

Влияние некоторых эндогенных факторов на биохимический и клинический статус овец

Н. В. БОГОЛЮБОВА, Р. А. РЫКОВ

Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Подольский р-н, Московская обл., 142132, Российская Федерация

Резюме. Работу проводили с целью изучения биохимических и клинических показателей крови в организме овец романовской породы в зависимости от физиологического состояния, возраста, пола, продуктивности, а также определения корреляций между клиническими и биохимическими показателями для поиска биомаркеров изменений обменных процессов. Исследовали пробы крови от овцематок через 30 дней (n=15) и 90 дней (n=14) после окота, ягнят – в возрасте 1 (n=15), 3 (n=14) и 4 (n=13) мес. Сыворотку крови анализировали на автоматическом биохимическом анализаторе ERBA XL-640, цельную кровь – на гематологическом анализаторе Micros CC-20Plus. В процессе лактации в крови овцематок уровень общего белка достоверно снижается на 16,79 % ($p \leq 0,001$), альбуминов – на 13,27 % ($p \leq 0,01$), глобулинов – на 18,84 % ($p \leq 0,01$), креатинина – на 11,76 % ($p \leq 0,01$), активность АСТ – на 23,28 % ($p \leq 0,01$), холестерина – на 32,23 % ($p \leq 0,001$). Наиболее значимые изменения происходят в крови ягнят с 1 до 3-месячного возраста. В этот период повышается уровень общего белка с 63,24 г/л до 69,59 г/л (на 10,04 % при $p \leq 0,001$), активность АЛТ – с 239 до 343,5 нмоль/с·л ($p \leq 0,05$), АСТ – с 1324,8 до 1923,5 нмоль/с·л ($p \leq 0,05$), количество эритроцитов – с 11,90 до 13,40 $\times 10^{12}$ /л, концентрация глюкозы снижается с 4,88 до 3,54 ммоль/л, триглицеридов – с 0,41 до 0,23 ммоль/л, холестерина – с 2,16 до 1,04 ммоль/л. На большинство изученных биохимических и клинических показателей крови в организме овец оказывают совокупное влияние половозрастная группа и продуктивность.

Ключевые слова: овцематки, ягнята, романовская порода, возраст, биохимические, клинические показатели крови, корреляции.

Сведения об авторах: Н. В. Боголюбова, доктор биологических наук, зав. отделом (e-mail: 652202@mail.ru); Р. А. Рыков, старший научный сотрудник.

Для цитирования: Боголюбова Н. В., Рыков Р. А. Влияние некоторых эндогенных факторов на биохимический и клинический статус овец // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 5. С. 29–36. doi: doi:10.53859/02352451_2024_38_5_29

The influence of some endopathic causes on the biochemical and clinical status of sheep

N. V. Bogolyubova, R. A. Rykov

Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, pos. Dubrovitsy, 60, Podol'skii r-n, Moskovskaya obl., 142132, Russian Federation

Abstract. The work aimed to study biochemical and clinical blood parameters in the body of Romanov breed sheep depending on the physiological state, age, gender, productivity, as well as to determine correlations between clinical and biochemical parameters to search for biomarkers of changes in metabolic processes. We studied blood samples from ewes 30 days (n=15) and 90 days (n=14) after lambing, and lambs at the age of 1 (n=15), 3 (n=14) and 4 (n=13) months. Blood serum was analysed on an ERBA XL-640 automatic biochemical analyser, and whole blood was analysed on a Micros CC-20Plus haematology analyser. During lactation, the level of total protein in the blood of ewes significantly decreases by 16.79% ($p \leq 0.001$), albumin – by 13.27% ($p \leq 0.01$), globulins – by 18.84% ($p \leq 0.01$), creatinine – by 11.76% ($p \leq 0.01$), AST activity – by 23.28% ($p \leq 0.01$), cholesterol – by 32.23% ($p \leq 0.001$). The most significant changes occur in the blood of lambs from 1 to 3 months of age. During this period, the level of total protein increases from 63.24 g/l to 69.59 g/l (by 10.04% at $p \leq 0.001$), ALT activity increases from 239 to 343.5 nmol/s·l ($p \leq 0.001$), AST – from 1324.8 to 1923.5 nmol/s·l ($p \leq 0.05$), red blood cell count – from 11.90 to 13.40 $\times 10^{12}$ /l, glucose concentration decreases from 4.88 to 3.54 mmol/l, triglycerides – from 0.41 to 0.23 mmol/l, cholesterol – from 2.16 to 1.04 mmol/l. Most of the studied biochemical and clinical blood parameters in the body of sheep are jointly influenced by the sex-age group and productivity.

Keywords: ewes; lambs; Romanov breed; age; biochemical; clinical blood parameters; correlations.

Author Details: N. V. Bogolyubova, Cand. Sc. (Biol.), head of division (e-mail: 652202@mail.ru); R. A. Rykov, senior research fellow.

For citation: Bogolyubova NV, Rykov RA [The influence of some endopathic causes on the biochemical and clinical status of sheep] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2024;38(5):29–36. Russian. doi: doi:10.53859/02352451_2024_38_5_29

Биохимические и клинические показатели крови – важные инструменты раннего предупреждения нарушений в кормлении, а также доклинических патологий состояния здоровья животных. Несмотря на широкое распространение биохимических исследований, изучение различных параметров крови не теряет своей актуальности. Биохимические и клинические показатели крови изучают для объективной оценки влияния на организм различных алиментарных факторов [1, 2, 3], при воздействии стрессов различной этиологии [4, 5].

На биохимические параметры крови животных оказывает влияние ряд таких эндогенных и экзогенных факторов, как генотип [6], пол [7], возраст [8, 9] географическое нахождение [8], сезон года и уровень продуктивности [9], физиологический статус [10].

Гематологические параметры рассматривают как полезные инструменты для выявления адаптационных и физиологических процессов [11, 12, 13]. Имеются данные о значимых корреляциях между такими гема-

тологическими показателями, как содержание лимфоцитов, гемоглобина и гематокрита у ягнят и овцематок породы оулд джеллал, традиционно выращиваемых в полусухих зонах Алжира [14].

С развитием научно-технического прогресса в области биомедицины и ветеринарной диагностики появляются новые автоматические приборы и методы исследования. Несмотря на широкую изученность вопроса актуальным остается поиск зависимостей биохимических и клинических показателей крови от возраста, физиологического состояния для правильной интерпретации и корректной оценки состояния организма животных. Это связано с тем, что существующие интервалы биохимических показателей крови определены для вида овец в целом, без разделения по половой принадлежности, возрасту и др. [15]. Кроме того, интерес представляет поиск доступных биомаркеров состояния здоровья животных, в том числе в зависимости от возраста и физиологического состояния.

Романовские овцы входят в число одной из распространенных пород не только в России, но и за её пределами. Важнейшая их характеристика – плодовитость, за один окот самка приносит 2...3 жизнеспособных ягнят. Овец романовской породы широко используют в программах скрещивания из-за ряда отличительных особенностей, для животных характерны сильно развитый материнский инстинкт, очень хорошая плодовитость, выносливость, высокая энергичность ягнят при рождении, большая продолжительность случного сезона [16]. В связи с этим своевременная диагностика и правильная интерпретация биохимических и клинических показателей крови у животных этой породы различных половозрастных групп актуальна, но таких данных в литературе недостаточно. Кроме этого, необходимы знания о возможных взаимосвязях клинических и биохимических индикаторов крови овец для поиска биомаркеров различных доклинических нарушений.

Цель исследований – изучение биохимических и клинических показателей крови в организме овец романовской породы в зависимости от физиологического состояния, возраста, пола и продуктивности, а также определение корреляций между клиническими и биохимическими показателями для поиска биомаркеров изменений обменных процессов.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в 2022 г. в условиях физиологического двора ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на овцах романовской породы в весенний период при стойловом содержании. В эксперименте были задействованы следующие группы животных: овцематки через 30 дней после окота (n=15), овцематки через 90 дней после окота, при отъеме ягнят (n=14), ягнята романовской породы в возрасте 1 мес. (n=15), 3 мес. (n=14) и 4 мес. (n=13).

Овцематки потребляли сбалансированный основной общехозяйственный рацион для лактирующих животных, который состоял из сена злаково-разнотравного и комбикорма ОК-80 (до 40...50 % энергетической питательности рациона). Молодняк овец с 1 до 3-месячного возраста содержали на подсосе с овцематками. Рацион ягнят был сбалансирован по нормам для этой половозрастной группы и состоял из комбикорма (150...200 г на 1 голову в сутки) и сена разнотравного (в свободном доступе). После отбивки, с 3-месячного возраста ягнята получали сбалансированный рацион, состоящий из сена и 300 г концентратов.

Таблица 1. Биохимические показатели крови в организме овцематок через месяц после окота (n=15)

Показатель	Среднее значение	min	max	Стандартная ошибка средней	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
Белок общий, г/л	68,18***	58,70	81,10	1,68	6,50	9,53
Альбумины, г/л	25,25**	21,80	27,90	0,55	2,15	8,50
Глобулины, г/л	42,93**	338,90	55,90	1,39	5,37	12,50
А/Г	0,59	0,45	0,73	0,02	0,07	11,66
Мочевина, мМ/л	4,10**	2,0	6,50	0,33	1,30	31,64
Креатинин, мкМ/л	87,73**	72,92	102,76	2,19	8,47	9,65
АЛТ, нмоль/с·л	472,7	185	610	29,2	112,8	23,87
АСТ, нмоль/с·л	1943,3***	1458	2372	65,8	255	13,12
Глюкоза, мМ/л	3,72	3,28	4,12	0,07	0,25	6,82
Триглицериды, мМ/л	0,23	0,17	0,31	0,01	0,04	16,85
Билирубин общий, мкМ/л	0,73	0,50	1,20	0,04	0,17	23,7
Холестерин, мМ/л	1,52***	1,15	1,97	0,05	0,21	13,94
Са, мМ/л	2,50**	1,88	2,81	0,06	0,22	8,68
Р, мМ/л	2,43***	1,66	3,0	0,11	0,41	16,96
Mg, мМ/л	0,81	0,63	1,24	0,05	0,18	22,45
Fe, мкМ/л	34,61***	21,02	61,21	3,35	12,96	37,44
Хлориды, мМ/л	112,99	109,90	117,90	0,52	2,01	1,78
Щелочная фосфатаза, нмоль/с·л	2323***	1450	3717	202,83	785	33,80

различия, по сравнению с овцематками при отъеме ягнят, статистически достоверны при $p \leq 0,01$, * при $p \leq 0,001$.

Отбор проб крови от животных осуществляли через 3 ч после утреннего кормления, для этого использовали вакуумные пробирки Vacuette (GreinerBio-One, Австрия) с антикоагулянтом ЭДТА и активатором сгустка. Для получения сыворотки кровь центрифугировали при 5000 оборотах в течение 5 минут.

На автоматическом биохимическом анализаторе ERBA XL-640 (ERBA, Lachema s.r.o., Чешская Республика) определяли следующие биохимические показатели: концентрация общего белка (биуретовый метод), альбуминов (колориметрический метод), глюкозы, холестерина, триглицеридов (ферментативно-глюкозоксидазный метод), билирубина (метод Walters и Gerarde), кальция (О-крезолфталейновый комплексоновый метод), фосфора, магния, железа, хлоридов (колориметрический), мочевины (по Бертелоту), активность аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), щелочной фосфатазы (ЩФ) (УФ-кинетический метод). Содержание глобулинов (общий белок-альбумины) и альбумино-глобулиновое соотношение (А/Г) определяли расчетным методом. На гематологическом анализаторе Micros CC-20Plus (HTI, США) с использованием системных реагентов определяли следующие гематологические показатели: число эритроцитов, лейкоцитов, содержание гемоглобина, показатель гематокрита.

Для статистической обработки применяли программные пакеты Microsoft Office Excel 2003, STATISTICA 10 (Statistica 13RU, StatSoft, США). Использовали методы описательной статистики, однофакторного и двухфакторного дисперсионного, корреляционного анализов. Данные перед анализом проверяли на нормальность распределения по критериям Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Рассчитывали средние значения (M), стандартные ошибки средних ($\pm$ SEM), стандартное отклонение, минимальное (min) и максимальное (max) значения, коэффициент вариации (Cv), t-критерий Стьюдента, коэффициенты корреляции по Пирсону. Отличия считали статистически достоверными при $p < 0,05$, высоко достоверными – при $p < 0,01$; $p < 0,001$.

Результаты и обсуждение. Изучение биохимического профиля лактирующих овцематок в динамике показало, что некоторые показатели крови претерпевают изменения в процессе лактации (табл. 1, 2). В частности, в конце лактации уровень общего белка в крови овцематок достоверно снижается на 16,79 %

Таблица 2. Биохимические показатели крови в организме овцематок при отъеме ягнят (n=14)

Показатель	Среднее значение	min	max	Стандартная ошибка средней	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
Белок общий, г/л	56,73***	43,20	70,90	2,60	9,72	17,14
Альбумины, г/л	21,90**	10,90	15,30	0,95	3,54	16,16
Глобулины, г/л	34,84**	26,10	45,10	1,78	6,67	19,14
А/Г	0,64	0,51	0,76	0,02	0,08	11,82
Мочевина, мм/л	7,26**	3,19	16,43	0,89	3,35	46,12
Креатинин, мкм/л	77,41**	62,13	94,78	2,42	9,04	11,68
АЛТ, нмоль/с·л	446,7	163,3	611,7	33,2	124,3	27,84
АСТ, нмоль/с·л	1491***	835	2330	99,2	371,3	24,91
Глюкоза, мм/л	3,72	3,88	2,77	0,26	0,97	26,05
Триглицериды, мм/л	0,24	0,09	0,55	0,03		
Билирубин общий, мкм/л	0,74	0,47	1,16	0,06	0,23	31,30
Холестерин, мм/л	1,03***	0,78	0,78	1,38	0,05	19,05
Ca, мм/л	2,27**	1,98	2,48	0,04	0,15	6,44
P, мм/л	1,65***	1,06	2,76	0,11	0,40	23,91
Mg, мм/л	0,84	0,68	0,99	0,02	0,09	10,63
Fe, мкм/л	15,36***	7,31	24,78	1,58	5,90	38,40
Хлориды, мм/л	112,39	109,40	115,70	0,44	1,66	1,48
Щелочная фосфатаза, нмоль/с·л	1136***	0,47	1833	103,8	388,8	34,23

различия, по сравнению с овцематками через месяц после окота, статистически достоверны при $p \leq 0,01$, * $p \leq 0,001$.

($p \leq 0,001$) из-за изменения концентрации как альбуминов (разница 13,27 % при $p \leq 0,01$), так и глобулинов (18,84 % при $p \leq 0,01$). Уровень общего белка в крови тесно связан с массой животного и рационом кормления, особенно при лактации возрастает потребность в белках для синтеза компонентов молока. Уровень мочевины у овцематок более поздней лактации был достоверно выше, чем у аналогов через месяц после окота (разница 43,53 % при $p \leq 0,01$). Известно, что мочевина, синтезируемая у жвачных в печени и в стенке рубца из азота аммиака, аминокислот и амидов, очень точно отражает концентрацию аммиака в рубце, уровень и качество протеина рациона [17]. Средняя концентрация креатинина у овцематок через месяц после окота составила 87,73 мкм/л, через 3 мес. – 77,41 мкм/л, что на 11,76 % ниже (при $p \leq 0,01$) и может быть связано с более высокими энергетическими потребностями в начале лактации, по сравнению с более поздним периодом. В процессе

лактации у овцематок значительно снижалась активность АСТ (на 23,28 % при $p \leq 0,01$), что мы связываем с уменьшением нагрузки на сердечно-сосудистую систему и печень при включении в этот период адаптационных механизмов организма. И наоборот, повышение активности ферментов через месяц после окота может свидетельствовать об активации белкового и аминокислотного обмена, повышенной нагрузке на печень и сердечно-сосудистую систему. Достоверное снижение в процессе лактации уровня холестерина в крови овцематок на 32,23 % при $p \leq 0,001$ свидетельствует о повышенном расходовании этого метаболита на синтез биологически активных соединений, в том числе стероидных гормонов. Уровни кальция, фосфора и железа в процессе лактации в крови овцематок уменьшаются на 9,2 ($p \leq 0,01$), 32,10 и 55,61 % ($p \leq 0,001$) соответственно. Такая картина может быть связана с повышенной потребностью в этих элементах у подсосного молодняка.

Таблица 3. Оценка биохимических показателей крови в организме ягнят разного возраста

Показатель	1 месяц (n=15)			3 месяца (n=14)			4 месяца (n=13)		
	среднее значение	стандартная ошибка средней	стандартное отклонение	среднее значение	стандартная ошибка средней	стандартное отклонение	среднее значение	стандартная ошибка средней	стандартное отклонение
Белок общий, г/л	63,24	0,98	3,80	69,59 ¹¹¹	1,14	4,25	68,99	1,36	4,92
Альбумины, г/л	23,60	0,23	0,90	22,29 ¹¹¹	0,34	1,29	20,32 ³³³	0,31	1,13
Глобулины, г/л	39,64	1,03	3,98	47,30 ¹¹¹	0,97	3,63	48,67	1,20	4,31
А/Г	0,60	0,02	0,07	0,47 ¹¹¹	0,01	0,04	0,42 ³³³	0,01	0,03
Мочевина, мм/л	4,28	0,33	1,27	6,69 ¹¹¹	0,50	1,88	8,40 ³	0,53	1,92
Креатинин, мкм/л	82,06	1,64	6,37	82,07	1,29	4,84	82,95	2,11	7,62
АЛТ, нмоль/с·л	239	14,5	56,2	343,5 ¹¹¹	28	104,5	147,5 ³³³	18,7	67,2
АСТ, нмоль/с·л	1324,8	56,2	217,7	1923,5 ¹	131	490,3	1274,7 ³³	114,2	411,7
Глюкоза, мм/л	4,88	0,17	0,64	3,54 ¹¹¹	0,09	0,37	2,49 ³³³	0,12	0,42
Триглицериды, мм/л	0,41	0,06	0,22	0,23 ¹¹¹	0,01	0,04	0,17 ³³	0,01	0,39
Билирубин общий, мкм/л	1,46	0,09	0,34	1,57 ¹¹¹	0,08	0,31	0,95 ³³³	0,04	0,16
Холестерин, мм/л	2,16	0,19	0,73	1,04 ¹¹¹	0,10	0,39	1,03	0,11	0,39
Ca, мм/л	2,97	0,03	0,12	2,75 ¹¹¹	0,03	0,09	2,54 ³³³	0,04	0,14
P, мм/л	3,30	0,11	0,44	2,58 ¹¹¹	0,08	0,30	2,26 ³	0,10	0,36
Mg, мм/л	0,79	0,04	0,17	1,40 ¹¹¹	0,10	0,36	0,75 ³³³	0,05	0,19
Fe, мкм/л	41,87	1,74	6,72	28,81 ¹¹¹	1,63	6,11	28,55	1,27	4,56
Хлориды, мм/л	114,09	0,35	1,34	107,97	0,55	2,04	107,88	0,93	3,36
Щелочная фосфатаза, нмоль/с·л	9243	813	3149	3632 ¹	367	1372	1519 ³³³	140,5	506,8

¹различия статистически достоверны, по сравнению с ягнятами в возрасте 1 мес., при $p \leq 0,05$, ¹¹¹ $p \leq 0,01$, ¹¹¹¹ $p \leq 0,001$; ³по сравнению с ягнятами в возрасте 3 мес., при $p \leq 0,05$, ³³ $p \leq 0,01$, ³³³ $p \leq 0,001$.

В других работах по изучению влияния климатических и возрастных аспектов на биохимические показатели крови овцематок были показаны значительные изменения в зависимости от географического положения концентрации холестерина, глюкозы, эстрадиола и гормона роста в крови сухостойных арабских овцематок [8]. Причину этих различий исследователи видят в рационах кормления, системе выпаса, климатических условиях. В этом исследовании концентрация глюкозы у взрослых овцематок была больше, чем у молодых. Это объясняется более высокой потребностью в глюкозе организма молодых животных для поддержания активности клеток в процессе интенсивного роста массы и развития тела [8].

С возрастом наибольшие изменения изучаемых показателей отмечали с 1 до 3-месячного возраста (табл. 3). В первый месяц жизни ягнят уровень общего белка составлял 63,24 г/л, а к 3 мес. увеличивался до 69,59 г/л (разница 10,04 % при $p \leq 0,001$). Повышение происходило в результате изменения содержания глобулиновой фракции. Аналогичную тенденцию наблюдали и Новгородова И. П. с соавторами, отмечая рост концентрации этого метаболита в крови ягнят романовской породы с 47,59 г/л в 3-месячном возрасте до 60,87 г/л в 9-месячном [18]. Повышение уровня общего белка в крови молодняка с возрастом может быть обусловлено увеличением синтеза аминокислот, что в наших исследованиях также подтверждается повышенным количеством мочевины. Поскольку потребность ягнят на подсосе в питательных веществах зависит от рациона маток, то иногда уровень общего белка в крови молодняка может возрастать и при низкой концентрации мочевины [19]. Изменение содержания белка в крови часто используют в качестве индикаторов стресса у жвачных животных, так как некоторые стрессоры могут снижать уровень общего белка и альбуминов в крови [20]. Этим можно

Таблица 4. Клинические показатели крови в организме исследованных животных, ($M \pm m$)

Показатель	Овцематки		Молодняк в возрасте, мес.		
	1 месяц после окота (n=15)	3 месяца после окота (n=14)	1(n=15)	3(n=14)	4(n=13)
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	16,54 $\pm$ 0,93	15,70 $\pm$ 1,57	20,05 $\pm$ 1,29	24,18 $\pm$ 2,49	30,40 $\pm$ 1,94
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	7,06 $\pm$ 0,41	6,06 $\pm$ 0,61	11,90 $\pm$ 0,17	12,71 $\pm$ 0,60 ¹¹	13,40 $\pm$ 0,29
Гемоглобин, г/л	60,21 $\pm$ 3,03	51,70 $\pm$ 4,44	101,62 $\pm$ 1,65	103,01 $\pm$ 4,94	101,38 $\pm$ 2,06
Гематокрит, %	27,04 $\pm$ 1,24	23,91 $\pm$ 1,97	41,06 $\pm$ 0,77	43,15 $\pm$ 2,15	44,16 $\pm$ 1,12

¹¹различия, по сравнению с животными в возрасте 1 мес., статистически достоверны при $p \leq 0,01$.

объяснить достоверное уменьшение концентрации альбуминов в крови ягнят 4-месячного возраста, по сравнению с 3-месячными (на 8,84 % при $p \leq 0,001$). Такие изменения могут быть связаны с физиологическими процессами во время быстрого роста и развития, стрессом при отъеме (в 3 мес.), изменениями в составе рациона. Кроме того, уменьшение уровня альбуминов в крови ягнят после отъема можно объяснить развитием многокамерного желудка, что часто совпадает с периодом снижения скорости роста и указывает на неадекватную скорость распада белков рациона и энергии и изменениями функции печени. Соотношение А/Г в период с 3 до 4 мес. в крови ягнят также сократилось на 0,05 единиц ($p \leq 0,001$).

Активность АЛТ в крови животных в 1 мес. составляла 239 нмоль/с $\cdot$ л, АСТ – 1324,8 нмоль/с $\cdot$ л, в 3-месячном возрасте – 343,5 и 1923,5 нмоль/с $\cdot$ л (при $p \leq 0,001$ и $p \leq 0,05$, соответственно). Можно предположить, что введение в рацион животных большего количества концентратов способствует повышенной нагрузке на печень. Подобную тенденцию наблюдали и другие ис-

следователи, показавшие, что в крови гибридных телят активность АЛТ и АСТ с возрастом увеличивается, а также зависит от половой принадлежности и условий содержания [21].

С увеличением возраста концентрация глюкозы в крови ягнят снижается с 4,88 мМ/л (в 1 мес.) до 3,54 мМ/л (в 3 мес.) и 2,49 мМ/л (в 4 мес.). При изучении содержания этого метаболита в крови ягнят в динамике с 1 до 12-месячного возраста, максимальное значение было отмечено у животных в 1 мес. [22]. Такую ситуацию связывают с тем, что молозиво и молоко более богаты жирами и углеводами, чем концентрированные корма, которые вводят в рацион для приучения к основным кормам [23].

Результаты более ранних исследований свидетельствуют о том, что заметное снижение в крови концентрации глюкозы при увеличении незатерифицированных жирных кислот (НЭЖК) указывает на переходный период формирования преджелудков жвачных [24]. Мы наблюдали, что уровни триглицеридов и холестерина у ягнят находятся на максимальной отметке в месячном возрасте – соответственно 0,41 мМ/л и 2,16 мМ/л, у животных в 3 мес. величины этих показателей составляли 0,23 и 1,04 мМ/л, в 4 мес. – 0,17 и 1,03 мМ/л. Скорее всего, с возрастом и набором живой массы в организме происходит более интенсивный жировой обмен.

При анализе состояния минерального обмена обнаружено достоверное снижение с возрастом концентрации кальция, фосфора и железа в организме ягнят. Вероятно, такая динамика связана с ростом костяка и формированием иммунной системы ягнят в этот возрастной период [24].

Достоверных различий в клинических показателях в организме овцематок разных групп (1 и 3 мес. после окота) не обнаружено (табл. 4). Сравнивая клинические показатели крови ягнят разных возрастов, отмечено увеличение количества эритроцитов с возрастом. Это

согласуется с результатами исследований на быках-производителях [25].

Результаты дисперсионного анализа с целью определения влияния пола, возраста, а также их совокупности на изучаемые параметры крови молодняка романовских овец свидетельствуют о том, что на концентрацию мочевины и хлоридов в крови с высокой долей вероятности влияла половая принадлежность (табл. 5). Остальные параметры не зависели от этого фактора. При этом, например, в исследованиях Azimzadeh K. et. al. в зависимости от пола овец сильно изменялись концентрации глюкозы и креатинина. Уровень этих метаболитов у самцов был выше, чем у самок. Для креатинина авторы связывают такое явление с более высокой мышечной массой у самцов, а повышение уровня глюкозы в крови самцов – с более выраженной реакцией на стресс. Возраст овец в этом исследовании накладывал отпечаток также на концентрацию холестерина и его фракций – липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) [8].

Таблица 5. Влияние факторов «пол» и «возраст» и «пол+возраст» на биохимические и клинические показатели крови молодняка овец романовской породы (n=42)*

Показатель	Оцениваемые факторы					
	пол		возраст		пол + возраст	
	R ²	p	R ²	p	R ²	p
Белок общий, г/л	4,7	н.д.	30,2	0,0004	35,1	0,0009
Альбумины, г/л	2,4	н.д.	61,9	<1×10 ⁻⁶	60,1	<1×10 ⁻⁶
Глобулины, г/л	4,0	н.д.	50,0	0,000001	52,8	0,000006
А/Г, ед.	0,2	н.д.	69,8	84,4	68,8	<1×10 ⁻⁶
Мочевина, мм/л	9,4	0,09	55,0	<1×10 ⁻⁶	59,7	<1×10 ⁻⁶
Креатинин, мкм/л	1,0	н.д.	3,2	н.д.	4,4	н.д.
АЛТ, нмоль/с·л	2,0	н.д.	57,8	<1×10 ⁻⁶	54,9	0,000003
АСТ, нмоль/с·л	2,6	н.д.	45,2	0,000004	41,2	0,0002
Глюкоза, мм/л	3,9	н.д.	79,2	<1×10 ⁻⁶	80,1	<1×10 ⁻⁶
Билирубин, мкм/л	1,0	н.д.	44,6	0,000005	43,2	0,0001
Триглицериды, мм/л	2,6	н.д.	36,0	0,00008	33,1	0,002
Холестерин, мм/л	1,0	н.д.	54,2	<1×10 ⁻⁶	59,9	<1×10 ⁻⁶
Са, мм/л	2,0	н.д.	66,2	<1×10 ⁻⁶	64,9	<1×10 ⁻⁶
Р, мм/л	2,0	н.д.	56,0	<1×10 ⁻⁶	54,0	0,000004
Щелочная фосфатаза, нмоль/с·л	0,9	н.д.	71,6	<1×10 ⁻⁶	70,7	<1×10 ⁻⁶
Mg, мм/л	2,2	н.д.	57,7	<1×10 ⁻⁶	58,0	0,000001
Fe, мкм/л	2,3	н.д.	54,6	<1×10 ⁻⁶	54,6	0,000003
Хлориды, мм/л	31,9	0,08	62,6	<1×10 ⁻⁶	69,2	<1×10 ⁻⁶
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	2,0	н.д.	31,5	0,0003	25,7	0,008
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,3	н.д.	26,0	0,001	24,8	0,009
Гемоглобин, г/л	0,9	н.д.	1,9	н.д.	0,2	н.д.
Гематокрит, %	1,7	н.д.	10,9	0,04	5,2	н.д.

*R² – коэффициент детерминации, %; p – уровень значимости; н.д. – не достоверно.

Фактор возраста в наших исследованиях, наоборот, с высокой долей вероятности влиял на все изученные показатели крови ягнят, кроме уровня креатинина и гемоглобина. Максимальные показатели коэффициента детерминации отмечены для глюкозы – 79,2 %, щелочной фосфатазы – 71,6 %, А/Г – 69,8 %, кальция – 66,2 %, хлоридов – 62,6 %, альбуминов – 61,9 %. Совместное высоко достоверное влияние факторов пола и возраста также прослеживалось в отношении всех изученных показателей, кроме креатинина, гемоглобина и гематокрита.

Другими исследователями также были показаны значительные изменения в концентрации фосфора, магния, активности щелочной фосфатазы в зависи-

мости от половой принадлежности и возраста овец [8]. Результаты сравнения в половом и возрастном аспекте показателей крови местных овец в Бангладеш продемонстрировали, что кровь молодых особей отличалась более высоким содержанием эозинофилов, триглицеридов и общего белка и пониженной концентрацией мочевины и альбуминов, по сравнению со взрослыми животными. В половом аспекте достоверные различия наблюдали в содержании базофилов (больше у самцов) и альбуминов (больше у самок) [26]. Все эти различия авторы связали с повышенной аллергической реакцией самцов, уровнем воды в организме, стрессом, гормональным фоном и состоянием окружающей среды.

Таблица 6. Влияние факторов «среднесуточный прирост» (ССП), «ССП+возраст» и «ССП+пол» на показатели крови ягнят романовской породы (n=42)*

Показатель	Оцениваемые факторы					
	ССП		ССП +возраст		ССП +пол	
	R ²	p	R ²	p	R ²	p
Белок общий	3,1	н.д.	43,9	н.д.	35,1	н.д.
Альбумины	13,2	н.д.	62,8	0,05	51,1	н.д.
Глобулины	12,8	н.д.	62,5	0,05	19,6	н.д.
А/Г	9,1	н.д.	72,7	0,02	7,1	н.д.
Мочевина	3,2	н.д.	35,1	н.д.	29,7	н.д.
Креатинин	34,1	н.д.	10,7	н.д.	56,4	н.д.
АЛТ	18,4	н.д.	57,1	н.д.	3,8	н.д.
АСТ	53,4	0,01	65,6	0,04	34,8	н.д.
Глюкоза	3,1	н.д.	88,6	0,0008	7,8	н.д.
Билирубин	33,0	н.д.	88,2	0,0009	60,0	0,03
Триглицериды	53,3	0,01	72,8	0,02	71,5	0,006
Холестерин	36,6	н.д.	69,1	0,03	25,6	0,03
Кальций	24,5	н.д.	80,3	0,006	57,9	н.д.
Фосфор	26,5	н.д.	47,9	н.д.	30,7	н.д.
Щелочная фосфатаза	5,7	н.д.	74,1	0,01	1,3	н.д.
Mg	27,4	н.д.	80,3	0,006	7,9	н.д.
Fe	20,3	н.д.	59,9	н.д.	28,6	н.д.
Хлориды	4,3	н.д.	69,1	0,03	0,6	н.д.
Лейкоциты	22,2	н.д.	74,3	0,01	60,9	0,02
Эритроциты	31,2	н.д.	65,0	0,04	29,2	н.д.
Гемоглобин	11,1	н.д.	48,8	н.д.	7,2	н.д.
Гематокрит	19,1	н.д.	17,1	н.д.	46,4	н.д.

*R² – коэффициент детерминации, p – уровень значимости, н.д. – не достоверно.

Анализ влияния среднесуточного прироста (ССП) живой массы ягнят, а также совместного воздействия прироста с возрастом и полом животных (табл. 6) на биохимию и клинику крови продемонстрировал, что эффект ССП менее выражен, чем совместное влияние ССП с возрастом и полом животных. Отмечено достоверное воздействие среднесуточного прироста живой массы на активность АСТ (p=0,01) и концентрацию триглицеридов (p≤0,01). Совместное влияние ССП и пола наблюдали в отношении концентрации билирубина (p=0,03), триглицеридов (p=0,006) и холестерина (p=0,03), а также уровня лейкоцитов (p=0,02). Полученные данные указывают на различия в углеводно-липидном обмене в

Таблица 7. Корреляции между биохимическими и клиническими показателями крови в организме ягнят и овцематок

Показатель	Овцематки				Молодняк			
	лейкоциты	эритроциты	гемоглобин	гематокрит	лейкоциты	эритроциты	гемоглобин	гематокрит
Белок общий	0,29	0,32	-0,02	0,29	0,08	0,79	0,75	0,75
Альбумины	-0,56¹	-0,28	0,08	-0,12	-0,04	0,90	0,87	0,87
Глобулины	0,45	0,38	-0,05	0,30	0,13	0,67	0,63	0,63
А/Г	-0,57	-0,41	0,05	-0,28	-0,33	-0,01	0,04	0,04
Мочевина	0,13	-0,05	-0,12	0,05	0,12	0,71	0,69	0,68
Глюкоза	-0,68	-0,37	0,03	-0,28	0,17	-0,46	-0,26	-0,33
Билирубин	-0,27	-0,05	0,32	0,07	0,12	0,68	0,68	0,75
Триглицериды	-0,34	-0,37	-0,02	-0,20	-0,04	-0,51	-0,51	-0,48
Холестерин	-0,46	-0,41	-0,20	-0,29	0,08	0,44	0,46	0,47
АЛТ	-0,36	0,16	0,20	0,07	-0,21	0,01	-0,08	0,04
АСТ	-0,23	0,35	0,14	0,18	-0,04	0,61	0,57	0,61
Щелочная фосфатаза	-0,47	-0,40	0,01	-0,18	0,01	0,27	0,23	0,22
Кальций	-0,47	-0,22	0,14	-0,09	0,08	0,27	0,25	0,27
Фосфор	-0,39	-0,51	-0,19	-0,43	0,11	0,34	0,30	0,29
Мочевина	0,50	0,25	0,01	0,19	0,00	-0,68	-0,55	-0,57
Магний	0,12	0,23	0,34	0,27	-0,05	0,45	0,50	0,43
Железо	-0,45	-0,53	-0,23	-0,48	-0,03	0,08	0,11	0,10
Хлориды	-0,33	-0,37	-0,03	-0,24	-0,29	-0,10	-0,01	-0,08

¹ жирным курсивом выделены значимые корреляции.

организме ярочек и баранчиков. ССП и возраст влияли на показатели азотистого обмена – концентрацию альбуминов ($p=0,05$), глобулинов ($p=0,05$), А/Г ($p=0,02$), углеводно-липидного обмена – содержание глюкозы ($p=0,0008$), билирубина ($p=0,0009$), триглицеридов ($p=0,02$), холестерина ($p=0,03$), минерального обмена – уровень кальция ($p=0,006$), магния ($p=0,006$), хлоридов ($p=0,03$). Значимое влияние эти два фактора оказывали на содержание лейкоцитов ($p=0,01$), эритроцитов ($p=0,04$), активность АСТ ($p=0,04$) и щелочной фосфатазы ($p=0,01$).

Расчет коэффициентов корреляции Пирсона указывает на разные закономерности связей между биохимическими и клиническими показателями крови в организме овцематок и ягнят (табл. 7). Так, в организме овцематок отмечены достоверные корреляции между содержанием лейкоцитов и показателями азотистого, углеводно-липидного и минерального обменов. Уровень эритроцитов при этом также зависел от биохимических индикаторов. В крови молодняка наибольшее количество значимых корреляций наблюдали между биохимическими маркерами и содержанием эритроцитов, гемоглобина и гематокрита. Содержание эритроцитов и гемоглобина в процессе роста и формирования иммунной системы молодняка считают важными индикаторами состояния здоровья, поскольку они определяют уровень поглощения кислорода и, соответственно, интенсивность обменных процессов [27]. В растущем организме легко прослеживаются коррелятивные связи между содержанием в крови эритроцитов, гемоглобина и концентрацией белка и его фракций, поскольку интенсивность обменных процессов требует дополнительных белковых метаболитов для образования компонентов мышечной ткани. В организме взрослых животных (овцематок) интенсивность роста ниже и нагляднее зависимость между содержанием лейкоцитов и биохимическими показателями крови, поскольку процесс лактации связан с изменениями в иммунном статусе организма, чем и объясняются найденные взаимосвязи.

Некоторые биохимические и клинические показатели крови могут быть индикаторами здоровья животных и экологического состояния среды обитания, что

отражено в исследованиях Селионовой М. В. и соавторов, которые считают, что биомаркерами ранней диагностики негативного воздействия на организм неблагоприятных условий окружающей среды могут служить активность каталазы и уровень глутатиона в крови овец [11]. Другие авторы продемонстрировали, что у гомозиготных по β -лактоглобулину овец романовской породы количество лейкоцитов в крови было в 1,5 раза больше, чем у гетерозиготных животных [12].

Выводы. В процессе лактации в организме овцематок отмечается снижение концентрации общего белка на 16,79 % ($p\leq 0,001$), альбуминов – на 13,27 % ($p\leq 0,01$), креатинина – на 11,76 % ($p\leq 0,01$), активности АСТ – на 23,28 % ($p\leq 0,01$) и АЛТ – на 5,5 %, холестерина – на 32,23 % ($p\leq 0,001$). Наиболее значимые различия между биохимическими показателями в организме ягнят установлены с 1 до 3-месячного возраста. Отмечали повышение уровня общего белка с 63,24 г/л до 69,59 г/л (на 10,04 % при $p\leq 0,001$), активности АЛТ – с 239 до 343,5 нмоль/с·л, АСТ – с 1324,8 до 1923,5 нмоль/с·л (при $p\leq 0,001$ и $p\leq 0,05$), количества эритроцитов – с 11,90 до 13,40 $\times 10^{12}$ /л, снижение концентрации глюкозы с 4,88 до 3,54 мм/л, триглицеридов – с 0,41 до 0,23 мм/л и холестерина – с 2,16 до 1,04 мм/л.

Показано воздействие некоторых эндогенных факторов (возраста, пола, среднесуточного прироста) на показатели крови. Фактор возраста с высокой долей вероятности влиял на концентрацию в крови глюкозы (79,2 %), кальция (66,2 %), хлоридов (62,6 %), альбуминов (61,9 %), активность щелочной фосфатазы (71,6 %), А/Г соотношение (69,8 %). Фактор пола с высокой долей вероятности воздействовал на концентрацию мочевины и хлоридов в крови. Отмечено достоверное влияние фактора среднесуточного прироста живой массы на активность АСТ ($p=0,01$) и концентрацию триглицеридов ($p\leq 0,01$). Наиболее выражено совместное влияние на биохимические показатели крови среднесуточного прироста с возрастом и полом животных.

Установлены достоверные корреляции между содержанием лейкоцитов и концентрацией альбуминов (-0,56), А/Г (-0,57), глюкозы (-0,68), холестерина (-0,46), кальция (-0,47), фосфора (-0,39), железа

(-0,45). В крови молодняка наибольшее количество значимых корреляций наблюдали между биохимическими маркерами и содержанием эритроцитов, гемоглобина и гематокрита. Так, концентрация общего белка в крови коррелировала в высокой степени с содержанием эритроцитов (0,79), гемоглобина (0,75), гематокрита (0,75). Корреляция высокой степени наблюдали между содержанием альбуминов и эритроцитов (0,90), гемоглобина (0,87), гематокрита (0,87). Полученные данные следует учитывать для правильной интерпретации биохимических и клинических исследований крови овец романовской породы в целях диагностики и своевременной профилактики нарушений обменных процессов в организме молодняка и овцематок.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа финансировалась за счет средств бюджета ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста при финансовой

поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания, регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР ГЗ 124020200032-4. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Эксперименты с животными проводили в соответствии с требованиями Приказа Минздрава России «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики», Правил надлежащей лабораторной практики (GLP) и Хельсинской декларации. Протоколы с использованием животных были одобрены биоэтической комиссией ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л.К. Эрнста (протокол № 2, от 20 марта 2023 года).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Majewska M. P., Kowalik B. Growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and blood biochemical parameters of lamb fed diet with the addition of lingonberry leaves and oak bark // *European journal of lipid science and technology*. 2020. Vol. 122. No. 2. Article 1900273. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.201900273> (дата обращения: 15.02.2024).
2. Comparative study of the water-soluble antioxidants in fodder additives and sheep blood serum by amperometric and biochemical methods / S. Y. Zaitsev, A. A. Savina, A. A. Volnin, et al. // *Animals*. 2020. Vol. 10. No. 7. P. 1–13. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/7/1186> (дата обращения: 15.02.2024). doi: 10.3390/ani10071186.
3. Effect of pudina (*Mentha piperita*) supplementation on nutrient utilization and blood biochemical parameters of sheep / A. Ishfaq, A. R. Bhat, A. M. Ganai, et al. // *Indian Journal of Animal Nutrition*. 2019. Vol. 36. No. 2. P. 146–152. doi: 10.5958/2231-6744.2019.00025.2.
4. Impact of acute blood loss on clinical, hematological, biochemical, and oxidative stress variables in sheep / R. S. Sousa, C. S. Sousa, F. L. Oliveira, et al. // *Veterinary Sciences*. 2022. Vol. 9. No. 5. Article 229. URL: <https://www.mdpi.com/2306-7381/9/5/229> (дата обращения: 15.02.2024). doi: 10.3390/vetsci9050229.
5. The influence of thermal stress on serum biochemical profile in sheep / J. Autukaite, I. Poskiene, V. Juozaitiene, et al. // *Indian Journal of Animal Research*. 2021. Vol. 55. No. 6. P. 646–651. doi: 10.18805/ijar.B-1349.
6. Effect of sheep's genotype and grazing site on haematological and redox status indicators / K. Patkowski, K. Ognik, M. Kulik, et al. // *Medycyna Weterynaryjna*. 2019. Vol. 75. No. 8. P. 502–509.
7. Azimzadeh K., Javadi A. Serum biochemistry and haematology of Iranian red sheep (*Ovis orientalis gmelini*) in Sorkhabad protected area, Zanjan, Iran: comparison with age and sex // *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 2020. Vol. 14. No. 1. P. 77–85. doi: 10.239317.1004840.
8. Kassim W. Y., AL-Hellou M. F. Effect of geographic location and age on levels of some biochemical parameters of ewes in Southern of Iraq // *Journal of Biosciences and Medicines*. 2018. Vol. 6. No. 11. P. 21–29. doi: 10.4236/jbm.2018.6110030.
9. Blood biochemical profile as an objective measure of welfare in Lacauine sheep / I. Nedeva, T. Slavov, V. Radev, et al. // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2022. Vol. 28. No. 2. P. 324–330.
10. Dynamics of hematobiochemical and clinical patterns in ewes in different reproductive stages under controlled environmental conditions / A. Rabea, Y. M. Abdelraof, H. M. El-Khaiat, et al. // *Agrobiological Records*. 2023. Vol. 15. P. 41–51. doi: 10.47278/journal.abr/2023.047.
11. Оценка адаптационной перестройки овец в разных условиях на основе биомаркеров / М. И. Селионова, Л. Н. Чижова, А. К. Михайленко и др. // *Вестник АПК Ставрополя*. 2019. Т. 34. № 2. С. 19–25. doi: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-19-25.
12. Ассоциация генотипов В-лактоглобулина у овец романовской породы с гематологическими показателями крови / Е. А. Климанова, З. Т. Поповский, Т. В. Коновалова и др. // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2021. Т. 61. № 4. С. 126–136. doi: 10.31677/2072-6724-2021-61-4-126-136.
13. Al-Thuwaini T. M. The relationship of hematological parameters with adaptation and reproduction in sheep; A review study // *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 2021. Vol. 35. No. 3. P. 575–580. doi: 10.33899/ijvs.2020.127253.1490.
14. Effect of gender on hematological parameters in growing Ouled Djellal sheep of semi-arid zones of Northeastern Algeria / Z. Aicha, M. Djahida, A. S. Amel, et al. // *South Asian Journal of Experimental Biology*. 2021. Vol. 11. No. 4. P. 407–417.
15. Kaneko J. J., Harvey J. W., Bruss M. L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6nd ed. San Diego: Academic Press, 2008. 904 p.
16. The use of the Romanov breed in different crossbreeding programs / V. D. Bulmaga, I. Raducuta, C. Cristian, et al. // *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2022. Vol. 65. No. 1. P. 326–333.
17. Rumen bacteria and epithelial metabolism contribute to improving N utilization efficiency of calves / N. Zhang, G. Hu, K. Guo, et al. // *Animal Biotechnology*. 2022. Vol. 33. No. 7. P. 1480–1491. doi: 10.1080/10495398.2021.1909056.
18. Новгородова И. П., Иолчиев Б. С., Прытков Ю. А. Сравнительная характеристика биохимических показателей крови молодняка овец в зависимости от породы и возраста // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 5. С. 69–72. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10514.
19. Quantitative comparative phosphoproteomic analysis of the effects of colostrum and milk feeding on liver tissue of neonatal calves / X. W. Zhao, H. L. Zhu, Y. X. Qi, et al. // *J Dairy Sci*. 2021. Vol. 104. No. 7. P. 8265–8275.
20. Low pasture allowance until late gestation in ewes: Behavioural and physiological changes in ewes and lambs from lambing to weaning / A. Freitas-de-Melo, R. Ungerfeld, M. J. Hotzel, et al. // *Animal*. 2017. Vol. 11. No. 2. P. 285–294.
21. Мамедзаде И. Т. Динамика активности некоторых ферментов класса трансфераз при лечении диареи телят // *Вестник КрасГАУ*. 2020. Т. 162. № 9. С. 165–170. doi: 10.36718/1819-4036-2020-9-165-170.
22. Abdelsattar M., Vargas-Bello-Perez E., Zhang N. Age-related changes in blood biochemical composition of Hu sheep // *Italian Journal of Animal Science*. 2022. Vol. 21. No. 1. P. 1297–1306 doi: 10.1080/1828051X.2022.2108730.

23. Composition and properties of bovine colostrum: a review / B. A. McGrath, P. F. Fox, P. L. McSweeney, et al. // *Dairy Sci Technol*. 2016. Vol. 96. No. 2. P. 133–158.
24. Performance of Angora goat kids fed acidified milk replacer at two levels of intake / J. J. Davis, T. Sahlu, R. Puchala, et al. // *Small Rumin Res*. 1998. Vol. 28. No. 3. P. 249–255.
25. Взаимосвязь гематологических показателей с возрастом быков-производителей / Н. В. Боголюбова, И. В. Гусев, Р. А. Рыков и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 6. С. 54–56. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10613.
26. Determination of hematological and serum biochemical reference values for indigenous sheep (*Ovis aries*) in Dhaka and Chittagong Districts of Bangladesh / M. K. Rahman, S. Islam, J. Ferdous, et al. // *Veterinary world*. 2018. Vol. 11. No. 8. P. 1089–1093. doi: 10.14202/vetworld.2018.1089-1093.
27. Муратова В. В. Гематологические показатели и естественная резистентность молодняка овец эдильбаевской породы различной живой массы // *Аграрный научный журнал*. 2019. № 10. С. 83–86.

References

1. Majewska MP, Kowalik B. Growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and blood biochemical parameters of lamb fed diet with the addition of lingonberry leaves and oak bark. *European journal of lipid science and technology* [Internet]. 2020 [cited 2024 Feb 15];122(2): Article 1900273. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.201900273>.
2. Zaitsev SY, Savina AA, Volnin AA, et al. Comparative study of the water-soluble antioxidants in fodder additives and sheep blood serum by amperometric and biochemical methods. *Animals* [Internet]. 2020 [cited 2024 Feb 15];10(7):1-13. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/7/1186>. doi: 10.3390/ani10071186.
3. Ishfaq A, Bhat AR, Ganai AM, et al. Effect of pudina (*Mentha piperita*) supplementation on nutrient utilization and blood biochemical parameters of sheep. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 2019;36(2):146-52. doi: 10.5958/2231-6744.2019.00025.2.
4. Sousa RS, Sousa CS, Oliveira FL, et al. Impact of acute blood loss on clinical, hematological, biochemical, and oxidative stress variables in sheep. *Veterinary Sciences* [Internet]. 2022 [cited 2024 Feb 15];9(5): Article 229. Available from: <https://www.mdpi.com/2306-7381/9/5/229>. doi: 10.3390/vetsci9050229.
5. Autukaite J, Poskiene I, Juozaitiene V, et al. The influence of thermal stress on serum biochemical profile in sheep. *Indian Journal of Animal Research*. 2021;55(6):646-51. doi: 10.18805/ijar.B-1349.
6. Patkowski K, Ognik K, Kulik M, et al. Effect of sheep's genotype and grazing site on haematological and redox status indicators. *Medycyna Weterynaryjna*. 2019;75(8):502-9.
7. Azimzadeh K, Javadi A. Serum biochemistry and haematology of Iranian red sheep (*Ovis orientalis gmelini*) in Sorkhabad protected area, Zanjan, Iran: comparison with age and sex. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 2020;14(1):77-85. doi: 2019.239317.1004840.
8. Kassim WY, AL-Hellou MF. Effect of geographic location and age on levels of some biochemical parameters of ewes in Southern of Iraq. *Journal of Biosciences and Medicines*. 2018;6(11):21-9. doi: 10.4236/jbm.2018.611030.
9. Nedeva I, Slavov T, Radev V, et al. Blood biochemical profile as an objective measure of welfare in Lacauene sheep. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2022;28(2):324-30.
10. Rabea A, Abdelraof YM, El-Khaiat HM, et al. Dynamics of hematobiochemical and clinical patterns in ewes in different reproductive stages under controlled environmental conditions. *Agrobiological Records*. 2023;15:41-51. doi: 10.47278/journal.abr/2023.047.
11. Selionova MI, Chizhova LN, Mikhailenko AK, et al. [Assessment of adaptive changes in sheep under different conditions based on biomarkers]. *Vestnik APK Stavropol'ya*. 2019;34(2):19-25. Russian. doi: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-19-25.
12. Klimanova EA, Popovskii ZT, Konovalova TV, et al. [Association of B-lactoglobulin genotypes in Romanov breed sheep with hematological blood parameters]. *Vestnik NGAU*. 2021;61(4):126-36. Russian. doi: 10.31677/2072-6724-2021-61-4-126-136.
13. Al-Thuwaini TM. The relationship of hematological parameters with adaptation and reproduction in sheep; A review study. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 2021;35(3):575-80. doi: 10.33899/ijvs.2020.127253.1490.
14. Aicha Z, Djahida M, Amel AS, et al. Effect of gender on hematological parameters in growing Ouled Djellal sheep of semi-arid zones of Northeastern Algeria. *South Asian Journal of Experimental Biology*. 2021;11(4):407-17.
15. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6nd ed. San Diego (USA): Academic Press; 2008. 904 p.
16. Bulmaga VD, Raducuta I, Cristian C, et al. The use of the Romanov breed in different crossbreeding programs. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2022;65(1):326-33.
17. Zhang N, Hu G, Guo K, et al. Rumen bacteria and epithelial metabolism contribute to improving N utilization efficiency of calves. *Animal Biotechnology*. 2022;33(7):1480-91. doi: 10.1080/10495398.2021.1909056.
18. Novgorodova IP, Iolchiev BS, Prytkov YuA. [Comparative characteristics of biochemical blood parameters of young sheep depending on breed and age]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020;34(5):69-72. Russian. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10514.
19. Zhao XW, Zhu HL, Qi YX, et al. Quantitative comparative phosphoproteomic analysis of the effects of colostrum and milk feeding on liver tissue of neonatal calves. *J Dairy Sci*. 2021;104(7):8265-75.
20. Freitas-de-Melo A, Ungerfeld R, Hotzel MJ, et al. Low pasture allowance until late gestation in ewes: Behavioural and physiological changes in ewes and lambs from lambing to weaning. *Animal*. 2017;11(2):285-94.
21. Mamedzade IT. [Dynamics of activity of some enzymes of the transferase class in the treatment of calf diarrhea]. *Vestnik KrasGAU*. 2020;162(9):165-70. Russian. doi: 10.36718/1819-4036-2020-9-165-170.
22. Abdelsattar M, Vargas-Bello-Perez E, Zhang N. Age-related changes in blood biochemical composition of Hu sheep. *Italian Journal of Animal Science*. 2022;21(1):1297-306 doi: 10.1080/1828051X.2022.2108730.
23. McGrath BA, Fox PF, McSweeney PL, et al. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Sci Technol*. 2016;96(2):133-58.
24. Davis JJ, Sahlu T, Puchala R, et al. Performance of Angora goat kids fed acidified milk replacer at two levels of intake. *Small Rumin Res*. 1998;28(3):249-55.
25. Bogolyubova NV, Gusev IV, Rykov RA, et al. [Relationship between hematological parameters and the age of sires]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019;33(6):54-6. Russian. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10613.
26. Rahman MK, Islam S, Ferdous J, et al. Determination of hematological and serum biochemical reference values for indigenous sheep (*Ovis aries*) in Dhaka and Chittagong Districts of Bangladesh. *Veterinary world*. 2018;11(8):1089-93. doi: 10.14202/vetworld.2018.1089-1093.
27. Muratova VV. [Hematological parameters and natural resistance of young sheep of the Edilbaev breed of various live weights]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2019;(10):83-6. Russian.

Поступила в редакцию 07.04.2024 После доработки 27.04.2024 Принята к публикации 15.05.2024