



ЖИВОТНОВОДСТВО Animal breeding

DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-193-202

УДК 619:616

Научная статья / Research article

Особенности функционального состояния организма овец при стрессе

Ю.А. Юлдашбаев¹ , Ю.А. Ватников² ,
П.А. Руденко^{2,3}  , А.А. Руденко^{2,4} 

¹Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва, Российская Федерация

²Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

³Филиал института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина
и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, г. Пуцдино, Российская Федерация

⁴Московский государственный университет пищевых производств,
г. Москва, Российская Федерация
 pavelrudenko76@yandex.ru

Аннотация. Стрессы, возникающие у животных при проведении рутинных животноводческих процедур, таких как доение, стрижка, взвешивание, погрузка и уход за копытами, — актуальная проблема животноводства. Компонентами экономического ущерба от стрессов являются снижение общей резистентности и продуктивности, ухудшение качества продукции, возрастание затрат труда и средств на единицу продукции, рост заболеваемости и смертности животных. Исследования проведены на базе племенного хозяйства ООО «Белозерное» Сальского района Ростовской области. Комплекс клинико-лабораторных ис-

© Юлдашбаев Ю.А., Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0
International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

следований выполнен на 18 овцах (10 романовской и 8 цигайской породы) в возрасте от 2 до 3 лет, до и после проведения плановой рутинной стрижки. Стресс у овец, обусловленный плановой стрижкой, клинически проявлялся общим угнетением, в некоторых случаях — субфебрильным повышением температуры тела, умеренным тахипноэ и тахикардией. Показано, что стресс сопровождается анемией, развитием эритропении и лейкопении. Анализом иммунокомпетентных клеток в крови опытных животных при развитии стресса установлено, что после стрижки возникает выраженная лимфоцитопения. В крови опытных животных при стрессе отмечали тенденцию к снижению Т-общих клеток, что сопровождалось увеличением 0-клеток, которое у овец цигайской породы носило достоверный характер ($p < 0,05$). При анализе основных иммунорегуляторных Т-клеток в исследуемой крови овец при стрессе при относительно стабильном уровне Т-хелперов выявлено достоверное ($p < 0,05$) увеличение Т-супрессоров: у романовской — в 1,15, у цигайской в 1,19 раза по сравнению с исходными данными. Существенных отличий в развитии стресса после проведения стрижки у животных романовской и цигайской пород не обнаружено. Полученные данные необходимо учитывать в дальнейших поисках методов коррекции стресса у овец.

Ключевые слова: стресс, стрижка, гематологические анализы, овцы, романовская порода, цигайская порода

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 19 апреля 2022 г., принята к публикации 25 мая 2022 г.

Для цитирования: Юлдашбаев Ю.А., Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А. Особенности функционального состояния организма овец при стрессе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 2. С. 193—202. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-193-202

Features of the functional state of the organism of sheep under stress

Yusupzhan A. Yuldashbaev¹ , Yuri A. Vatnikov² ,
Pavel A. Rudenko^{2,3}  , Andrey A. Rudenko^{2,4} 

¹Russian State Agrarian University—Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russian Federation;

²RUDN University, Moscow, Russian Federation;

³Branch of Shemyakin—Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russian Federation;

⁴Moscow State University of Food Production,
Moscow, Russian Federation

 pavelrudenko76@yandex.ru

Abstract. The stresses that arise during routine animal husbandry procedures, such as milking, shearing, weighing, loading and hoof care, are an actual problem in animal husbandry. The components of economic damage under stress are a decrease in overall resistance and productivity, deterioration in product quality, an increase in labor costs and funds per unit of production, an increase in animal morbidity and mortality. The studies were carried out on the basis of ‘Belozernoe’ farm in the Salsky district, the Rostov region. A complex of clinical and laboratory studies was performed on 18 sheep (10 Romanov and 8 Tsigay breeds) aged 2 to 3 years, before and after a planned routine shearing. Stress in sheep caused by planned shearing was clinically manifested by

general depression, in some cases, subfebrile fever, moderate tachypnea and tachycardia. It was shown that stress was accompanied by anemia, the development of erythropenia and leukopenia. Immunocompetent cells in the blood of experimental animals during stress development were analyzed. Severe lymphocytopenia was found to occur after a haircut. In addition, in the blood of experimental animals under stress, a tendency to a decrease in T-total cells was noted, which was accompanied by an increase in 0-cells, which was significant in sheep of the Tsigay breed ($p < 0.05$). When analyzing the main immunoregulatory T cells in sheep under stress, a significant increase in T-suppressors was revealed with a relatively stable level of T-helpers in the blood studied. Thus, a significant ($p < 0.05$) increase in the level of T-suppressors in sheep of Romanov and Tsigay breeds was recorded; it was by 1.15 and 1.19 times higher compared with the initial data. It should be noted that we did not find any significant differences between animals of Romanov and Tsigay breeds in stress development after shearing. The obtained data should be taken into account in the further search for methods of stress correction in sheep.

Key words: stress, shearing, hematological analytes, sheep, Romanov breed, Tsigay breed

Conflicts of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Article history: Received: 19 April 2022. Accepted: 25 May 2022

For citation: Yuldashbaev YA, Vatnikov YA, Rudenko PA, Rudenko AA. Features of the functional state of the organism of sheep under stress. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(2):193—202. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-193-202

Введение

Основная задача оптимизации ветеринарного обслуживания — снижение заболеваемости и падежа благодаря своевременной профилактике и совершенствованию мер борьбы с различными патологиями, а также корригирование благополучия и содержания животных, играющее решающую роль в улучшении качества их жизни [1—5]. Благополучие, рост и производительность животных модулируются условиями окружающей среды и условиями их содержания и могут существенно влиять на качество и количество животноводческой продукции. Поскольку потребность человека от продуктов животного происхождения, таких как молоко, мясо и яйца для питания, экспоненциально растет, существует настоятельная необходимость в максимальном их производстве. Высокопродуктивные животные находятся под огромным метаболическим давлением, что делает их более восприимчивыми к неблагоприятным условиям внешней среды [6—8]. При воздействии стресса сельскохозяйственный скот демонстрирует различные поведенческие и физиологические акклиматизации в качестве основных стратегий выживания, но за счет снижения своей продуктивности [9, 10].

По мере развития цивилизации изучение стресса и его роли в механизмах адаптации биологических систем к изменяющимся условиям существования приобретают большой вес как в сфере фундаментальных, так и прикладных наук [11—13]. В настоящее время стрессы, которые возникают у животных при проведении рутинных животноводческих процедур (доение, стрижка, взвешивание, погрузка и уход за копытами), составляют актуальную проблему животноводства. Стресс-реакции животных наносят сельскому хозяйству значительный экономический ущерб, исчисляемый сотнями миллионов рублей. Компонентами экономического ущерба при стрессах являются снижение общей резистентности

одновременно у большого количества животных, что сопровождается расстройством функций органов пищеварения, дыхания, сердечно-сосудистой и нервной систем. Резко снижается продуктивность животных, ухудшается качество продукции, возрастают затраты труда и средств на единицу продукции, растет процент заболеваемости и смертности животных [14—17].

Благополучие животных следует оценивать с использованием ряда функциональных показателей: поведенческих, физиологических и гематологических анализов [18—20]. Отдельные функциональные показатели могут являться маркерными показателями стресса в том смысле, что они связаны с долгосрочными неблагоприятными последствиями, влекущими снижение продуктивности животных. Нормальное функциональное состояние животного является важной частью его благополучия, поэтому любые отклонения от референсных значений при стрессе помогут впоследствии выработать методы регуляции стресс-реакций у животных.

Цель исследования — поиск патогенетических маркерных показателей стресса при стрижке у овец, их сравнительный анализ у животных романовской и цигайской пород для последующего совершенствования методов борьбы со стрессом.

Материал и методы исследований

Исследования проведены на базе племенного хозяйства ООО «Белозерное» Сальского района Ростовской области с общим поголовьем овец 956. Комплекс клиничко-лабораторных исследований выполнен на 18 овцах (10 романовской и 8 цигайской породы) в возрасте от 2 до 3 лет, до и после проведения плановой рутинной стрижки. Опытные животные в период исследования находились в одинаковых условиях и имели одинаковый рацион.

Перед стрижкой овец выдерживали на 12-часовой голодной диете. Стрижку овец выполнял профессиональный стригаль в теплый, безветренный и сухой день с помощью стригальной машинки МСУ-200 на базе электростригального токобезопасного агрегата ЭСА-12/200, общепринятыми методами.

При клиническом исследовании овец обращали внимание на общее состояние, температуру тела, частоту сердечных сокращений и дыхание.

Наряду с клиническими исследованиями проводили общий анализ крови с использованием ветеринарного автоматического гематологического анализатора URIT-2900 Vet Plus (Китай) общепринятыми методами. Общее количество Т-лимфоцитов определяли методом спонтанного розеткообразования с эритроцитами барана. Количество теofilлинчувствительных Т-лимфоцитов (Т-супрессоры) определяли по разнице между количеством теofilлинрезистентных Т-клеток (Т-хелперы) и Т-лимфоцитов. Иммунорегуляторный индекс (ИРИ) рассчитывали по соотношению Т-хелперы / Т-супрессоры. Число 0-клеток подсчитывали по разнице суммы количества Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов методом комплементарного розеткообразования от общего количества лимфоцитов.

Результаты полученных исследований обрабатывали статистически и представляли в виде таблиц. Перед проведением статистических расчетов оценивали

нормальность распределения цифровых гематологических показателей с помощью теста Шапиро — Уилкса. При нормальном распределении переменных для сравнения двух групп применяли t-тест Стьюдента для независимых или зависимых выборок. Достоверность разницы показателей между показателями до и после стрижки рассчитывали по методу Манна — Уитни. Все расчеты делали на персональном компьютере с помощью статистической программы STATISTICA 7.0 (StatSoft, USA).

Результаты исследования и обсуждение

Овцы весьма чувствительны к стрессовым ситуациям и плохо его переносят. Для овец стресс-факторами являются резкая смена температуры, шум, недостаток и низкое качество корма или воды, а также рутинные животноводческие процедуры (доение, стрижка, взвешивание, погрузка и уход за копытами).

Результаты клинического обследования овец до и после стрижки приведены в табл. 1. Стресс у овец, обусловленный плановой стрижкой, клинически проявлялся общим угнетением, в некоторых случаях — субфебрильным повышением температуры тела, умеренным тахипноэ и тахикардией.

Таблица 1

Основные физиологические показатели овец до и после стрижки

Показатели	Порода	n	Опытные животные	
			До стрижки	После стрижки
Температура тела, °C	I	10	39,57±0,26	39,75±0,22
	II	8	39,65±0,17	40,04±0,14
ЧСС, мин	I	10	77,42±1,91	84,77±1,73*
	II	8	80,51±1,03	85,52±1,23**
ЧД, мин	I	10	40,71±1,42	46,77±1,90*
	II	8	40,87±1,31	44,87±1,24*

Примечание: ЧСС — частота сердечных сокращений; ЧД — частота дыхания; I — романовская порода; II — цыгайская порода; n — количество животных в группе; * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Table 1

Basic physiological parameters of sheep before and after shearing

Indicators	Breed	n	Sheep	
			Before haircut	After haircut
Body temperature, °C	I	10	39.57±0.26	39.75±0.22
	II	8	39.65±0.17	40.04±0.14
HR, min	I	10	77.42±1.91	84.77±1.73*
	II	8	80.51±1.03	85.52±1.23**
RR, min	I	10	40.71±1.42	46.77±1.90*
	II	8	40.87±1.31	44.87±1.24*

Note: HR — heart rate; RR — respiratory rate; I — Romanov breed; II — Tsigay breed; n — number of animals in the group. * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Так, у овец романовской и цыгайской пород после проведения стрижки наблюдали достоверное увеличение ЧСС в 1,09 ($p < 0,05$) и 1,06 ($p < 0,01$) раза, а также ЧД в 1,14 ($p < 0,05$) и 1,09 ($p < 0,05$) раза соответственно.

Клетки млекопитающих реагируют на стресс, активируя механизмы, которые поддерживают клеточные функции, и, следовательно, адаптируют гомеостаз организма к новым условиям. Изучение внутриклеточных реакций на стресс откроет дополнительные возможности к их регуляции. Динамика гематологических показателей у овец при стрессе приведена в табл. 2.

Таблица 2

Влияние стрижки на гематологические показатели овец

Показатели	Порода	n	Опытные животные	
			До стрижки	После стрижки
Гемоглобин, г/л	I	10	112,25±1,12	97,23±1,01***
	II	8	109,33±1,04	99,67±1,25***
Эритроциты, Т/л	I	10	4,26±0,12	3,77±0,09**
	II	8	4,41±0,14	3,82±0,16*
ЦП, усл. ед.	I	10	0,89±0,07	0,73±0,09
	II	8	0,85±0,04	0,69±0,08
Лейкоциты, Г/л	I	10	7,75±0,16	6,87±0,19**
	II	8	7,61±0,26	6,53±0,23**
Эозинофилы, %	I	10	1,59±0,17	1,92±0,11
	II	8	1,47±0,11	1,88±0,18
Лимфоциты, %	I	10	46,82±1,32	41,64±1,33*
	II	8	45,64±1,27	40,87±1,21*
Т-общие, %	I	10	53,37±1,16	50,84±1,28
	II	8	52,66±1,34	49,16±1,48
Т-хелперы, %	I	10	36,42±1,27	36,59±1,41
	II	8	36,17±1,22	36,47±1,34
Т-супрессоры, %	I	10	14,59±0,73	16,85±0,67*
	II	8	14,49±0,64	17,23±0,76*
ИРИ	I	10	2,49±0,37	2,17±0,28
	II	8	2,50±0,24	2,12±0,37
0-клетки, %	I	10	24,56±1,18	27,64±1,22
	II	8	25,67±1,14	30,07±1,17*
В-общие, %	I	10	22,07±1,19	21,52±1,16
	II	8	21,67±1,23	20,84±1,13

Примечание. ЦП – цветной показатель; ИРИ – иммунорегуляторный индекс; I – романовская порода; II – цыгайская порода; n – количество животных в группе; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Table 2

Effect of shearing on hematological parameters of sheep

Indicators	Breed	n	Sheep	
			Before haircut	After haircut
Hemoglobin, g/l	I	10	112.25±1.12	97.23±1.01***
	II	8	109.33±1.04	99.67±1.25***
Red blood cells, T/l	I	10	4.26±0.12	3.77±0.09**
	II	8	4.41±0.14	3.82±0.16*
Cl, conv. units	I	10	0.89±0.07	0.73±0.09
	II	8	0.85±0.04	0.69±0.08
Leukocytes, G/l	I	10	7.75±0.16	6.87±0.19**
	II	8	7.61±0.26	6.53±0.23**

Indicators	Breed	n	Sheep	
			Before haircut	After haircut
Eosinophils,%	I	10	1.59±0.17	1.92±0.11
	II	8	1.47±0.11	1.88±0.18
Lymphocytes,%	I	10	46.82±1.32	41.64±1.33*
	II	8	45.64±1.27	40.87±1.21*
T- total,%	I	10	53.37±1.16	50.84±1.28
	II	8	52.66±1.34	49.16±1.48
T-helpers,%	I	10	36.42±1.27	36.59±1.41
	II	8	36.17±1.22	36.47±1.34
T-suppressors,%	I	10	14.59±0.73	16.85±0.67*
	II	8	14.49±0.64	17.23±0.76*
IRI	I	10	2.49±0.37	2.17±0.28
	II	8	2.50±0.24	2.12±0.37
0-cells,%	I	10	24.56±1.18	27.64±1.22
	II	8	25.67±1.14	30.07±1.17*
B- total,%	I	10	22.07±1.19	21.52±1.16
	II	8	21.67±1.23	20.84±1.13

Note: CI – color indicator; IRI – immunoregulatory index; I – Romanov breed; II – Tsigay breed; n – number of animals in the group; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что стресс сопровождается анемией, при этом у овец романовской и цыгайской пород после проведения стрижки наблюдали высокодостоверное ($p < 0,001$) снижение уровня гемоглобина в 1,15 раза, с $112,25 \pm 1,12$ до $97,23 \pm 1,01$ г/л, и в 1,09 раза, с $109,33 \pm 1,04$ до $99,67 \pm 1,25$ г/л, соответственно по сравнению с показателями животных до стрижки. При развитии стресса, обусловленного стрижкой у животных, наблюдали развитие эритропении, при этом после проведения рутинной процедуры регистрировали достоверное снижение уровня эритроцитов у овец романовской породы в 1,13 раза ($p < 0,01$), с $4,26 \pm 0,12$ по $3,77 \pm 0,09$ Т/л, и у животных цыгайской породы в 1,15 раза ($p < 0,05$), с $4,41 \pm 0,14$ по $3,82 \pm 0,16$ Т/л, по сравнению с исходными данными.

У опытных животных при развитии стресса также наблюдали и развитие лейкопении, которая сопровождалась у овец романовской и цыгайской пород после проведения стрижки достоверным ($p < 0,01$) снижением в крови уровня лейкоцитов в 1,13 и 1,16 раза соответственно.

Анализ иммунокомпетентных клеток в крови опытных животных при развитии стресса показал, что после стрижки возникает выраженная лимфоцитопения, которая сопровождается у овец романовской и цыгайской пород достоверным ($p < 0,05$) снижением уровня лимфоцитов в 1,12 и 1,11 раза соответственно по сравнению с показателями крови животных до стрижки.

Кроме этого в крови опытных животных при стрессе отмечали тенденцию к снижению Т-общих клеток, что сопровождалось увеличением 0-клеток, которое у овец цыгайской породы — в 1,17 раза, с $25,67 \pm 1,14$ до $30,07 \pm 1,17$ %, — носило достоверный характер ($p < 0,05$). При анализе основных иммунорегуляторных Т-клеток у овец при стрессе выявлено достоверное увеличение Т-супрессоров при относительно стабильном уровне Т-хелперов в исследуемой крови. Так, у овец романовской и цыгайской пород регистрировали достоверное ($p < 0,05$) увеличение

уровня Т-супрессоров в 1,15 раза, с $14,59 \pm 0,73$ до $16,85 \pm 0,67$ %, и в 1,19 раза, с $14,49 \pm 0,64$ по $17,23 \pm 0,76$ % соответственно по сравнению с исходными данными.

Итак, стресс у овец от проведения рутинных животноводческих процедур сопровождается существенным снижением общей резистентности организма: общим угнетением, в некоторых случаях субфебрильным повышением температуры тела, умеренным тахипноэ и тахикардией, анемией, развитием эритропении, лейкопении, лимфоцитопении, а также увеличением уровня Т-супрессоров.

Заключение

Стресс у овец, обусловленный плановой стрижкой, клинически проявлялся общим угнетением, в некоторых случаях — субфебрильным повышением температуры тела, умеренным тахипноэ и тахикардией. Показано, что стресс сопровождается анемией, развитием эритропении и лейкопении. Анализ иммунокомпетентных клеток в крови опытных животных подтвердил выраженную лимфоцитопению. Также в крови опытных животных при стрессе отмечены тенденция к снижению Т-общих клеток и увеличение 0-клеток, которое у овец цигайской породы носило достоверный характер ($p < 0,05$). Анализ основных иммунорегуляторных Т-клеток выявил достоверное увеличение Т-супрессоров при относительно стабильном уровне Т-хелперов в исследуемой крови: у овец романовской и цигайской пород регистрировали достоверное ($p < 0,05$) увеличение уровня Т-супрессоров в 1,15 и 1,19 раза соответственно по сравнению с исходными данными. Следует отметить, что в наших исследованиях не обнаружено существенных отличий между животными романовской и цигайской пород при развитии стресса после проведения стрижки. Полученные данные необходимо учитывать при дальнейшем поиске методов коррекции стресса у овец.

Библиографический список / References

1. Noguera JC, Kim SY, Velando A. Family-transmitted stress in a wild bird. *Proc Natl Acad Sci*. 2017; 114(26):6794—6799. doi: 10.1073/pnas.1706164114
2. Palikov VA, Palikova YA, Borozdina NA, Nesmeyanova EN, Rudenko PA, Kazakov VA, Kalabina EA, Bukatin MV, Zharmukhamedova TYu, Khokhlova ON, Dyachenko IA. A novel view of the problem of Osteoarthritis in experimental rat model. *Research Results in Pharmacology*. 2020;6(2):19—25. doi: 10.3897/rpharmacology.6.51772
3. Rudenko P, Sachivkina N, Vatnikov Y, Shabunin S, Engashev S, Kontsevaya S, Karamyan A, Bokov D, Kuznetsova O, Vasilieva E. Role of microorganisms isolated from cows with mastitis in Moscow region in biofilm formation. *Veterinary World*. 2021;14(1):40—48. doi: 10.14202/vetworld.2021.40-48
4. Vatnikov Y, Donnik I, Kulikov E, Karamyan A, Notina E, Bykova I, Bannoud G, Bondareva I, Shlindova E, Sotnikova E, Lenchenko E, Rudenko A, Rudenko V, Rudenko P. Effectiveness of *Hypericum perforatum* L. phytosorbent as a part of complex therapy for acute non-specific bronchopneumonia. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020;12(S.1):1108—1116. doi: 10.31838/ijpr/2020.SP1.165
5. Arnaud F, Pappas G, Chen Y, Maudlin-Jeronimo E, McCarron R. Effect of acute restraint stress in a polytrauma rat model. *Neurosci Lett*. 2018;684:91—97. doi: 10.1016/j.neulet.2018.07.006
6. Frankham R. Stress and adaptation in conservation genetics. *J Evol Biol*. 2005;18(4):750—755. doi: 10.1111/j.1420—9101.2005.00885.x
7. Vatnikov Y, Yousefi M, Engashev S, Rudenko P, Lutsay V, Kulikov E, Karamyan A, Dremova T, Tadzhieva A, Strizhakov A, Kuznetsov V, Yagnikov S. Clinical and hematological parameters for selecting the optimal dose

of the phytopreparation «Deprim», containing an extract of the herb *Hypericum perforatum* L., in husbandry. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020;12(S.1):2731—2742. doi: 10.31838/ijpr/2020.SP1.401

8. Chen M, Xie S. Therapeutic targeting of cellular stress responses in cancer. *Thorac Cancer*. 2018; 9(12):1575—1582. doi: 10.1111/1759-7714.12890

9. Banerjee B, Khrystoforova I, Polis B, Zvi IB, Karasik D. Acute hypoxia elevates arginase 2 and induces polyamine stress response in zebrafish via evolutionarily conserved mechanism. *Cell Mol Life Sci*. 2021;79(1):41. doi: 10.1007/s00018-021-04043-x

10. Yardimci M, Sahin EH, Cetingul IS, Bayram I, Aslan R, Sengor E. Stress responses to comparative handling procedures in sheep. *Animal*. 2013;7(1):143—150. doi: 10.1017/S 1751731112001449

11. Broom DM. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*. 2003; 110(3):83—89.

12. Escribano D, Horvatić A, Contreras-Aguilar MD, Guillemín N, Cerón JJ, Lopez-Arjona M, Hevia ML, Eckersall PD, Manteca X, Mrljak V. Identification of possible new salivary biomarkers of stress in sheep using a high-resolution quantitative proteomic technique. *Res Vet Sci*. 2019;124:338—345. doi: 10.1016/j.rvsc.2019.04.012

13. Gong S, Miao YL, Jiao GZ, Sun MJ, Li H, Lin J, Luo MJ, Tan JH. Dynamics and correlation of serum cortisol and corticosterone under different physiological or stressful conditions in mice. *PLoS One*. 2015;10(2): e0117503. doi: 10.1371/journal.pone.0117503

14. Hemsworth PH, Rice M, Borg S, Edwards LE, Ponnampalam EN, Coleman GJ. Relationships between handling, behaviour and stress in lambs at abattoirs. *Animal*. 2019;13(6):1287—1296. doi: 10.1017/S 1751731118002744

15. Karthik D, Suresh J, Reddy YR, Sharma GRK, Ramana JV, Gangaraju G, Reddy YPK, Yasaswini D, Adegbeye M J, Reddy PRK. Farming systems in sheep rearing: Impact on growth and reproductive performance, nutrient digestibility, disease incidence and heat stress indices. *PLoS One*. 2021;16(1): e0244922. doi: 10.1371/journal.pone.0244922

16. Tozlu Çelik H, Aslan FA, Us Altay D, Kahveci ME, Konanç K, Noyan T, Ayhan S. Effects of transport and altitude on hormones and oxidative stress parameters in sheep. *PLoS One*. 2021;16(2): e0244911. doi: 10.1371/journal.pone.0244911

17. Wankar AK, Rindhe SN, Doijad NS. Heat stress in dairy animals and current milk production trends, economics, and future perspectives: the global scenario. *Trop Anim Health Prod*. 2021;53(1):70. doi: 10.1007/s11250-020-02541-x

18. Henrique FL, Bezerra HVA, Polato HZ, Fernandes AC, Zanella AJ, Alves MBR, Celeghini ECC, Batissaco L, Strefezzi RFS, Pulido-Rodríguez LF, Hooper HB, Titto CG. Maternal stress in sheep during late pregnancy influences sperm quality in early puberty of the offspring. *Theriogenology*. 2020;145:158—166. doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.10.008

19. Carnevali L, Montano N, Tobaldini E, Thayer JF, Sgoifo A. The contagion of social defeat stress: Insights from rodent studies. *Neurosci Biobehav Rev*. 2020; 111:12—18. doi: 10.1016/j.neubiorev.2020.01.011

20. Grzelak AK, Davis DJ, Caraker SM, Crim MJ, Spitsbergen JM, Wiedmeyer CE. Stress leukogram induced by acute and chronic stress in zebrafish. *Comp Med*. 2017;67(3):263—269.

Об авторах:

Юлдашбаев Юсупжан Артыкович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии наук, декан факультета зоотехнии и биологии, профессор кафедры частной зоотехнии, РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: zoo@rgau-msha.ru
ORCID: 0000-0002-7150-1131

Ватников Юрий Анатольевич — доктор ветеринарных наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов (РУДН), Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: vatnikov@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-0036-3402

Руденко Павел Анатольевич — доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний, Филиал Института биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (ФИБХ РАН), Российская Федерация, 142290, Московская область, г. Пущино, пр. Науки, д. 6; доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов (РУДН), Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: pavelrudenko76@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-0418-9918

Руденко Андрей Анатольевич — доктор ветеринарных наук, профессор кафедры ветеринарной медицины, Московский государственный университет пищевых производств (МГУПП), Российская Федерация, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11; доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов (РУДН), Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: vetrudek@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6434-3497

About authors:

Yuldashbaev Yusupzhan Artykovich — RAS Academician (Full Member), Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of Institute of Zootechnics and Biology, Professor, Department of Private Animal Science, *Russian State Agrarian University* — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya st., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: zoo@rgau-msha.ru

Vatnikov Yuri Anatolievich — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Director of Veterinary Medicine Department, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: vatnikov@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-0036-3402

Rudenko Pavel Anatolievich — Doctor of Veterinary Sciences, Leading researcher, Biological Testing Laboratory, Branch of Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences, 6 Nauki av., Pushchino, Moscow region, 142290, Russian Federation; Associate Professor; Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: pavelrudenko76@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-0418-9918

Rudenko Andrey Anatolievich — Doctor of Veterinary Sciences, Professor; Department of Veterinary Medicine, Moscow State University of Food Production, 11 Volokolamskoye highway, Moscow, 125080, Russian Federation; Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: vetrudek@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-0418-9918