6	н. д.	3,0	н. д.
5	Глобулин	г/л	54–70	46,18 ± 2,53	43,19 ± 1,21	52,53 ± 2,28	6,47	н. д.	13,7	0,1	21,6	0,01
6	А/Г	ед.	0,4–0,9	0,64 ± 0,04	0,62 ± 0,03	0,53 ± 0,02	3,1	н. д.	17,2	0,05	14,5	0,05
7	Общий холестерин	ммоль/л	2,35–8,30	2,26 ± 0,23	2,12 ± 0,08	2,36 ± 0,07	6,2	н. д.	4,4	н. д.	6,8	0,05
8	Общий билирубин	мкмоль/л	1,16–8,18	2,13 ± 0,16	1,04 ± 0,05	0,74 ± 0,04	51,2	0,001	65,3	0,001	28,8	0,001
9	Креатинин	мкмоль/л	63–162	74,75 ± 4,58	79,70 ± 2,74	89,80 ± 3,28	6,6	н. д.	20,1	0,05	12,7	0,05
10	Мочевина	ммоль/л	2,35–7,06	4,07 ± 0,27	3,99 ± 0,10	3,68 ± 0,18	2,0	н. д.	9,6	н. д.	7,8	н. д.
11	Глюкоза	ммоль/л	1,65–4,19	3,48 ± 0,53	3,00 ± 0,35	2,96 ± 0,31	13,8	н. д.	14,9	н. д.	1,3	н. д.

Примечание: н. д. — недостоверно; \* Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

Таблица 2. Вариабельность (min-max) биохимических показателей сыворотки крови у телят (Q) по белково-углеводно-липидному обмену в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., n = 36, порода голштинская)

Table 2. Variability (min-max) of biochemical parameters of blood serum in calves (Q) for protein-carbohydrate-lipid metabolism in different age groups in the conditions (December 2021, n = 36, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Соотношение между min-max, ед.	Референсные значения (норма для молочных коров)*	Амплитуда вариабельности в группах			Соотношение между min-max в группах, ед.		
					I (min-max)	II (min-max)	III (min-max)	I (min-max)	II (min-max)	III (min-max)
1	Возраст	месяц	–	–	2	6	12	–	–	–
2	Общий белок	г/л	0,76	70–92	65,3–90,0	63,9–78,7	73,3–96,7	0,73	0,81	0,76
3	Альбумин	г/л	0,69	25–36	24,6–31,4	24,1–28,9	21,3–28,6	0,78	0,83	0,79
4	Глобулин	г/л	0,77	54–70	37,90–63,90	35,0–51,5	45,40–75,40	0,59	0,68	0,60
5	A/G	ед.	0,44	0,4–0,9	0,41–0,78	0,51–0,83	0,28–0,61	0,53	0,61	0,46
6	Общий холестерин	ммоль/л	0,28	2,35–8,30	1,18–3,62	1,79–2,75	1,96–2,76	0,33	0,65	0,71
7	Общий билирубин	мкмоль/л	0,14	1,16–8,18	1,24–3,0	0,89–1,40	0,51–0,93	0,41	0,64	0,55
8	Креатинин	мкмоль/л	0,39	63–162	49,70–105,46	66,67–95,77	77,58–106,68	0,47	0,70	0,73
9	Мочевина	ммоль/л	0,33	2,35–7,06	2,52–5,67	3,43–4,48	2,59–4,65	0,44	0,77	0,56
10	Глюкоза	ммоль/л	0,40	1,65–4,19	0,44–6,25	2,12–4,15	0,83–4,60	0,07	0,51	0,18

\*Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

соответственно), у остальных диапазон вариабельности составил 2,6–6,2 ммоль/л (табл. 2).

Полученные аналитические материалы дают основание считать, что более чем 75% телят в молочном периоде (I группа) имеют схожие показатели в близких диапазонах, то есть белково-углеводно-липидный обмен у них нарушен незначительно и соответствует физиологическому уровню.

Показатели телят II группы (молодняк на доращивании) по общему белку имели диапазон от 64 г/л до 78 г/л без серьезных отличий между особями. Также незначительно варьировали концентрации альбумина (24–29 г/л) и глобулина (42–51 г/л), кроме тех, которые имели 35–40 г/л. Соотношение A/G — 0,51–0,71 единиц, только у одной телочки данный показатель был выше и находился на уровне 0,83 единицы. Показатели содержания общего билирубина и общего холестерина у животных этой группы были близки по значению 0,9–1,3 мкмоль/л и по билирубин 1,8–2,7 мкмоль/л соответственно. Аналогично схожие концентрации между животными зафиксированы по содержанию мочевины (3,4–4,4 ммоль/л) и по креатинину (67–90 мкмоль/л), кроме двух телят, где креатинин был сравнительно выше, чем у остальных, и составил 95 мкмоль/л и 96 мкмоль/л соответственно (табл. 2).

Среди исследованных животных III группы в возрасте 12 месяцев только у одной телочки концентрация общего белка сыворотки крови была около 97 г/л, у остальных 11 голов амплитуда вариабельности между min-max составила 74–85 г/л. По содержанию альбумина между животными существенной разницы не обнаружили. По глобулину только у одной телочки отмечен

сравнительно высокий уровень его концентрации — 75,40 г/л. Соотношение A/G было нарушено только у одной особи и находилось на низком уровне — 0,28 ед., у остальных вариабельность была примерно вдвое выше (0,51–0,61 ед.).

По общему холестерину существенных отличий между телятами не зафиксировали, данный показатель находился между 2,0 ммоль/л и 2,8 ммоль/л, общий билирубин — 0,5–0,8 мкмоль/л, то есть находился на самом низком уровне по сравнению с другими возрастными группами (I и II). Мочевина и креатинин находились в диапазоне соответствующих референсных значений.

Содержание глюкозы, характеризующей углеводный обмен, только у одной особи III группы находилось на низком уровне и составило 0,29 ммоль/л, у остальных данный показатель варьировал между 2,1 ммоль/л и 4,1 ммоль/л.

На следующем этапе проводили аналогичный мониторинг у телят в разных возрастных группах по минеральному обмену (табл. 3).

Из таблицы 3 видно, что на всех этапах исследования концентрация Ca в сыворотке крови находилась почти в сходных позициях и имела колебания между 2,8 ммоль/л и 3,08 ммоль/л (с разницей между группами 5–7%). Данные недостоверны.

Содержание P находилось между 2,7 ммоль/л и 3,3 ммоль/л с разницей между I и II группами на 3%, между I и III — на 14,15% (p < 0,05), между II и III — на 16,5% (p < 0,001).

Соотношение Ca/P варьировало между 0,9 и 1,02 ед. Разница между I и II группами составила 10,1%. Сравнительно высокая разница зарегистрирована между II и III группами — на уровне 15% (при p < 0,05).

Таблица 3. Минеральный обмен у телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., продуктивность стада — 8100 кг молока за лактацию, порода голштинская)

Table 3. Mineral metabolism in calves (Q) in different age groups (December 2021, herd productivity — 8100 kg of milk per lactation, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения (норма для молочных коров)*	группа			Разница							
				I	II	III	I–II		I–III		II–III			
							%	p <	%	P <	%	p <		
1	Возраст	месяц		2	6	12								
2	Ca	ммоль/л	2,03–3,14	3,08 ± 0,06	2,91 ± 0,02	2,78 ± 0,03	5,5	н. д.	7,3	н. д.	4,5	н. д.		
3	P	ммоль/л	1,13–2,90	3,18 ± 0,16	3,27 ± 0,03	2,73 ± 0,05	2,8	н. д.	14,15	0,05	16,5	0,001		
4	Ca/P	ед.	0,81–2,41	0,99 ± 0,05	0,89 ± 0,05	1,02 ± 0,02	10,1	н. д.	3,0	н. д.	14,6	0,05		
5	Fe	мкмоль/л	12,96–34,14	17,41 ± 3,79	25,57 ± 0,91	23,76 ± 2,07	46,7	0,05	36,5	н. д.	7,8	н. д.		

Примечание: н. д. — недостоверно.

\*Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

**Таблица 4. Вариабельность (min-max) показателей минерального обмена у телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., продуктивность стада — 8100 кг молока за лактацию, порода голштинская)**

**Table 4. Variability (min-max) of indicators of mineral metabolism in calves (Q) in different age groups in the conditions (December 2021, herd productivity of 8100 kg of milk per lactation, Holstein breed)**

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения		Амплитуда вариабельности min-max в группах			Соотношение между min-max, ед.		
			соотношение min-max, ед.	норма для молочных коров)* min-max	I n = 12	II n = 12	III n = 12	I	II	III
1	<b>Ca</b>	ммоль/л	0,65	2,03–3,14	2,63–3,41	2,81–3,00	2,52–2,91	0,77	0,94	0,87
2	<b>P</b>	ммоль/л	0,39	1,13–2,90	1,87–3,88	3,07–3,47	2,31–3,03	0,48	0,88	0,76
3	<b>Ca/P</b>	ед.	0,34	0,81–2,41	0,76–1,41	0,82–0,95	0,89–1,14	0,54	0,84	0,78
4	<b>Fe</b>	мкмоль/л	0,38	12,96–34,14	2,04–39,64	20,82–30,72	7,90–32,62	0,38	0,68	0,24

\*Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

**Таблица 5. Активность ферментов сыворотки крови телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., n = 12 в каждой группе, порода голштинская)**

**Table 5. Activity of calf blood serum enzymes (Q) in different age groups (December 2021, n = 12 in each group, Holstein breed)**

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения (норма)	Группа			Разница в % и достоверность между группами					
				I	II	III	I–II		I–III		II–III	
							%	p <	%	p <	%	p <
1	АЛТ	МЕ/л	10–36	12,27 ± 1,23	26,24 ± 1,11	29,69 ± 1,71	214,0	0,001	242,0	0,001	13,15	н. д.
2	АСТ	МЕ/л	41–107	68,82 ± 6,21	87,97 ± 3,92	77,77 ± 4,25	27,8	0,05	13,0	н. д.	11,6	0,1
3	Щелочная фосфатаза	МЕ/л	31–163	288,33 ± 28,21	302,67 ± 19,4	172,75 ± 10,9	5,0	н. д.	40,1	0,01	42,9	0,001

Примечание: н. д. — недостоверно.

Содержание железа в сыворотке крови варьировало между группами в диапазоне между 17,4 и 25,6 мкмоль/л. Разница между I и II группами составила около 50% при  $p < 0,05$ , а между I и III — на 36,5% (на недостоверном уровне). Концентрация *Fe* в сыворотке крови у телят II и III групп была очень сходна (25,6 мкмоль/л и 24,0 мкмоль/л соответственно).

На следующем этапе изучали амплитуды вариабельности показателей в каждой группе по отдельности (табл. 4).

Анализ показателей вариабельности минерального обмена установил, что по содержанию *Ca* между телятами в I группе в молочный период не было существенной разницы и концентрация варьировала от 2,8 ммоль/л до 3,4 ммоль/л. Концентрация *P* в этой группе у всех телят находилась выше, чем 3,0 ммоль/л (3,0–3,85), кроме двух телочек, где его уровень в сыворотке крови составил 1,87 ммоль/л и 2,6 ммоль/л.

Соотношение *Ca/P* находилось в диапазоне 0,8–1,1 ед., кроме одной телочки, где данный показатель был на уровне 1,4 ед. В двухмесячном возрасте 33,3% ( $n = 4$ ) телочек имели концентрации *Fe* в диапазоне 2,0–7,0 мкмоль/л. У остальных 67% ( $n = 8$ ) телочек в молочном периоде концентрации *Fe* находились: у трех — на уровне 11–15 мкмоль/л, у двух — выше 38 мкмоль/л, а у трех — на уровне 23–27 мкмоль/л.

В возрасте 6 месяцев существенного отличия по диапазонам показателей уровня *Ca* зарегистрировано

не было. Регистрировали узкий диапазон вариабельности между 2,8 ммоль/л и 3,0 ммоль/л. *P* находился на уровне 3,1–3,5 ммоль/л, соотношение *Ca/P* — между 0,82 и 0,95 ед. Содержание *Fe* варьировало между 21 мкмоль/л и 31 мкмоль/л.

В возрасте 12 месяцев концентрация *Ca* имела вариабельность между животными на уровне 2,7–2,9 ммоль/л, *P* — 2,3–2,8 ммоль/л, а соотношение *Ca/P* имело амплитуду между 0,9 и 1,14 ед. *Fe* только у двух телочек имело концентрацию на уровне 7,9 мкмоль/л, у остальных этот показатель варьировал между 16 мкмоль/л и 32 мкмоль/л.

Также был проведен мониторинг активности ферментов сыворотки крови у телят разных возрастов (табл. 5).

Из таблицы 5 видно, что самый низкий уровень АЛТ зарегистрирован у телят I группы в молочном периоде и составил 12,3 МЕ/л. Во II и III группах этот показатель был в более чем два раза выше по сравнению с I группой и составил 26,2 МЕ/л и 29,7 МЕ/л соответственно (при статистически достоверном уровне  $p < 0,001$ ).

Содержание АСТ в молочном периоде телочек I группы по сравнению со II составил 68,8 МЕ/л, что меньше на 28%, то есть 19,15 МЕ/л (при достоверности  $p < 0,05$ ). Между II и III группами разница составляла 13%, или на 11,6 МЕ/л при низком уровне достоверности  $p < 0,1$ .

Уровень щелочной фосфатазы в I группе составил 288 МЕ/л — это меньше, чем во II группе, на 5%, то есть на 14,3 МЕ/л. Однако разница не была достоверна. Разница

между II и III группами составила 43% (то есть меньше, чем в шестимесячном возрасте, на 129,9 МЕ/л при высокодостоверном уровне  $p < 0,001$ ).

Также был изучен уровень вариабельности этих показателей в каждой группе (табл. 6).

Анализ показателей ферментативной активности телят в разных возрастах показал, что из 12 телят в I группе только у одного зарегистрирована

**Таблица 6. Вариабельность показателей активности ферментов сыворотки крови телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., порода голштинская)**

**Table 6. Variability of activity of calf blood serum enzymes (Q) in different age groups in the conditions (December 2021, Holstein breed)**

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения		Амплитуда вариабельности min-max в группах			Соотношение между min-max, ед.		
			норма	соотношение min-max, ед.	I	II	III	I	II	III
1	АЛТ	МЕ/л	10–36	0,28	6,3–17,8	18,3–30,1	17,2–36,5	0,35	0,61	0,47
2	АСТ	МЕ/л	41–107	0,39	32,6–101,2	66,2–109,7	57,4–108,3	0,32	0,60	0,53
3	Щелочная фосфатаза	МЕ/л	31–163	0,19	122–441	220–460	121–272	0,28	0,48	0,44

концентрация АЛТ ниже 6 МЕ/л, у других 11 телят по градации была концентрация: у 33% — на уровне 6–10 МЕ/л, у 58,3% — на уровне 12–18 МЕ/л. В III группе данный показатель только у одной особи составил меньше 20 МЕ/л (17,2 МЕ/л), у остальных находился в сходных позициях и варьировал в диапазоне 22–36 МЕ/л. Во II и III группах показатели АЛТ у всех телок находились в диапазоне 20–30 МЕ/л.

По содержанию АСТ у телят в раннем-возрасте (2 месяца) только у одного теленка зафиксирован сравнительно низкий уровень — 33 МЕ/л, остальные имели концентрацию 44–100 МЕ/л. Во II группе концентрация АСТ находилась на уровне 100 МЕ/л и выше у четырех животных (это составило 25% от общего количества), у остальных же диапазон варибельности составил 66–90 МЕ/л. В III группе показатель свыше 100 МЕ/л зафиксирован только у одной телки (108,3 МЕ/л), у остальных 11 телят (92%) — уровень между 60 МЕ/л и 96 МЕ/л.

Варибельность концентрации щелочной фосфатазы в I группе в молочном периоде отличалась большим разбросом значений только у 2 телочек из 12 — они

имели концентрацию на уровне 122 МЕ/л и 154 МЕ/л, у остальных 10 телочек — выше 250 МЕ/л. Из них у двух телят зарегистрирован аномально высокий уровень, который составил 432 МЕ/л и 441 МЕ/л. Во II группе (в возрасте 6 месяцев) такой высокий показатель зафиксирован только у двух телят (460 МЕ/л и 398 МЕ/л соответственно). Остальные показатели находились в диапазоне 240–300 МЕ/л, а в III группе уровень щелочной фосфатазы только у одной телки был высокий (272 МЕ/л). Остальные находились в пределах референсных значений.

### Выводы/ Conclusion

Таким образом, установлено, что варибельность значений биохимических показателей сыворотки крови телят в динамике имеет узкий диапазон у здоровых животных, а сами показатели соответствуют их физиологическому уровню. Отмечено, что с возрастом активизируются общий метаболизм и обменные процессы в целом для обеспечения роста и развития организма.

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.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материалы подготовлены в рамках государственного задания НИИР по теме FGGN-2021-0005.

### FUNDING:

The materials were prepared as part of the state research assignment on the topic FGGN-2021-0005.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Хоменко Р.М., Семенов Б.С., Кузнецова Т.Ш. Влияние кормовых добавок, используемых для коррекции метаболических процессов в рубце, на биохимические показатели крови у коров после отела. *Генетика и разведение животных*. 2021; (2): 10–15. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-2-10-15>
- Абилов А.И., Племяшов К.В., Комбарова Н.А., Пыжова Е.А., Решетникова М.Н. Некоторые аспекты воспроизводства крупного рогатого скота. Монография. Санкт-Петербург: *Перспект Науки*. 2019; 304. <https://elibrary.ru/mosbhn>
- Дерхо М.А. Активность ферментов эритроцитов как индикатор адаптивности телят к условиям существования. *Scientific Discoveries: Proceedings of articles II International Scientific Conference*. Киров: Международный центр научно-исследовательских проектов. 2017; 15–23. <https://elibrary.ru/ygludz>
- Решетникова Н.М., Виноградов В.Н., Комбарова Н.А. Направление научных исследований по повышению плодovitости КРС при высокой молочной продуктивности. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 60–67. <https://elibrary.ru/rbncwt>
- Дегтярев Д.В. Влияние органических и неорганических соединений селена на привесы и показатели антиоксидантной защиты у телят. *Ветеринарная патология*. 2003; (3): 70–71. <https://elibrary.ru/hsopp>
- Селищева Е.А. Показатели крови как индикатор ростовых процессов в организме молочных телят. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2020; 244(4): 168–173. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-168-173>
- Аргунов М.Н., Мельникова Н.В. Изыскания способов коррекции содержания тяжелых металлов в организме животных. *Материалы съезда ветеринарных фармакологов России*. Воронеж. 2008; 88–90. <https://elibrary.ru/vjuuy>
- Stamler J.S., Singel D.J., Loscalzo J. Biochemistry of nitric oxide and its redox-activated forms. *Science*. 1992; 258(5090): 1898–1902. <https://doi.org/10.1126/science.1281928>
- Гуляев Е.Г., Шумов А.В., Максимова А.С. Кормовые дрожжи в рационах лактирующих коров. *Молочная промышленность*. 2009; (4): 67. <https://elibrary.ru/kzqkjt>
- Фомичев Ю.П. Значение и оценка экологических факторов в биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 90–102. <https://elibrary.ru/rbncyh>
- Самохин В.Т. Нарушение обмена веществ — основная причина патологии воспроизводства молочных коров. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 315–317. <https://elibrary.ru/rbndir>

### REFERENCES

- Khomenko R., Semenov B., Kuznetsova T. The influence of feed additives used to correct metabolic processes in the rumen cows to biochemical indicators of blood from after calving. *Genetics and breeding of animals*. 2021; (2): 10–15 (In Russian). <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-2-10-15>
- Abilov A.I., Plemyashov K.V., Kombarova N.A., Pyzhova E.A., Reshetnikova M.N. Some aspects of the reproduction of cattle. Monograph. St. Petersburg: *Prospekt Nauki*. 2019; 304 (In Russian). <https://elibrary.ru/mosbhn>
- Derkho M.A. Erythrocyte enzyme activity as an indicator of adaptability of calves to living conditions. *Scientific Discoveries: Proceedings of articles II International Scientific Conference*. Kirov: Megdunarodnii center nauchno-issledovatel'skikh proectov. 2017; 15–23 (In Russian). <https://elibrary.ru/ygludz>
- Reshetnikova N.M., Vinogradov V.N., Kombarova N.A. The direction of scientific research to increase the fertility of cattle with high milk productivity. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 60–67 (In Russian). <https://elibrary.ru/rbncwt>
- Degtyarev D.V. Effect of organic and non-organic selenium compounds on gain and indicators of antioxidant protection in calves. *Veterinary pathology*. 2003; (3): 70–71 (In Russian). <https://elibrary.ru/hsopp>
- Selishcheva E.A. Blood indicators as an indicator of growth processes in the body of dairy calves. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2020; 244(4): 168–173 (In Russian). <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-168-173>
- Argunov M.N., Mel'nikova N.V. Finding ways to correct the content of heavy metals in the body of animals. *Proceedings of the I Congress of Veterinary Pharmacologists of Russia*. Voronezh. 2008; 88–90 (In Russian). <https://elibrary.ru/vjuuy>
- Stamler J.S., Singel D.J., Loscalzo J. Biochemistry of nitric oxide and its redox-activated forms. *Science*. 1992; 258(5090): 1898–1902. <https://doi.org/10.1126/science.1281928>
- Gulyaev E.G., Shumov A.V., Maksimova A.S. Feed yeasts in the rations of lactating cows. *Dairy Industry*. 2009; (4): 67 (In Russian). <https://elibrary.ru/kzqkjt>
- Fomichev Yu.P. The significance and assessment of environmental factors in the biology of reproduction of farm animals. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 90–102 (In Russian). <https://elibrary.ru/rbncyh>
- Samokhin V.T. Metabolic disorders are the main cause of the pathology of reproduction of dairy cows. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 315–317 (In Russian). <https://elibrary.ru/rbndir>

12. Косилов В.И., Миронова И.В. Влияние пробиотической добавки Ветоспорин-актив на эффективность использования энергии рациона лактирующими коровами черно-пестрой породы. *Вестник мясного скотоводства*. 2015; (2): 93–98. <https://elibrary.ru/tzqsrt>

13. Костомакхин Н.М., Сафонов С.Л. Характеристика морфологических и биохимических показателей крови чистопородного молодняка черно-пестрой породы и помесей с герефордской. *Вестник Курганской ГСХА*. 2020; (4): 15–22. <https://elibrary.ru/xujgji>

14. Косилов В.И., Джалов А.Г., Никонова Е.А. Морфологические и биохимические показатели крови телок черно-пестрой породы и ее помесей. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016; (5): 77–80. <https://elibrary.ru/wymyed>

15. Раицкая В.И., Глушков В.В., Виль Л.Г. Влияние гематологических и биохимических показателей крови у разных половозрастных групп крупного рогатого скота герефордской породы в разные сезоны года. *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2014; (8): 142–146. <https://elibrary.ru/tgksjh>

16. Ляпина В.О., Азмудинев Е.А., Белова Н.Ф., Титов М.Г. Морфологические и биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота при различных условиях его содержания. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2006; (2): 136–138. <https://elibrary.ru/mtafdp>

17. Алексеева Н.М., Романова В.В., Борисова П.П. Биохимические показатели крови молодняка герефордской породы в условиях Якутии. *Вестник КрасГАУ*. 2017; (7): 37–43. <https://elibrary.ru/zdudet>

18. Панков Б.Г. Анализ воспроизводительной способности коров для разработки мероприятий по борьбе с бесплодием на конкретных молочных фермах. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 349–352.

19. Миронова И.В., Гизатов А.Я., Гизатова Н.В. Гематологические показатели телок казахской белоголовой породы при использовании кормовой добавки БиоДарин. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015; (5): 127–129. <https://elibrary.ru/uzbyfj>

12. Kosilov V.I., Mironova I.V. Influence of probiotic supplement Vetosporin-activ on efficiency of diet energy use of milking cows of black spotted breed. *Herald of beef cattle breeding*. 2015; (2): 93–98 (In Russian). <https://elibrary.ru/tzqsrt>

13. Kostomakhin N.M., Safronov S.L. Characteristics of morphological and biochemical parameters of purebred young animals blood of Black-and-White breed and crossbreed with Hereford. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2020; (4): 15–22 (In Russian). <https://elibrary.ru/yxgji>

14. Kosilov V.I., Dzhhalov A.G., Nikonova Ye.A. Morphological and biochemical blood indices of black-spotted heifers and their hybrids. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2016; (5): 77–80 (In Russian). <https://elibrary.ru/wymyed>

15. Raitskaya V.I., Glushkov V.V., Vil L.G. The influence of hematological and biochemical blood parameters of young cattle blood under different care and management conditions. *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova*. 2014; (8): 142–146 (In Russian). <https://elibrary.ru/tgksjh>

16. Lyapina V.O., Azhmuldinov Ye.A., Belova N.F., Titov M.G. Morphological and biochemical parameters of young cattle blood under different care and management conditions. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2006; (2): 136–138 (In Russian). <https://elibrary.ru/mtafdp>

17. Alekseeva N.M., Romanova V.V., Borisova P.P. Biochemical indexes of blood of young growth of Hereford breed in the conditions of Yakutia. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2017; (7): 37–43 (In Russian). <https://elibrary.ru/zdudet>

18. Pankov B.G. Analysis of the reproductive ability of cows to develop measures to combat infertility on specific dairy farms. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 349–352 (In Russian).

19. Mironova I.V., Gizatov A.Ya., Gizatova N.V. Hematological parameters of Kazakh white-head heifers fed the "Biodarin" feed supplement. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015; (5): 127–129 (In Russian). <https://elibrary.ru/uzbyfj>

#### ОБ АВТОРАХ:

##### **Ахмедага Имаш оглы Абилов,**

доктор биологических наук, профессор,  
Федеральный исследовательский центр животноводства —  
ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,  
пос. Дубровицы, д. 60, Подольск, Московская обл., 142132,  
Россия  
[ahmed.abilov@mail.ru](mailto:ahmed.abilov@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

##### **Пётр Львович Козменков,**

генеральный директор, руководитель научного отдела,  
ООО «Алта-НН»,  
ул. Невская, д. 19а, Нижний Новгород, 603009, Россия  
<https://orcid.org/0009-0009-7504-348X>

##### **Надежда Владимировна Боголюбова,**

доктор биологических наук,  
Федеральный исследовательский центр животноводства —  
ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,  
пос. Дубровицы, д. 60, Подольск, Московская обл., 142132,  
Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

##### **Анна Владимировна Устименко,**

аспирант,  
Федеральный исследовательский центр животноводства —  
ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,  
пос. Дубровицы, д. 60, Подольск, Московская обл., 142132,  
Россия  
[anna-ustimenko94@mail.ru](mailto:anna-ustimenko94@mail.ru)  
<https://orcid.org/0009-0001-3839-4469>

#### ABOUT THE AUTHORS:

##### **Ahmedaga Imash Abilov,**

doctor of biological sciences, professor,  
Federal Research Center of Animal Husbandry —  
VIZ named after Academician L.K. Ernst,  
60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia  
[ahmed.abilov@mail.ru](mailto:ahmed.abilov@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

##### **Peter Lvovich Kozmenkov,**

General Director, Head of the Scientific Department,  
ООО «Alta-NN»,  
19a Nevskaya str., Nizhny Novgorod, 603009, Russia  
<https://orcid.org/0009-0009-7504-348X>

##### **Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova,**

doctor of biological sciences,  
Federal Research Center of Animal Husbandry —  
VIZ named after Academician L.K. Ernst,  
60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia  
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

##### **Anna Vladimirovna Ustimenko,**

post-graduate student,  
Federal Research Center of Animal Husbandry —  
VIZ named after Academician L.K. Ernst,  
60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia  
[anna-ustimenko94@mail.ru](mailto:anna-ustimenko94@mail.ru)  
<https://orcid.org/0009-0001-3839-4469>