

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.418-427>

УДК 636.2.034: 615.03/615.015.42

Влияние микроэлементного комплекса на морфобioхимический состав крови телят

© 2021. С. В. Николаев ✉

Институт агробioтехнологий им. А. В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар, Российская Федерация

В работе представлена оценка влияния микроэлементного комплекса Седимин на морфобioхимический состав крови телят в молочный период выращивания. Для эксперимента было сформировано 2 группы телок холмогорской голштинизированной породы в возрасте 2-3 недели. Телятам опытной группы трехкратно с интервалом в 7 дней внутримышечно инъектировали Седимин в дозе 5 мл, а контрольным животным соответствующим способом применяли физиологический раствор. Кровь для гематологических и биохимических исследований получали в начале эксперимента и через неделю после первой и последней инъекции. Согласно проведенным исследованиям установлено, что после однократной инъекции Седимина отсутствуют выраженные изменения в биохимическом профиле крови, за исключением снижения уровня мочевины на 30,6 % (с 4,9 до 3,4 ммоль/л; $P<0,001$). После трехкратного введения препарата наблюдался рост общего протеина на 9,6 % (с 54,2 до 59,4 г/л; $P<0,05$) и увеличение активности АЛТ в 2,2 раза ($P<0,001$), при этом в сравнении с контролем активность АсАТ была больше ($P<0,01$) на 43,4 % (57,5 Ед/л). Коэффициент де Ритиса в опытной группе снижался на 43,1 % (до 6,2; $P<0,01$), тогда как в контроле показатель, наоборот, увеличивался на 32,1 % (до 11,1). Отношение кальция к фосфору у всех животных снижалось на 28,8...32,1 % ($P<0,001$), однако у молодняка, обработанного Седимином, коэффициент был на 16,7 % (0,84) выше по отношению к интактной группе телят ($P<0,05$). Концентрация тиреоглобулина в опытной группе достоверно снизилась на 29,4 % (с 0,34 до 0,24; $P<0,01$) при стабильных значениях у телят, которым применяли физиологический раствор. Инъекции комплекса способствовали стабильному поддержанию в крови животных опытной группы железа, концентрация которого была выше в 3 раза ($P<0,01$) по отношению к контролю, где показатель составил 5,9 мкмоль/л. Также у контрольных животных наблюдалось снижение числа эритроцитов на 31,9 % (с $4,7 \cdot 10^{12}$ до $3,2 \cdot 10^{12}$) и гемоглобина на 19,5 % (с 87,2 до 70,2 г/л; $P<0,05$), при стабильных значениях в опытной группе, которые были выше на 56,3 % ($5,0 \cdot 10^{12}$) и 22,2 % (90,2 г/л) по отношению к контролю ($P<0,05$). Изменения в белой крови характеризовались более высоким уровнем лейкоцитов у телят опытной группы (на 27,7 %), в первую очередь за счет большего на 36,7 % ($4,1 \cdot 10^9$; $P<0,01$) числа лимфоцитарных клеток. Таким образом, трехкратная инъекция исследуемого препарата достаточно эффективно профилактировала железодефицит у телят в период кормления молоком и благоприятно отразилась на обменных процессах.

Ключевые слова: микроэлементозы, Седимин, йод, селен, железо, метаболизм, телята**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания (тема № 0412-2019-0051).

Автор благодарит А. Ф. Сапожникову за практическую помощь в выполнении данной работы.

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.**Для цитирования:** Николаев С. В. Влияние микроэлементного комплекса на морфобioхимический состав крови телят. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(3):418-427. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.418-427>

Поступила: 14.04.2021

Принята к публикации: 09.06.2021

Опубликована онлайн: 23.06.2021

The effect of the microelement preparation on the morphobiochemical composition of the blood of calves

© 2021. Semyon V. Nikolaev ✉

A. V. Zhuravsky Institute of Agro-Biotechnologies of Komi Science Centre of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktuvkar, Komi Republic, Russian Federation

The paper presents an assessment of the effect of the Sedimine microelement product on the morphobiochemical composition of the blood of calves during the milk feeding period. For the experiment, 2 groups of heifers of Holstein-Kholmogory breed at the age of 2-3 weeks were formed. The calves of the experimental group were injected intramuscularly with Sedimine at a dose of 5 ml three times with an interval of 7 days, and the control animals were given a saline solution in the same way. Blood for hematological and biochemical studies was obtained at the beginning of the experiment and a week after the first and last injection. According to the research it has been established, that after a single injection of Sedimine, there were no evident changes in the biochemical profile of the blood, with the exception of a decrease in the level of urea by

30.6% (from 4.9 to 3.4 mmol/l; $P<0.001$). After three-time administration of the drug, there was an increase in total protein by 9.6 % (from 54.2 to 59.4 g / l; $P<0.05$) and an increase in ALAT activity by 1.2 times ($P<0.001$), while in comparison with the control, the activity of AsAT was greater ($P<0.01$) by 43.4 % (57.5 U/l). The de Ritis coefficient in the experimental group decreased by 43.1 % (to 6.2; $P<0.01$), while in the control group, on the contrary, the indicator increased by 32.1 % (to 11.1). The ratio of calcium to phosphorus in all animals decreased by 28.8...32.1 % ($P<0.001$), but in young animals treated with Sedimine, the ratio was 16.7 % (0.84) higher compared to the intact group of calves ($P<0.05$). The concentration of thyroglobulin in the experimental group significantly decreased by 29.4 % (from 0.34 to 0.24; $P<0.01$), with stable values in calves that were treated with saline. Injections of the preparation contributed to the stable maintenance of iron in the blood of animals of the experimental group, the concentration of which was 3 times higher ($P<0.01$) in relation to the control, where the indicator was 5.9 micromol/l. Also, the control animals showed a decrease in the number of red blood cells by 31.9% (from $4.7 \cdot 10^{12}$ to $3.2 \cdot 10^{12}$) and hemoglobin by 19.5% (from 87.2 to 70.2 g / l; $P<0.05$), with stable values in the experimental group, which were higher by 56.3 % ($5.0 \cdot 10^{12}$) and 22.2 % (90.2 g/l) compared to the control ($P<0.05$). Changes in white blood were characterized by a higher level of white blood cells in calves of the experimental group (by 27.7 %), primarily due to a 36.7 % ($4.1 \cdot 10^9$; $P<0.01$) higher number of lymphocytic cells. Thus, a three-time injection of the test drug was quite effective in preventing iron deficiency in calves during milk feeding and had a positive effect on metabolic processes.

Keywords: trace elements, Sedimine, iodine, selenium, iron, metabolism, calves

Acknowledgements: The research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment No. 0412-2019-0051.

The author thanks A. F. Sapozhnikov for his practical help in carrying out this work.

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the author declared no conflict of interest.

For citation: Nikolaev S. V. The effect of the microelement preparation on the morphobiochemical composition of the blood of calves. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(3):418-427. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.418-427>

Received: 14.04.2021

Accepted for publication: 09.06.2021

Published online: 23.06.2021

Успешная профилактика заболеваний заразной и незаразной этиологии во многом зависит от обеспеченности животных необходимыми нутриентами [1, 2]. Стоит отметить, что многие регионы Российской Федерации (включая Республику Коми) эндемичны по ряду заболеваний, обусловленных дефицитом микроэлементов, особенно таких жизненно важных, как селен и йод [3, 4, 5]. Нехватка данных веществ в организме негативно сказывается на процессах метаболизма и в конечном итоге приводит к снижению резистентности и органопатологиям [6, 7]. Особенно неблагоприятно дефицит микронутриентов влияет на молодняк, что обусловлено высокой активностью пластического обмена [8, 9]. Недостаток селена у молодняка приводит к возникновению беломышечной болезни, характеризующейся дистрофией скелетной мускулатуры, сердца, поражением нервной системы, костяка и печени. К дефициту селена более восприимчив рогатый скот, свиньи и птица [10]. Йодная недостаточность приводит к возникновению эндемического зоба, сопровождающегося снижением темпов роста и продуктивности [11].

Несмотря на избыток некоторых веществ в воде и почве, в отдельные периоды онтогенеза животные также могут испытывать их дефицит, который, как правило, связан с недоступностью данных компонентов для усвоения или особенностями питания в данный период жизни. Например, молодняк

в раннем постнатальном онтогенезе часто испытывает дефицит железа, по причине низкой концентрации данного элемента в молоке матери [12].

Комплексный микроэлементсодержащий препарат Седимин, в состав которого входят железо, селен и йод, широко используется для профилактики микроэлементозов у различных видов сельскохозяйственных животных [13]. Показано положительное влияние данного средства на воспроизводительную функцию крупного рогатого скота и свиней [13, 14]. Вместе с тем, влияние комплекса микроэлементов на обменные процессы в организме молодняка крупного рогатого скота в молочный период выращивания изучено недостаточно и требует дальнейших исследований.

Цель исследований – изучить влияние комплексного препарата Седимин на морфобioхимический состав крови и темпы роста телят.

Материал и методы. Работа выполнена в 2020 году в лаборатории иммунобиохимического анализа биологических объектов центра коллективного пользования «Агробιοтехнология» Вятской ГСХА (г. Киров) и в отделе «Печорская опытная станция» Института агробιοтехнологий им. А. В. Журавского Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар).

Объектом исследований служили телята холмогорской породы с различной степенью голштинизации, принадлежащие одному из товарных хозяйств Корткеросского района

Республики Коми. Для экспериментальной работы было отобрано 20 телок в возрасте 2-3 недели, не имеющих какой-либо выраженной клинической патологии. Методом пар-аналогов животные были разделены на 2 группы по 10 животных в каждой. Телята содержались в одинаковых условиях, имели свободный доступ к воде, основу рациона составляло молоко (согласно схеме выпойки) и плюшенная смесь кукурузы и ячменя. Для чистоты проводимого опыта из питания животных были исключены все витаминно-минеральные добавки и премиксы.

Перед началом эксперимента для биохимических и морфологических исследований от всех телят получали венозную кровь, часть из которой стабилизировали ЭДТА, а часть – отстаивали и отделяли сыворотку. Опытной группе молодняка инъецировали Седимин (производство ООО А-БИО Фирма, Россия) по 5 мл трехкратно с интервалом в 7 дней, в контрольной группе применяли аналогичным способом физиологический раствор. Интервалы получения крови после инъекций определены с учетом рекомендуемой производителем кратности введения препарата (однократная инъекция), а также после трех введений. Для этого через неделю после первой обработки у телят получали кровь для биохимических исследований, а по истечению 7 дней после последней (третьей) инъекции взятие крови осуществляли для морфобиохимического анализа.

Согласно литературным данным¹, суточная потребность в железе у телят в первые два месяца онтогенеза составляет 65...100 мг, тогда как Седимин содержит в своем составе 16...20 мг элемента на 1 мл. Таким образом, инъекция 5 мл средства может в полной мере удовлетворить суточную потребность организма в данном элементе, однако однократное введение препарата теоретически не способно обеспечить потребность в микроэлементе на весь молочный период выращивания. Именно это послужило обоснованием для оценки трехкратного применения данного комплексного средства.

Динамику живой массы телят определяли путем взвешивания до начала экспериментальной работы, а также на момент окончания молочного периода выращивания в возрасте двух месяцев.

Концентрацию белка, белковых фракций, мочевины, креатинина, глюкозы, билирубина, микро- и макроэлементов, активность аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ), щелочной фосфатазы в сыворотке крови определяли на биохимическом анализаторе iMagic-V7 с применением коммерческих наборов реактивов фирмы «Диакон-Вет». Коэффициент де Ритиса рассчитывали как отношение АсАТ к АлАТ. Уровень общих иммуноглобулинов устанавливали преципитацией белков сыворотки 18 % сульфитом натрия с последующим измерением оптической плотности смеси при длине волны 400 нм. Степень эндотоксикоза определяли по концентрации веществ низкой и средней молекулярной массы (ВНСММ) в цельной крови по методике И. П. Степановой [15] в авторской модификации, при диапазоне длин волн от 298 до 238 нм с шагом 4 нм. Оптическую плотность проб определяли на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ.

Тиреоидный статус животных устанавливали на иммунохимическом анализаторе Immulite 2000XPi с использованием коммерческого набора Thyroid Uptake. Морфологическую картину крови определяли на ветеринарном гематологическом анализаторе URIT-3020, лейкограмму устанавливали визуальным подсчетом в мазках.

Статистический анализ проведен путем вычисления средней арифметической и стандартной ошибки, достоверность различий сравниваемых величин установлена при применении t-критерия Стьюдента² с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Динамика основных биохимических показателей крови в опытной и контрольной группах телят показана в таблице 1. Установлено, что по истечении 7 дней после первой инъекции у экспериментальных телят достоверные изменения биохимического профиля происходят лишь по отношению к уровню мочевины и иммуноглобулинов. Так, концентрация конечного продукта белкового обмена в сыворотке опытной группы животных снижалась на 30,6 % ($P < 0,001$), а уровень иммунных белков, наоборот, увеличивался в 2,3 раза в опыте и на 93,8 % в контроле ($P < 0,01$).

¹Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. М., 2003. С. 144-145.

²Меркурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1970. 330 с.

*Таблица 1 – Изменения биохимического состава крови телят при применении препарата Седимин /
Table 1 – Changes in the biochemical composition of the blood of calves when using the Sedimin preparation*

Показатель / Indicator	До введения / Before injection		После 1-й инъекции / After the 1st injection		После 3-х инъекций / After 3 injections	
	группа / group					
	опыт / experiment	контроль / control	опыт / experiment	контроль / control	опыт / experiment	контроль / control
Общий билирубин, ммоль/л / Total bilirubin, mmol/l	2,7±0,2	2,4±0,2	3,6±0,6	2,2±0,3	1,3±0,4 ^a	1,1±0,3 ^a
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	4,9±0,2	4,7±0,4	3,4±0,2 ^a	3,7±0,2	2,8±0,2 ^a	2,8±0,2 ^a
Щелочная фосфатаза, Ед/л / Alkaline phosphatase, Units/l	475±63	474±43	430±36	545±42	582±67	711±74 ^a
Общий протеин, г/л / Total protein, g / l	54,2±1,6	59,3±1,3	55,8±2,1	57,9±1,2	59,4±1,6 ^a	58,8±1,1
Альбумины, г/л / Albumins, g / l	33,4±0,6	35,3±0,6	34,2±0,9	35,4±0,6	34,8±0,4	37,1±0,5
Глобулины, г/л / Globulins, g / l	20,7±1,4	23,9±0,9	21,6±1,4	22,5±1,0	24,6±1,3	21,8±0,8
Альбумины/глобулины / Albumins/globulins	1,64±0,09	1,48±0,04	1,60±0,06	1,58±0,06	1,44±0,07 ^b	1,72±0,06 ^a
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	4,3±0,2	4,2±0,2	3,3±0,2	3,8±0,2	4,2±0,3	4,7±0,1
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/l	100,3±7,5	70,5±12,4	79,1±11,1	70,2±8,9	92,9±8,0	70,0±11,8
АлАТ, Ед/л / AlAT, Units/l	4,3±0,5	4,2±0,5	6,1±1,5	5,3±1,4	9,5±0,6 ^a	8,3±2,4
АсАТ, Ед/л / AsAT, Units/l	44,3±3,4	31,1±2,0	45,3±2,8	35,1±3,9	57,5±2,3 ^{a,b}	40,1±3,3 ^a
АсАТ/АлАТ / AsAT/AlAT	10,9±1,0	8,4±1,5	12,8±4,8	10,1±3,7	6,2±0,5 ^a	11,1±5,9
Иммуноглобулины, мг% / Immunoglobulins, mg%	25,1±3,4	29,1±3,9	57,4±7,0 ^a	56,4±4,1 ^a	77,4±6,0 ^a	72,4±5,6 ^a
BCHMW усл.ед./ SMLMW con. units	14,7±1,0	14,7±1,2	14,6±1,4	14,5±0,9	5,9±0,7 ^a	5,5±0,6 ^a

Примечание: Различия достоверны по отношению к собственным значениям на начало проведения эксперимента при ^aP<0,05...0,001; различия достоверны по отношению к значениям контрольной группы в тот же период при ^bP<0,05...0,001 /

Note: The differences are significant in relation to the eigenvalues at the beginning of the experiment at ^aP<0.05...0.001; the differences are significant in relation to the values of the control group in the same period at ^bP<0.05...0.001

По истечении месяца экспериментальной работы у телят двух групп наблюдалось достоверное снижение общего билирубина на 51,9...54,2 % (P<0,01) и мочевины на 40,4...42,9 % (P<0,01...0,001). В контрольной группе молодняка к концу исследований присутствовало увеличение активности щелочной фосфатазы на 50,0 % (P<0,05), в опытной данный показатель изменялся незначительно. У телят, которым инъецировали комплекс микроэлементов, наблюдался рост общего протеина на 9,6 % (P<0,05), концентрация белка в крови у контрольных животных оставалась неизменной. Перераспределение белковых фракций способствовало изменению альбумино-глобулинового отношения, при этом в кон-

трольной группе присутствовало увеличение показателя на 16,2 % (P<0,01), а в опытной, наоборот, происходило его снижение на 12,2 %.

На фоне применения Седимина отмечено повышение активности трансаминаз: АлАТ в 2,2 раза (P<0,001) и АсАТ на 29,8 % (P<0,05) по отношению к собственным значениям на начало эксперимента. В контрольной группе наблюдалось достоверное увеличение лишь активности АсАТ на 28,9 % (P<0,05), при этом ее значения оставались ниже на 43,4 % по сравнению с показателем телят опытной группы (P<0,01). Коэффициент де Ритиса в опытной группе снизился на 43,1 % (P<0,01) и был более оптимальный по сравнению с контролем, где показатель, наоборот, вырос

на 32,1 %. С учетом того, что повышение коэффициента, как правило, возникает на фоне повреждения сердечной мускулатуры, можно предположить, что селен, входящий в состав комплексного препарата, оказывал кардиопротективное действие и способствовал более оптимальному соотношению трансаминаз.

Динамика иммуноглобулинов у животных двух групп характеризовалась увеличением их концентрации в 1,5...2,1 раза ($P<0,001$), а степень эндогенной интоксикации по мере увеличения возраста телят, наоборот, снижалась на 59,9...62,6 % ($P<0,001$), вне зависимости от вида обработки.

Изменения минерального обмена (табл. 2) у телят контрольной и опытной групп по истечении 14 дней эксперимента характеризовались схожим снижением кальция на 22,3...23,1 % ($P<0,001$), при стабильной концентрации фосфора, что способствовало понижению кальций-фосфорного коэффициента на 23,7 % ($P<0,001$) в опытной и на 19,8 % в контрольной группах ($P<0,01$). Концентрация железа, при сравнении начальных показателей и через 7 дней, в опытной группе не имела достоверных различий, тогда как в контроле его содержание снизилось на 44,5 % ($P<0,01$).

*Таблица 2 – Динамика микро- и макроэлементов у телят, участвующих в эксперименте /
Table 2 – Dynamics of micro-and macroelements in calves participating in the experiment*

Показатель / Indicator	До введения / Before injection		После 1-й инъекции / After the 1st injection		После 3-х инъекций / After 3 injections	
	группа / group					
	опыт / experiment	контроль / control	опыт / experiment	контроль / control	опыт / experiment	контроль / control
Кальций, ммоль/л / Calcium, mmol/l	2,86±0,08	2,91±0,04	2,20±0,04	2,26±0,04	2,72±0,06	2,77±0,07
Фосфор, ммоль/л / Phosphorus, mmol/l	2,44±0,10	2,77±0,12	2,44±0,05	2,68±0,12	3,26±0,11 ^{a,b}	3,89±0,17 ^a
Кальций/фосфор / Calcium/Phosphorus	1,18±0,03	1,06±0,05	0,90±0,02	0,85±0,03	0,84±0,02 ^{a,b}	0,72±0,05 ^a
Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol/l	0,87±0,02	0,87±0,03	0,81±0,02	0,83±0,02	0,81±0,03	0,83±0,01
Железо, мкмоль/л / Iron, mmol/l	15,7±3,5	8,3±1,4	13,0±4,2	4,6±0,4	17,7±3,2 ^b	5,9±1,3
Цинк, мкмоль/л / Zinc, mmol/l	14,9±1,7	18,1±0,5	10,6±0,6	15,7±1,3	12,1±0,6 ^b	15,3±0,5 ^a
Медь, мкмоль/л / Copper, mmol/l	10,9±0,3	11,3±0,3	11,1±0,2	11,0±0,2	14,3±0,1 ^a	13,9±0,5 ^a

Примечание: Различия достоверны по отношению к собственным значениям на начало проведения эксперимента при ^a $P<0,05$...0,001; различия достоверны по отношению к значениям контрольной группы в тот же период при ^b $P<0,05$...0,001 /

Note: The differences are significant in relation to the eigenvalues at the beginning of the experiment at ^a $P<0,05$...0,001; the differences are significant in relation to the values of the control group in the same period at ^b $P<0,05$...0,001

Анализируя динамику макроэлементов после трехкратной обработки животных препаратом Седимин, можно констатировать, что на фоне восстановления уровня кальция до значений, полученных в начале эксперимента, содержание фосфора в сыворотке животных увеличивалось: в контроле на 40,4 % ($P<0,001$), у телят опытной группы – на 33,6 % ($P<0,01$), при этом показатель опытных животных был ниже по отношению к контролю на 16,1 % ($P<0,05$). Отношение кальция к фосфору у всех животных снижалось на протяжении эксперимента на 28,8...32,1 % ($P<0,001$), однако у

молодняка, которому инъектировали Седимин, коэффициент был на 16,7 % выше ($P<0,05$), чем у телят интактной группы.

Концентрация железа в сыворотке крови опытной группы животных после трех инъекций незначительно увеличилась (на 12,7 %), тогда как в контроле, наоборот, просматривалась тенденция по снижению уровня данного микроэлемента (на 28,9 %). У молодняка, которому инъектировали Седимин, уровень железа был выше по отношению к контролю в 3 раза ($P<0,01$). Содержание цинка у телят двух групп к концу эксперимента снизилось

на 14,9...18,8 %, тогда как концентрация меди выросла на 23,0...31,2 ($P<0,001$).

С учетом наличия йода в исследуемом препарате у телят, участвующих в эксперименте, была проведена оценка функциональной активности щитовидной железы по концентрации тиреоглобулина и тиреоидных гормонов. Как показали данные иммуноферментного анализа (табл. 3), уровень общего тироксина и трийодтиронина в двух группах с истечением времени незначительно увеличивался, не имея достоверных различий, концентрация тиреоглобулина в опытной

группе достоверно снизилась на 29,4 % ($P<0,01$) при стабильных значениях у телят, которым применяли физиологический раствор. С учетом того, что концентрация тиреоглобулина повышается при интенсивной секреции тиреотропного гормона и патологиях щитовидной железы, связанных с ее гиперплазией, можно предположить, что снижение концентрации данного прогормона обусловлено снижением функциональной активности данной железы внутренней секреции, которая может быть вызвана «насыщением» организма йодом.

*Таблица 3 – Изменение тиреоидного статуса у телят, участвующих в эксперименте, нг/мл /
Table 3 – Changes in thyroid status in calves participating in the experiment, ng/ml*

Показатель / Indicator	До введения / Before injection		После 3-х инъекций / After 3 injections	
	группа / group			
	опыт / experiment	контроль / control	опыт / experiment	контроль / control
Общий тироксин / Total thyroxine	99,7±6,6	101,2±5,2	101,6±9,4	108,9±5,9
Общий трийодтиронин / Total triiodothyronine	1,84±0,21	1,93±0,27	1,93±0,17	2,25±0,26
Тиреоглобулин / Thyroglobulin	0,34±0,02	0,35±0,03	0,24±0,02 ^{a, b}	0,37±0,07

Примечание: Различия достоверны по отношению к собственным значениям на начало проведения эксперимента при ^a $P<0,05$...0,001; различия достоверны по отношению к значениям контрольной группы в тот же период при ^b $P<0,05$...0,001 /

Note: The differences are significant in relation to the eigenvalues at the beginning of the experiment at ^a $P<0,05$...0,001; the differences are significant in relation to the values of the control group in the same period at ^b $P<0,05$...0,001

Выраженные изменения происходили в морфологическом составе крови (табл. 4). Так, при одинаковых значениях содержания эритроцитов у телят двух групп в начале эксперимента с истечением месяца у контрольных животных наблюдалось снижение числа красных кровяных клеток на 31,9 %, в опытной группе их концентрация оставалась стабильной и была выше на 56,3 % по отношению к контролю ($P<0,05$). Более низкая концентрация эритроцитов в крови у телят, получавших физраствор, способствовала снижению гематокрита на 38,3 % ($P<0,05$). Уровень гемоглобина в опытной группе молодняка также оставался стабильным, у контрольных животных он снизился на 19,5 % ($P<0,05$), и был меньше на 22,2 % по отношению к опыту ($P<0,05$). Несмотря на это, концентрация гемоглобина в эритроците животных, которым применяли Седимин, была ниже на 22,2 % по сравнению с контролем ($P<0,05$). По всей видимости, данное явление обусловлено гиперхромией эритроцитов контрольной группы телят, которая могла развиваться на

фоне дистрофических изменений в печени, вызванных недостатком селена.

Изменения в белой крови характеризовались более выраженным лейкоцитозом у телят опытной группы (концентрация лейкоцитов была выше на 27,7 % по отношению к контролю) главным образом за счет лимфоцитарных клеток, абсолютное содержание которых было больше на 75,0 % по отношению к контролю ($P<0,05$).

Анализ лейкограммы показал, что относительный уровень нейтрофилов в опытной группе телят снизился на 28,1 % ($P<0,05$) по отношению к значениям в начале экспериментальной работы, тогда как в контрольной группе их концентрация, наоборот, увеличилась на 29,6 % ($P<0,05$). При этом относительное количество нейтрофильных гранулоцитов в опытной группе животных к моменту окончания эксперимента была ниже на 35,0 % по отношению к контролю ($P<0,01$). Обратная картина наблюдалась в лимфоцитарном профиле: снижение числа лимфоцитов у телят контрольной группы на 22,8 % ($P<0,05$) по

сравнению с начальными значениями и увеличение их количества на 25,6 % в опытной группе. Таким образом, концентрация лимфоцитов к концу эксперимента в опытной группе

телят была выше на 36,7 % по отношению к контролю ($P < 0,01$), что более характерно для показателей лейкоцитарного профиля крови взрослых животных.

Таблица 4 – Изменения морфологического состава крови у телят на фоне применения минерального комплекса /

Table 4 – Changes in the morphological composition of the blood in calves against the background of the use of the mineral preparation

Показатель / Indicator	До введения / Before injection		После 3-х инъекций / After 3 injections	
	группа / group			
	опыт / experiment	контроль / control	опыт / experiment	контроль / control
Эритроциты, 10*12/л / Red blood cells, 10*12/l	4,8±0,5	4,7±0,6	5,0±0,5 ^b	3,2±0,4
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g / l	88,0±2,9	87,2±2,8	90,2±6,2 ^b	70,2±6,6 ^a
Гематокрит, % / Hematocrit, %	19,5±2,1	19,9±2,6	20,9±2,4 ^b	12,9±1,9
Средний объем эритроцита, фл / Average red blood cell volume, fl	41,1±1,0	41,9±1,0	41,7±1,0	38,8±1,1
Содержание гемоглобина в эритроците, пг/мл / The content of hemoglobin in the red blood cell, pg/ml	19,3±1,4	19,7±1,8	18,6±1,0 ^b	22,4±1,2
Тромбоциты, 10*9/л / Platelets, 10*9/l	439,7±38,2	416,2±31,2	480,0±31,4	518,0±58,2
Концентрация гемоглобина в эритроците, г/л / The concentration of hemoglobin in the red blood cell, g/l	469,5±30,2	474,0±49,8	445,3±21,4 ^b	572,0±34,8
Анизоцитоз эритроцитов, % / Anisocytosis of red blood cells, %	27,2±0,6	29,4±2,2	28,3±0,7	27,7±0,7
Лейкоциты, 10*9/л / White blood cells, 10*9/l	8,7±0,9	7,6±0,5	8,3±0,5 ^b	6,5±0,6
Нейтрофилы, 10*9/л / Neutrophils, 10*9/l	4,4±0,6	2,8±0,4	3,5±0,3	3,6±0,4
Эозинофилы, 10*9/л / Eosinophils, 10*9/l	0,1±0,0	0,2±0,1	0,0±0,0	0,0±0,0
Моноциты, 10*9/л / Monocytes, 10*9/l	0,6±0,1	0,8±0,2	0,6±0,1	0,4±0,1
Лимфоциты, 10*9/л / Lymphocytes, 10*9/l	3,5±0,3	3,8±0,3	4,1±0,5 ^b	2,4±0,3 ^a
Базофилы, 10*9/л / Basophils, 10*9/l	0,1±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Лейкограмма, % / Leukogram, %				
Нейтрофилы / Neutrophils	50,5±3,1	43,2±3,7	36,4±4,0 ^{a,b}	56,0±2,5 ^a
Эозинофилы / Eosinophils	1,1±0,3	0,3±0,1	2,0±1,1	0,4±0,1
Базофилы / Basophils	0,6±0,1	0,6±0,1	0,6±0,1	0,7±0,2
Лимфоциты/ Lymphocytes	40,6±2,5	48,3±3,6	51,0±4,3 ^b	37,3±2,4 ^a
Моноциты / Monocytes	7,2±1,2	7,7±1,5	10,1±2,0	5,6±1,0

Примечание: Различия достоверны по отношению к собственным значениям на начало проведения эксперимента при ^a $P < 0,05 \dots 0,001$; различия достоверны по отношению к значениям контрольной группы в тот же период при ^b $P < 0,05 \dots 0,001$ /

Note: The differences are significant in relation to the eigenvalues at the beginning of the experiment at ^a $P < 0,05 \dots 0,001$; the differences are significant in relation to the values of the control group in the same period at ^b $P < 0,05 \dots 0,001$

При измерении живой массы телят не установлено положительного влияния микро-элементного комплекса на прирост (табл. 5). Так, среднесуточный прирост в контрольной группе животных составил $1090,1 \pm 176,8$ г, в опытной группе данный показатель был не-

достоверно ниже на 14,9 %. По всей видимости, отсутствие положительного влияния препарата на прирост живой массы обусловлено выраженной активизацией процессов энергетического обмена. Стоит отметить, что современные подходы, связанные с интенсивным

выращиванием ремонтного молодняка, с физиологической точки зрения не всегда обоснованы. Активный откорм телок зачастую приводит к повышению упитанности, формированию значительного количества жировой ткани

и дистрофии скелетной мускулатуры, что, в свою очередь, негативно сказывается на репродуктивной функции и обмене веществ. Поэтому с этой позиции полученные результаты требуют дальнейших исследований.

Таблица 5 – Динамика изменения массы телят при применении исследуемого препарата /

Table 5 – Dynamics of changes in the weight of calves when using the test preparation

Показатель / Indicator	Группа / Group	
	опыт / experiment	контроль / control
Живая масса теленка в начале экспериментальной работы, кг / Live weight of the calf at the beginning of the experimental work, kg	39,8±2,3	40,7±3,8
Живая масса теленка на момент окончания молочного периода выращивания (возраст 2 месяца), кг / Live weight of the calf at the end of the milk feeding period (age 2 months), kg	74,2±6,9	81,0±4,4
Среднесуточный прирост, г / Average daily growth, g	927,9±212,6	1090,1±176,8

Заклучение. Биохимический анализ крови показал, что однократное введение препарата Седимин не оказывает существенного влияния на метаболизм у телят в молочный период выращивания, однако способствует поддержанию уровня железа в крови. При трехкратном введении исследуемого препарата у телят наблюдаются выраженные изменения в биохимическом и морфологическом профиле: наблюдается увеличение общего белка на 9,6 % и перераспределение его фракций, активация процессов переаминирования аминокислот (рост АлАТ в 2,2 раза и АсАТ на 29,8 %). Влияние комплекса микроэлементов отражается в поддержании опти-

мального уровня железа, а также концентрации гемоглобина и эритроцитов в крови, тогда как в контроле наблюдается снижение показателей (железа на 44,5 %, гемоглобина на 19,5 %). Уменьшение содержания в сыворотке тиреоглобулина на 29,4 % говорит о снижении функциональной нагрузки на щитовидную железу. Таким образом, исследуемый микроэлемент, содержащий комплекс, оказывает положительное влияние на обменные процессы у молодняка крупного рогатого скота, что позволяет снизить риск возникновения патологий, связанных с нарушением метаболизма на фоне микроэлементозов.

Список литературы

1. Кочегаров С. Н., Лылык С. Н., Пустовой С. А., Ленчевский С. А., Краснощекова Т. А., Перепёлкина Л. И. Влияние скармливания йодированного и селенобогатенного соевого белка на продуктивность крупного рогатого скота и свиней. Зоотехния. 2011;(3):15-16.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15613554>
2. Шемуранова Н. А., Гарифуллина Н. А. Растения как основа для создания экологически безопасных высокофункциональных биодобавок для животных (обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(5):483-502. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.483-502>
3. Мирошников С. А., Морган Г. А., Харламов А. В., Фролов А. Н., Завьялов О. А., Атландерова К. Н. Воспроизводительные качества коров герефордской породы канадской селекции в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции. Животноводство и кормопроизводство. 2018;101(4):109-116.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36736492>
4. Шемуранова Н. А., Гарифуллина Н. А. Ламинария японская и расторопша пятнистая для повышения продуктивности быков-производителей. Ветеринария. 2020;(12):43-46.
DOI: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2020.23.12.43-46>
5. Shemuranova N., Garifullina N., Filatov A., Sapozhnikov A., Plemiyashov K. Bulls' productivity using bio active additive «Lamarin Saldonum». Animal Reproduction Science. 2020;220:106445.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106445>

6. Конопельцев И. Г., Сапожников А. Ф., Николаев С. В. Иммунологические показатели телок и нетелей при назначении препаратов с селеном. Современные научно-практические достижения в ветеринарии: сб. статей Международ. научн.-практ. конф. Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. С. 21-25.

7. Шуплецова Н. Н., Конопельцев И. Г., Бледных Л. В. Влияние Селенолина, Седимина и Элеовита на воспроизводительную способность и уровень эндогенной интоксикации у телок и нетелей. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014;(5 (42)):46-51. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21949845>

8. Залюбовская Е. Ю. Использование хелатных форм йода, кобальта и селена в кормлении молодняка крупного рогатого скота. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2018;(4):125-132. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-125-132>

9. Баймишев Х. Б. Морфологические показатели органов гемоиммунопоза новорожденных телят. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2014;217(1):26-32. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21408179>

10. Апиева Э. Ж., Поветкин С. Н. Беломышечная болезнь и эффективность препарата Седимин в ее профилактике. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2010;(25):141-144.

11. Ковзов В. В., Фомченко И. В., Юркевич В. А. Профилактика недостаточности йода, селена и железа у телят и поросят с использованием ветеринарного препарата «Феросел». Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2013;49(1-2):110-113. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21523048>

12. Николаев С. В. Особенности изменений биохимического состава крови у телят в раннем постнатальном онтогенезе. Международный вестник ветеринарии. 2020;(4):165-169. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44402170>

13. Жук В. С., Ковзов В. В. Обменные нарушения у высокопродуктивных коров и их коррекция с использованием препаратов "Белавит" и "Седимин-Плюс". Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2012;48(1):80-83. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21587055>

14. Коротаева О. С., Калинина Е. А. Седимин как один из факторов увеличения роста поросят-отъемышей. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2010;(4 (20)):110-114. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15503881>

15. Степанова И. П., Дмитриева Л. М., Зайнчковский В. И. Биохимический метод оценки эндогенной интоксикации у коров. Ветеринария. 2004;(7):35-39.

References

1. Kochegarov S. N., Lylyk S. N., Pustovoy S. A., Lenchevskiy S. A., Krasnoshchekova T. A., Perepelkina L. I. *Vliyanie skarmlivaniya yodirovannogo i selenobogashchennogo soevogo belka na produktivnost' krupnogo rogatogo skota i sviney*. [Influence of feeding iodate and selenium cleaned soya protein on efficiency of a horned cattle and pigs]. *Zootekhniya*. 2011;(3):15-16. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15613554>

2. Shemuranova N. A., Garifullina N. A. *Rasteniya kak osnova dlya sozdaniya ekologicheski bezopasnykh vysokofunktsional'nykh biodobavok dlya zhivotnykh (obzor)*. [Plants as the basis for the development of environmentally friendly highly functional bioadditives for animals (review).]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(5):483-502. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.483-502>

3. Mirosnikov S. A., Morgan G. A., Kharlamov A. V., Frolov A. N., Zav'yalov O. A., Atlanderova K. N. *Vosproizvoditel'nye kachestva korov gerefordskoy porody kanadskoy seleksii v usloviyakh Yuzhno-Ural'skoy biogeo-khimicheskoy provintsii*. [Reproductive qualities of Hereford cows of Canadian breeding under conditions of South Ural biogeochemical province]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* = *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2018;101(4):109-116. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36736492>

4. Shemuranova N. A., Garifullina N. A. *Laminariya yaponskaya i rastoropsha pyatnistaya dlya povysheniya produktivnosti bykov-proizvoditeley*. [Laminaria japonica and silybum marianum to increase productivity of bulls-sires]. *Veterinariya* = *Veterinary*. 2020;(12):43-46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2020.23.12.43-46>

5. Shemuranova N., Garifullina N., Filatov A., Sapozhnikov A., Plemyashov K. Bulls' productivity using bio active additive «Lamarin Saldonum». *Animal Reproduction Science*. 2020;220:106445. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106445>

6. Konopel'tsev I. G., Sapozhnikov A. F., Nikolaev S. V. *Immunologicheskie pokazateli telok i neteley pri naznachenii preparatov s selenom*. [Immunological parameters of heifers and bred heifers when prescribing drugs with selenium]. *Sovremennye nauchno-prakticheskie dostizheniya v veterinarii: sb. stateyMezhdunarod. nauchn.-prakt. konf.* [Modern scientific and practical achievements in veterinary medicine. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference]. *Kirov: Vyatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya*, 2019. pp. 21-25.

7. Shupletsova N. N., Konopeltsev I. G., Blednykh L. V. *Vliyanie Selenolina, Sedimina i Eleovita na vosproizvoditel'nyuyu sposobnost' i uroven' endogennoy intoksikatsii u telok i neteley*. [The influence of celenoline, cedimin and eleovite on reproductive ability and level of endogenic intoxication at heifers]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2014;(5 (42)):46-51. (In Russ.).

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21949845>

8. Zalyubovskaya E. Yu. *Ispol'zovanie khelatnykh form yoda, kobal'ta i seleny v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota*. [Application of iodine helated forms, cobalt and selenium when feeding young cattle.]. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)* = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2018;(4):125-132. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-125-132>

9. Baymishev Kh. B. *Morfologicheskie pokazateli organov gemoimmunopoeza novorozhdennykh telyat*. [Morphological parametros of gemoimmunopoeza cal ves]. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana*. 2014;217(1):26-32. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21408179>

10. Apieva E. Zh., Povetkin S. N. *Belomyshechnaya bolezni i effektivnost' preparata Sedimin v ee profilaktike*. [White muscle disease and the effectiveness of Sedimine in its prevention]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2010;(25):141-144. (In Russ.).

11. Kovzov V. V., Fomchenko I. V., Yurkevich V. A. *Profilaktika nedostatochnosti yoda, seleny i zheleza u telyat i porosyat s ispol'zovaniem veterinarnogo preparata «Ferosel»*. [Prevention of iodine, selenium and iron deficiency in calves and piglets with the use of the veterinary drug "Ferosel"]. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny*. 2013;49(1-2):110-113. (In Belarus). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21523048>

12. Nikolaev S. V. *Osobennosti izmeneniy biokhimicheskogo sostava krovi u telyat v rannem postnatal'nom ontogeneze*. [Features of changes in the biochemical composition of calves' blood in early postnatal ontogenesis]. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii* = International Bulletin of Veterinary Medicine. 2020;(4):165-169. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44402170>

13. Zhuk V. S., Kovzov V. V. *Obmennye narusheniya u vysokoproduktivnykh korov i ikh korrektsiya s ispol'zovaniem preparatov "Belavit" i "Sedimin-Plyus"*. [Metabolic disorders cows and their correction with the use of drugs "Belavit" and "Sedimin -plus"]. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny*. 2012;48(1):80-83. (In Belarus).

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21587055>

14. Korotaeva O. S., Kalinina E. A. *Sedimin kak odin iz faktorov uvelicheniya rosta porosyat-ot'emyshey*. [Sedimin as one weanning pigs growth iccreasing factors]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education. 2010;(4 (20)):110-114. (In Russ.).

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15503881>

15. Stepanova I. P., Dmitrieva L. M., Zaynchkovskiy V. I. *Biokhimicheskiy metod otsenki endogennoy intoksikatsii u korov*. [Biochemical method of estimation of endogenous intoxication in cows]. *Veterinariya*. 2004;(7):35-39. (In Russ.).

Сведения об авторе

✉ **Николаев Семен Викторович**, кандидат вет. наук, научный сотрудник отдела «Печорская опытная станция» Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ул. Ручейная, д. 27, г. Сыктывкар, Российская Федерация, 167023, e-mail: nipti@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>, e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

Information about the author

✉ **Semyon V. Nikolaev**, PhD in Veterinary Science, researcher, the Department "Pechora Experimental Station", A. V. Zhuravsky Institute of Agro-Biotechnologies of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27 Rucheynaya str., Syktyvkar, Russian Federation, 167023, e-mail: nipti@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>, e-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author