

Научная статья /
Original research article

doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-70-75
УДК: 612.112.3:599.323.45-055.1

Н. А. Панова¹, С. В. Васильева¹, О. П. Пригожая¹

Характеристика некоторых факторов фагоцитарной и лимфоидной систем резистентности в крови самцов лабораторных крыс

¹ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины

Рекомендации для цитирования:

Панова Н. А. Характеристика некоторых факторов фагоцитарной и лимфоидной систем резистентности в крови самцов лабораторных крыс // Н. А. Панова, С. В. Васильева, О. П. Пригожая // Генетика и разведение животных. — 2025. — № 4. — С. 70–75. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-70-75>

For citation:

Panova N. Evaluation of some factors of the phagocytic and lymphoid resistance systems in the blood of male laboratory rats // N. Panova, S. Vasilieva, O. Prigozhaya // Genetics and animal breeding. — 2025. — №. 4. — P. 70–75. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-70-75>

Поступила в редакцию: 28.11.2025.
Received: 28.11.2025.

© Panova N., Vasilieva S., Prigozhaya O., 2025

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest:

the authors declare that they have no conflict of interest.

Введение. Конституциональная система резистентности присуща всем живым организмам и представлена механическими (клеточная мембрана, эпителиальные и эндотелиальные покровы) и химическими (фитонциды, лизоцим, интерферон и т.д.) факторами. В процессе эволюции в организме позвоночных животных выработались еще две системы резистентности: фагоцитарная и лимфоидная. Фагоцитарная система является одним из ключевых компонентов врожденного иммунитета, участвуя в обнаружении и презентации антигенов, элиминации патогенов и апоптотических клеток, а также регуляции воспаления. Ней-

Аннотация.

Цель: оценка некоторых факторов фагоцитарной и лимфоидной систем резистентности в крови самцов лабораторных крыс.

Материалы и методы. Экспериментальная часть проводилась на группе из 7 самцов лабораторных крыс линии Wistar. Эксперимент проводился в 3 этапа, соответствующих 2-, 3- и 4-месячному возрасту самцов. На каждом этапе отобраны образцы венозной крови с последующим исследованием абсолютного числа лейкоцитов и их популяций. Анализ на Т- и В-лимфоциты был произведен согласно методике цитохимического определения неспецифической эстеразы. На каждом этапе эксперимента были выведены лейкограммы, после чего на основании полученных данных был произведен подсчет лейкоцитарных индексов.

Результаты. По завершении эксперимента отмечено преобладание факторов лимфоидной системы резистентности. Так, относительное количество лимфоцитов находилось в диапазоне от $74,20 \pm 1,56$ % до $75,40 \pm 1,86$ %. Соотношение Т- и В-лимфоцитов на протяжении всего эксперимента находилось в диапазоне от $54,80 \pm 1,39$ % к $45,20 \pm 1,39$ % до $57,40 \pm 1,36$ % к $42,60 \pm 1,36$ %. При оценке лейкоцитарных индексов выявлено низкое значение индекса соотношения нейтрофилов и лимфоцитов (в диапазоне от $0,28 \pm 0,03$ до $0,29 \pm 0,03$) и высокое значение индекса Гаркави (он составил не менее $4,18 \pm 0,48$). Лейкограмма крыс характеризуется преобладанием лимфоцитов, что обуславливает более высокую активность факторов лимфоидной системы резистентности. Тем не менее, предполагается, что крысы могут иметь очень быструю мобилизацию нейтрофилов и моноцитов из костного мозга и маргинального пула в ответ на инфекцию, что обеспечивает высокую эффективность фагоцитарной системы, несмотря на ее малочисленность в циркулирующей крови. Изучение интегральных гематологических индексов позволило установить преобладание гуморальной резистентности над клеточной, а также более высокую активность эффекторного звена иммунитета.

Ключевые слова: иммунитет; кровь; крысы; лейкоциты; лейкоцитарный индекс; моноциты; неспецифические эстеразы; фагоцитоз; В-лимфоциты; Т-лимфоциты.

трофилы и моноциты, а также тканевые макрофаги путем хемотаксиса, адгезии, образования фаголизосомы, переваривания и презентации антигена в составе видоизмененного главного комплекса гистосовместимости. На данном этапе происходит активация специфической системы иммунитета, представленной лимфоцитами. Видоизмененный комплекс гистосовместимости I и II типов активизирует Т-киллеры или Т-хелперы, соответственно, активированные Т-хелперы секретируют цитокины, которые стимулируют пролиферацию и активацию цитотоксических клеток и В-лимфоцитов, а также привлекают другие им-

мунные клетки. Активированные В-клетки пролиферируют и дифференцируются в плазматические клетки, синтезирующие иммуноглобулины. Часть активированных Т- и В-лимфоцитов дифференцируется в клетки памяти, обеспечивающие более быстрый иммунный ответ при повторной встрече с антигеном [1].

Таким образом, кооперация фагоцитарной и лимфоидной системы обеспечивает защиту организма от чужеродных веществ и, следовательно, сохраняет биологическую индивидуальность организма. Исследование системы иммунитета имеет клиническое значение для диагностики и лечения широкого спектра заболеваний. Оно позволяет оценить состояние различных звеньев иммунной системы, выявить возможные нарушения и определить, насколько эффективно организм справляется с защитой [2].

Целью данного исследования является оценка факторов фагоцитарной и лимфоидной систем резистентности в крови самцов лабораторных крыс.

Материалы и методы. Экспериментальная часть проводилась на группе из 7 самцов лабораторных крыс линии Wistar. Эксперимент проводился в 3 этапа, соответствующих 2-, 3- и 4-месячному возрасту самцов. В течение всего эксперимента животные находились в стандартных условиях вивария при обычном суточном свето-темновом режиме на полном пищевом рационе, который соответствует суточным нормативам питания для данного вида животных.

На каждом этапе отобраны образцы венозной крови. Забор проводили из хвостовой вены с помощью иглы 21G, соблюдая правила асептики и антисептики [3].

Для составления лейкограммы изготовленные мазки были окрашены по Паппенгейму, дифференцировка и подсчет различных типов лейкоцитов производился с использованием иммерсионной системы.

Для дифференцировки Т- и В-лимфоцитов изготовленные мазки были окрашены с помощью набора реагентов Диахим-Цистостейн-НЭ, принцип действия которого основан на взаимодействии неспецифической эстеразы лимфоцитов с α -нафтилацетатом с последующим образованием 1-нафтола, который и дает характерное окрашивание при взаимодействии с красителем [4].

Подсчет лейкоцитов осуществляли по общепринятой методике с помощью камеры Горяева. На каждом этапе эксперимента были выведены лейкограммы, после чего на основании полученных данных был произведен подсчет следующих лейкоцитарных индексов: 1. Индекс иммунореактивности (ИИР) = $(Л+Э)/М$; 2. Индекс Гаркави (ИГ) = $Л/СН$; 3. Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ) = $Л/М$; 4. Индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов (ИСНЛ) = $(ПН+СН)/Л$, где: СН — сегментоядерные нейтрофилы, %; Э — эозинофилы, %; Л — лимфоциты, %; М — моноциты, %.

Результаты и обсуждение. На основании подсчета абсолютного и относительного числа лимфоцитов, а также цитохимического определения эстераз определены показатели специфического иммунитета в крови самцов крыс. Результаты исследования представлены в таблице (табл. 1).

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о преобладании лимфоцитов среди клеток белой крови крыс. Такой профиль лейкограммы является характерной особенностью данного вида животных в связи с эволюционными, физиологическими и иммунологическими факторами, которые представляют собой адаптацию к образу жизни и среде обитания крыс [5].

Следует отметить, что популяционный состав лимфоцитов в крови крыс характеризуется преобладанием Т-клеток. Так, нами было отмечено более высокое как абсолютное, так и относительное содержание Т-лимфоцитов в крови самцов на протяжении всего эксперимента. Это связано,

Таблица 1. Показатели специфического иммунитета.

Table 1. Indicators of specific immunity.

Показатели		Возраст		
		2 месяца	3 месяца	4 месяца
Лейкоциты, г/л		6,38±0,19	6,56±0,17	6,99±0,10*
Лимфоциты	%	74,40±1,80	75,40±1,86	74,20±1,56
	г/л	4,55±0,18	4,94±0,22	5,17±0,06
В т.ч. Т-лимфоциты	%	55,20±1,53	54,80±1,39	57,40±1,36*
	г/л	2,51±0,11	2,72±0,18	2,90±0,05
В-лимфоциты	%	44,80±1,53	45,20±1,39	42,60±1,36*
	г/л	2,04±0,11	2,22±0,05	2,27±0,08

Примечание: * $p < 0,01$

прежде всего, с особенностями субпопуляционного состава Т-клеток. Иммунный ответ при любых состояниях протекает с участием регуляторных клеток, к которым, в том числе, относятся Т-лимфоциты. В частности, Т-хелперы субпопуляций Th1, Th2 и Th3 путем взаимодействия с макрофагами, В-лимфоцитами и нейтрофилами, соответственно, продуцируют цитокины (интерлейкины, интерфероны), запускающие каскад эффекторных реакций иммунитета [6].

Применение цитохимии эстераз может также позволить дифференцировать субпопуляции Т-лимфоцитов. Так, локальное распределение неспецифической эстеразы свойственно Т-хелперам, диффузное — Т-киллерам и Т-супрессорам. Так как эстеразы являются лизосомальными ферментами, их количество и распределение в Т-хелперах будет ограничено в связи с тем, что основной функцией данных клеток является синтез интерлейкинов в рибосомах и аппарате Гольджи. Цитотоксические и частично регуляторные клетки реализуют свои функции путем цитолитического действия за счет лизосомальных ферментов, что и обуславливает их диффузное распределение в цитоплазме Т-киллеров и Т-супрессоров [7].

Помимо содержания неспецифической эстеразы Т-лимфоциты характеризуются выраженной активностью кислой фосфатазы, β -глюкуронидазы и N-ацетил- β -глюкоаминидазы.

Важно отметить, что, несмотря на увеличение абсолютного числа Т- и В-лимфоцитов, их процентное соотношение остается примерно на одном уровне. Так, относительное число Т-лимфоцитов находится в диапазоне от $54,80 \pm 1,39$ % до $57,40 \pm 1,36$ %, В-лимфоцитов — в пределах от $42,60 \pm 1,36$ % до $45,20 \pm 1,39$ %.

Во многом, предположительно, физиологическое соотношение Т- и В-лимфоцитов поддерживается путем ауторегуляции. Так, активирован-

ные CD4+ клетки, а также в меньшей степени CD8+, NK-клетки, нейтрофилы вырабатывают IL-2 или фактор роста Т-клеток, стимулирующий пролиферацию Т-лимфоцитов. Аналогичным образом действуют и другие интерлейкины: IL-4, IL-5, IL-6, IL-21. Они, помимо влияния на Т-лимфоциты, стимулируют также пролиферацию В-лимфоцитов, переход их в плазматические клетки и синтез антител. Таким образом, поддержание количества Т- и В-лимфоцитов регулируется соответственно потребности организма в конкретной ситуации [8].

Количественная оценка факторов фагоцитарной системы резистентности была проведена на основании подсчета абсолютного и относительного количества макрофагов. Полученные результаты представлены в таблице (табл. 2).

Анализ лейкограмм в течение всего эксперимента свидетельствует о количественно меньшей активности фагоцитарного иммунитета в крови крыс по сравнению с лимфоидным. Так, относительное количество моноцитов находилось в диапазоне от $4,00 \pm 0,45$ % до $3,20 \pm 0,49$ %, сегментоядерных нейтрофилов — от $17,80 \pm 2,13$ % до $18,80 \pm 1,78$ %, тогда как количество лимфоцитов составляло не менее $74,20 \pm 1,56$ %.

Тем не менее, макро- и микрофаги играют критическую роль в первой линии защиты от патогенов. Предполагается, что крысы могут иметь очень быструю и эффективную мобилизацию нейтрофилов и моноцитов из костного мозга и маргинального пула в ответ на инфекцию, даже если их базовая концентрация в крови ниже. Таким образом, их нейтрофильная система может быть настроена на "быстрое реагирование" вместо постоянного поддержания большого числа циркулирующих клеток [9].

Для комплексной оценки фагоцитарной и лимфоидной систем резистентности целесообраз-

Таблица 2. Клеточные показатели неспецифического иммунитета.

Table 2. Cellular indicators of nonspecific immunity.

Показатели		Возраст		
		2 месяца	3 месяца	4 месяца
Моноциты	%	$4,00 \pm 0,45$	$3,20 \pm 0,49$	$3,40 \pm 0,40^*$
	г/л	$0,26 \pm 0,03$	$0,21 \pm 0,03$	$0,24 \pm 0,04$
Нейтрофилы				
Юные	%	—	—	—
	г/л	—	—	—
Палочкоядерные	%	$2,60 \pm 0,51$	$2,00 \pm 0,55$	$2,40 \pm 0,51$
	г/л	$0,17 \pm 0,03$	$0,12 \pm 0,04$	$0,17 \pm 0,04$
Сегментоядерные	%	$17,80 \pm 2,13$	$18,80 \pm 1,78$	$18,40 \pm 1,44^*$
	г/л	$1,13 \pm 0,12$	$1,28 \pm 0,12$	$1,29 \pm 0,11$

Примечание: * $p < 0,01$

но провести расчет некоторых лейкоцитарных индексов. Данные, полученные при расчетах, представлены в таблице (табл. 3).

Физиологической особенностью лейкограммы крыс, в отличие от многих других животных и человека, является преобладание лимфоцитов над другими типами лейкоцитов (так называемый лимфоцитарный тип лейкограммы). Поэтому необходимо установить физиологические значения интегральных гематологических индексов конкретно для данного вида, чтобы корректно интерпретировать их возможные изменения в условиях нормы и патологии [10].

Полученные данные позволяют утверждать о преобладании гуморального звена иммунитета над клеточным, что определяется по индексу Гаркави. У животных с нейтрофильным типом лейкограммы (лошади, кошки, собаки) данный показатель будет закономерно меньше единицы, тогда как в нашем эксперименте индекс Гаркави составил не менее $4,18 \pm 0,48$.

Следует отметить, что после периода полового созревания, который у крыс наступает, в среднем, к двух-трехмесячному возрасту в крови животных отмечается достоверное повышение индекса соотношения лимфоцитов и моноцитов с $19,44 \pm 1,89$ до $26,60 \pm 4,98$. Происходит это преимущественно за счет увеличения абсолютного числа лимфоцитов и уменьшения числа моноцитов. Динамика данного индекса позволяет сделать вывод о повышении активности специфического иммунитета в крови половозрелых крыс [8].

К четырехмесячному возрасту данный индекс незначительно снижается, что может быть связано с влиянием андрогенов на иммунную систему половозрелого животного. Так, андрогены способствуют инволюции тимуса и подавлению пролиферации лимфоцитов.

Важным является также влияние андрогенов на смещение Th1/Th2 ответа в сторону увеличения гуморального иммунитета, что также подтверждается динамикой индекса Гаркави.

Индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов отражает характер взаимодействия между

регуляторами и эффекторами. У крыс в течение эксперимента данный показатель находился в пределах от $0,28 \pm 0,03$ до $0,29 \pm 0,03$, что указывает на значительное преобладание активности эффекторного звена иммунитета у крыс [10].

Таким образом, нами были установлены некоторые показатели, характеризующие физиологическое взаимодействие фагоцитарной и лимфоидной систем иммунитета в крови крыс. Тем не менее, выводы о патологическом изменении иммунореактивности в сторону повышения активности того или иного звена иммунитета должны оцениваться исходя не только из абсолютных значений данных показателей, но и из динамики их изменения, что является предметом для дальнейших исследований [2, 6].

Заключение. Лейкограмма крыс характеризуется преобладанием лимфоцитов, что обуславливает более высокую активность факторов лимфоидной системы резистентности. Тем не менее, предполагается, что крысы могут иметь очень быструю мобилизацию нейтрофилов и моноцитов из костного мозга и маргинального пула в ответ на инфекцию, что обеспечивает высокую эффективность фагоцитарной системы, несмотря на ее малочисленность в циркулирующей крови. Важно отметить, что Т-лимфоциты являются преобладающей популяцией лимфоцитов, В-лимфоциты, в норме, составляют ее меньшую часть.

Изучение интегральных гематологических индексов позволило установить преобладание гуморальной резистентности над клеточной, а также более высокую активность эффекторного звена иммунитета.

Таблица 3. Лимфоцитарные индексы.

Table 3. Lymphocyte indices.

Индексы	Возраст		
	2 месяца	3 месяца	4 месяца
ИИР	$19,73 \pm 1,97$	$26,80 \pm 5,00$	$24,03 \pm 3,88$
ИГ	$4,45 \pm 0,58$	$4,18 \pm 0,45$	$4,18 \pm 0,48$
ИСЛМ	$19,44 \pm 1,89$	$26,60 \pm 4,98$	$23,62 \pm 3,86^*$
ИСНЛ	$0,28 \pm 0,03$	$0,29 \pm 0,03$	$0,28 \pm 0,02$

Примечание: * $p < 0,05$

Литература

- Панова Н. А. Иммунологическая память / Н. А. Панова // Ветеринарная медицина и практика : сборник научных статей. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2025. — С. 65–73. EDN KRRGRP.
- Сефербеков Г. А. Иммунитет: фагоцитарный и лимфоцитарный (обзор литературы) / Г. А. Сефербеков // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. — 2014. — № 3(12). — С. 24–34. EDN TAИНJB.
- Душенина О. А. Анализ методов взятия крови у экспериментальных крыс / О. А. Душенина, Л. Ю. Карпенко, С. В. Васильева // Ветеринария Кубани. — 2022. — № 6. — С. 21–24. doi 10.33861/2071-8020-2022-6-21-24. EDN JYFNKV.
- Патент № 2192638 С2 Российская Федерация, МПК G01N 33/48. Способ определения диффе-

- ренцировки t-, b-, NK-лимфоцитов в мазках крови животных и птиц : № 2000100536/13 : заявл. 10.01.2000 : опубл. 10.11.2002 / Н. Н. Гугушвили, Н. П. Радуль, О. В. Супрунов [и др.] ; заявитель Кубанский государственный аграрный университет. EDN EVSBKI.
5. Душенина О. А. Влияние минеральной добавки «Хелавит С» на гематологические показатели у белых лабораторных крыс / О. А. Душенина, Л. Ю. Карпенко, С. В. Васильева, М. Д. Петровских, Т. Н. Домнина // Генетика и разведение животных. — 2023. — № 2. — С. 78–84. doi: 10.31043/2410-2733-2023-2-78-84. EDN UFPYWQ.
 6. Донник И. М. Иммунограмма животных в клинической практике / И. М. Донник // Ветеринарная патология. — 2003. — № 2(6). — С. 56–58. EDN HSOBUT.
 7. Панова Н. А. Клеточный иммунитет новорожденных мышат-самцов / Н. А. Панова // SPb-VetScience : сборник научных трудов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2024. — С. 123–129. EDN LVHWEC.
 8. Иммунология: учебно-методический комплекс по дисциплине: учебное пособие / сост. Ю. В. Саранчина. — Абакан: Издательство ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова», 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-7810-2190-1.
 9. Косырева А. М. Возрастные особенности иммунологических и морфологических проявлений системного воспалительного ответа у самок крыс вистар / А. М. Косырева // Клиническая и экспериментальная морфология. — 2016. — № 3(19). — С. 30–37. EDN ZFCWRD.
 10. Ишмухаметова Д. Р., Невельский А. Н. Лейкоцитарные индексы как показатель адаптационных резервов организма // ББК 65.26 Н 72. — 2016. — С. 5.

Panova N.¹, Vasilieva S.¹, Prigozhaya O.¹

Evaluation of some factors of the phagocytic and lymphoid resistance systems in the blood of male laboratory rats

¹ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

Abstract.

Objective: evaluation of some factors of the phagocytic and lymphoid resistance systems in the blood of male laboratory rats.

Materials and methods. The experimental part was carried out on a group of 7 male Wistar laboratory rats. The experiment was conducted in three stages, corresponding to the two-, three-, and four-month ages of the males. At each stage, samples of venous blood were collected and analyzed for the absolute number of leukocytes and their populations. The analysis of T- and B-lymphocytes was performed using the method of cytochemical determination of non-specific esterase. Leukograms were obtained at each stage of the experiment, and leukocyte indices were calculated based on the data obtained.

Results. At the end of the experiment, the predominance of resistance factors of the lymphoid system was noted. Thus, the relative number of lymphocytes was in the range from 74,20±1,56 % to 75,40±1,86 %. The ratio of T- and B-lymphocytes throughout the experiment ranged from 54,80±1,39 % to 45,20±1,39 % to 57,40±1,36 % to 42,60±1,36 %. When assessing leukocyte indices, a low value of the neutrophil-lymphocyte ratio index (in the range of 0,28±0,03 to 0,29±0,03) and a high value of the Garkavi index (at least 4,18±0,48) were found.

Conclusion. The leukogram of rats is characterized by a predominance of lymphocytes, which determines a higher activity of the factors of the lymphoid system of resistance. Nevertheless, it is assumed that rats can have a very rapid mobilization of neutrophils and monocytes from the bone marrow and marginal pool in response to infection, which provides a high efficiency of the phagocytic system, despite its low number in the circulating blood. It is important to note that T-lymphocytes are the predominant population of lymphocytes, while B-lymphocytes normally make up a smaller portion. The study of integral hematological indices allowed to establish the prevalence of humoral resistance over cellular, as well as a higher activity of the effector link of immunity.

Key words: immunity; blood; rats; leukocytes; leukocyte index; monocytes; non-specific esterases; phagocytosis; B-lymphocytes; T-lymphocytes.

References

1. Panova N. A. Immunological memory / N. A. Panova // Veterinary medicine and practice: a collection of scientific articles. — Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2025. — P. 65–73. EDN KRRGRP.
2. Seferbekov G. A. Immunity: phagocytic and lymphocytic (literature review) / G. A. Seferbekov // Bulletin of the Dagestan State Medical Academy. — 2014. — № 3 (12). — P. 24–34. EDN TAIHJB.
3. Dushenina O. A. Analysis of blood sampling methods in experimental rats / O. A. Dushenina, L. Yu. Karpenko, S. V. Vasilyeva // Veterinary science of Kuban. — 2022. — № 6. — P. 21–24. doi 10.33861/2071-8020-2022-6-21-24. EDN JYFNKV.
4. Patent No. 2192638 C2 Russian Federation, IPC G01N 33/48. Method for determining the differentiation of t-, b-, and NK lymphocytes in blood smears of animals and birds: No. 2000100536/13: declared 10.01.2000; published 10.11.2002 / N. N. Gugushvili, N. P. Radul, O. V. Suprunov [et al.]; applicant Kuban State Agrarian University. EDN EVSBKI.
5. Dushenina O. A. The effect of the mineral supplement "Helavit C" on hematological parameters in white laboratory rats / O. A. Dushenina, L. Yu. Karpenko, S. V. Vasilyeva, M. D. Petrovskikh, T. N. Domnina // Genetics and breeding of animals. — 2023. — № 2. — P. 78–84. doi: 10.31043/2410-2733-2023-2-78-84. EDN UFPYWQ.
6. Donnik I. M. Immunogram of animals in clinical practice / I. M. Donnik // Veterinary pathology. — 2003. — № 2 (6). — P. 56–58. EDN HSOBUT.
7. Panova N. A. Cellular immunity of newborn male mice / N. A. Panova // SPbVetScience: collection of scientific papers. — St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2024. — P. 123–129. EDN LVHWEC.
8. Immunology: educational and methodological complex on the discipline: textbook / compiled by Yu. V. Saranchina. — Abakan: Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Khakass State University named after N. F. Katanov", 2021. — 288 p. — ISBN 978-5-7810-2190-1.
9. Kosyreva A. M. Age-related features of immunological and morphological manifestations of the systemic inflammatory response in female Wistar rats / A. M. Kosyreva // Clinical and experimental morphology. — 2016. — № 3(19). — P. 30–37. EDN ZFCWRD.
10. Ishmukhametova D. R., Nevelsky A. N. Leukocyte indices as an indicator of the body's adaptive reserves // BBK 65.26 N 72. — 2016. — P. 5.

Сведения об авторах:

Панова Наталия Александровна — кандидат биологических наук, доцент, кафедра биохимии и физиологии; ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины"; 196084 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: panova_na@mail.ru.

Васильева Светлана Владимировна — кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра биохимии и физиологии; ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины"; 196084 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: svvet@mail.ru.

Пригожая Ольга Павловна — кафедра биохимии и физиологии; ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины"; 196084 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5; e-mail: prigo.olga@gmail.com.

Authors:

Panova Natalia Aleksandrovna — PhD (Biol. Sci.), Associate Professor; St. Petersburg State University of Veterinary Medicine», Department of Biochemistry and Physiology; 196084, St. Petersburg, Chernigovskaya st., 5; 5 Chernigovskaya St., Saint Petersburg, 196084, Russia; e-mail: panova_na@mail.ru.

Vasilyeva Svetlana Vladimirovna — PhD (Vet. Sci.), Associate Professor; St. Petersburg State University of Veterinary Medicine», Department of Biochemistry and Physiology; 196084, St. Petersburg, Chernigovskaya st., 5; e-mail: svvet@mail.ru.

Prigozhaya Olga Pavlovna — St. Petersburg State University of Veterinary Medicine», Department of Biochemistry and Physiology; 196084, St. Petersburg, Chernigovskaya st., 5; e-mail: prigo.olga@gmail.com.