

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРТЕРМИИ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР-НЕСУШЕК

Л.И. Дроздова, доктор ветеринарных наук, профессор, ведущий научный сотрудник

С.В. Малков, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник

А.С. Красноперов, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник

О.Ю. Опарина, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник

А.И. Белоусов, доктор ветеринарных наук, старший научный сотрудник

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

E-mail: marafon.86@list.ru

Ключевые слова: птицеводство, куры-несушки, температурный стресс, гематологические показатели, кормовая добавка, дрожжи.

Реферат. Исследования проведены в период 2020–2021 гг. на базе отдела экологии и незаразной патологии животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Существенные увеличения температуры окружающей среды оказывают в промышленном птицеводстве закономерные и акцидентные воздействия на все процессы в живом организме птиц, влияют на их направленность и интенсивность. Изучено применение кормовых добавок, содержащих высушенные живые дрожжи различных вариантов и концентраций, перед тепловым стрессом и после его воздействия на изменения живой массы тела кур-несушек, массы снесенных яиц, количественных и качественных характеристик лейкоцитарной формулы крови. Значительное увеличение концентрации эритроцитов и гемоглобина в период теплового стресса регистрировали у птиц контрольной группы – 18,1 и 25,5%, что свидетельствовало о начале продолжительного адаптационного процесса. Существенное увеличение отношения количества гетерофилов к лимфоцитам (Г/Л) отмечали также у особей контрольной группы – на 44,2% (0,62 ед.), что подтверждало напряженность всех процессов в организме. На фоне стресс-фактора в крови кур-несушек контрольной, 1-й и 2-й опытных групп возрастало общее количество лейкоцитов – в 1,4; 1,2 и 1,3 раза соответственно, что происходило за счёт выброса в кровотоки незрелых гетерофилов и оттока лимфоцитов в периферические ткани. При применении кормовых добавок гепатопротективного действия у кур 1-й и 2-й групп отмечали лучшую стрессоустойчивость к 48-часовой гипертермии, что подтверждалось закономерными физиологическими изменениями уровня гетерофилов, базофилов, моноцитов и Г/Л, свойственными для периода срочной адаптации и поддержания иммунного гомеостаза.

EFFECT OF HYPERTHERMIA ON HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND PRODUCTIVITY OF LAYING HENS

L.I. Drozdova, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Leading Researcher

S.V. Malkov, Ph.D. in Veterinary Sciences, Senior Researcher

A.S. Krasnoperov, Ph.D. in Veterinary Sciences, Senior Researcher

O. Oparina, Ph.D. in Veterinary Sciences, Senior Researcher

A.I. Belousov, Doctor of Veterinary Sciences, Senior Researcher

Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

E-mail: marafon.86@list.ru

Keywords: poultry farming, laying hens, temperature stress, hematological parameters, feed additive, yeast.

Abstract. Studies were conducted in the period 2020-2021 based on the department of ecology and noncontagious pathology of animals of the Ural Veterinary Research Institute - a structural subdivision of FSBSI "UFARC UB RAS" (Federal State Budgetary Scientific Institution "Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences"). Significant increases in ambient temperature in industrial poultry farming have natural and incidental effects on all processes in the living organism of birds, affecting their direction and intensity. We studied the use of feed additives containing dried live yeast of different variants and concentrations before and after heat stress on changes in the live body weight of laying hens, the importance of

laid eggs, and quantitative and qualitative characteristics of the blood leukocyte formula. The authors registered a significant increase in the concentration of erythrocytes and hemoglobin in birds of the control group - 18.1 and 25.5% during the period of heat stress, which indicated the beginning of a long adaptation process.

Furthermore, the authors noted a significant increase in the ratio of the number of heterophils to lymphocytes (g/l) and in individuals of the control group by 44.2% (0.62 units), which confirmed the intensity of all processes in the body. During the study, the authors note that the total number of leukocytes increased against the background of a stress factor in the blood of laying hens of the control, 1st, and 2nd experimental groups - 1.4, 1.2, and 1.3 times, respectively. This increase occurs due to the release of immature heterophils into the bloodstream and the outflow of lymphocytes into peripheral tissues. The authors note the best stress resistance to 48-hour hyperthermia when using feed additives of hepatoprotective action in chickens of the 1st and 2nd groups reported the best stress resistance to 48-hour hyperthermia. This stress resistance is confirmed by regular physiological changes in the level of heterophils, basophils, monocytes, and G/L, characteristic of the period of urgent adaptation and maintenance of immune homeostasis.

На протяжении последних 20 лет среднегодовая температура воздуха в России превышает нормативные показатели, в связи с чем организм сельскохозяйственных животных и птицы не успевает адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды [1].

Птицеводство – это одна из самых чувствительных к действию теплового стресса отраслей животноводства ввиду физиологических особенностей организма кур.

Температурные колебания окружающей среды зачастую приводят к значительным убыткам на птицеводческих предприятиях. При этом культивирование новых высокопродуктивных кроссов, зачастую не термотолерантных, усугубляет актуальность проблемы повышения уровня стрессоустойчивости сельскохозяйственной птицы [2]. Поэтому в условиях промышленного птицеводства важными являются не только оптимизация комплекса технологических способов вентиляции и увлажнения, но и применение новых кормовых добавок с адаптогенным и антиоксидантным действием.

Высокая температура воздуха мобилизует организм и вовлекает в ответную реакцию большое количество эффекторных систем. Поэтому изучение нивелирования негативного влияния температурного стресса на физиологические параметры, поведенческие реакции, продуктивность, гематологические и биохимические показатели является значимым аспектом научно-исследовательской работы [3–5].

Важным критерием, отражающим состояние органов, систем и тканей, остаётся углублённый анализ как отдельных клеток лейкограммы, так и их соотношения в динамике срочной и долгосрочной адаптации к температурному стресс-фактору [6–12].

Цель исследования – оценить влияние температурного стресса на продуктивность

кур-несушек и изменчивость гематологических показателей.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в период 2020–2021 гг. на базе отдела экологии и незаразной патологии животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках государственного задания в соответствии с Программой ФНИ государственных академий наук по направлению 4.2.1.5 «Разработка технологий прижизненного управления качеством животноводческого сырья для получения высококачественных и безопасных продуктов питания».

Объектом наблюдений являлись куры-несушки промышленного стада яичного кросса Декалб Уайт 36-недельного возраста с живой массой тела 1319,0–1411,0 г (n=30) и яйценоскостью 0,78–0,83 яйца на голову в день.

Для исследования влияния высоких температур на гематологические показатели крови кур были сформированы 3 группы: контрольная и 2 опытные (по 10 голов в каждой). Подбор птиц в группы и их маркировку проводили за 7 дней до начала эксперимента. Содержание напольное, в групповых клетках, в соответствии с нормативами содержания и кормления для кросса Декалб Уайт.

При моделировании теплового стресса температуру окружающего воздуха в помещении для содержания кур поднимали с $18,0 \pm 2,0$ до $28,0 \pm 2,0$ °C. Продолжительность стресс-периода – 48 ч.

Для коррекции негативного влияния гипертермии на организм экспериментальных птиц к основному рациону курам 1-й опытной группы вводили кормовую добавку с высу-

шенными живыми дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* не менее $10 \cdot 10^9$ КОЕ/г в количестве 100 мг на голову, курам 2-й опытной группы вводили комплексную кормовую добавку гепатопротективного действия со

следующими компонентами: высушенные кормовые дрожжи, аскорбиновая кислота, холин, метионин, хелат марганца, хелат меди, хелат цинка в количестве 200 мг на голову (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта
Experience scheme

Показатели	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа
Контроль клинического состояния	Ежедневно		
Контроль физиологических параметров (температура тела, частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, живая масса тела)	Трехкратно: за 7 дней до стресса, в период стресса и через 7 дней после стресса		
Отбор проб крови			
Применение кормовой добавки	Нет	Ежедневно в течение 7 дней до стресса, в период стресса, 7 дней после стресса	

Мазки крови готовили сразу после её взятия. Для подсчета количества эритроцитов, лейкоцитов использовали окраску по Фриед и Лукачевой в модификации И.А. Болотникова, разведение 1 : 200. Измерение гемоглобина крови проводили колориметрическим методом Сали. Лейкоцитарную формулу подсчитывали в мазках крови, окрашенных по Май-Грюнвальду-Гимза. Учет результатов проводили визуально на микроскопе Olympus BX 43 (Olympus, Япония).

Цифровой материал исследований был обработан математическими методами с использованием специального пакета программ Microsoft Office с определением среднеарифметических значений и стандартного отклонения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ фоновых параметров клинического состояния птиц показал соответствие физиологическим нормам согласно возрастным критериям кросса. Гематологические показатели у кур-несушек также соответствовали физиологическим нормам: эритроциты – $2,54 \pm 0,19 \cdot 10^{12}/л$, гемоглобин – $72,5 \pm 6,11$

г/л, лейкоциты – $24,40 \pm 1,52 \cdot 10^9/л$, базофилы – $0,70 \pm 0,09\%$, эозинофилы – $6,12 \pm 0,21\%$, сегментоядерные псевдоэозинофилы – $27,65 \pm 1,95\%$, лимфоциты – $64,65 \pm 5,35\%$ и моноциты – $0,85 \pm 0,06\%$.

В течение 7 дней до начала моделируемого температурного стресса клиническое состояние и поведенческие реакции особей опытных групп не отличались от таковых в контрольной группе.

В период температурного воздействия у кур регистрировали снижение двигательной активности и поедаемости кормов, жажду, угнетение, вялость. Перо становилось влажным и взъерошенным. Кроме того, температура тела поднималась до $43,6^{\circ}C$, а частота дыхательных движений увеличивалась до 32,9–41,1 ед. Наиболее отчетливо эти изменения наблюдали у особей контрольной группы.

При повышенной температуре окружающей среды сокращение живой массы тела выявляли во всех группах, но более существенное – у особей 2-й опытной группы (– 5,7%) (рис. 1). Масса яйца снижалась у птицы контрольной и 2-й опытной группы на 0,8 и 0,6% соответственно. Противоположная картина отмечалась у несушек 1-й группы – увеличение составило 2,9% (57,2 г) (рис. 2).

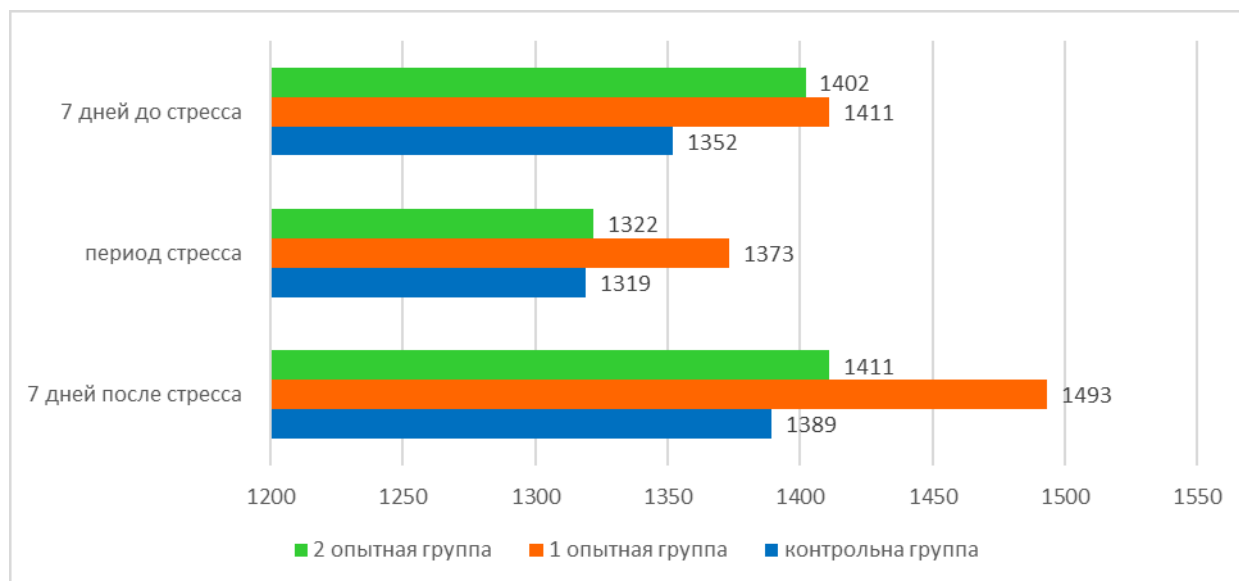


Рис. 1. Живая масса тела кур-несушек в период эксперимента
 Fig. 1. Live weight of laying hens during the experiment

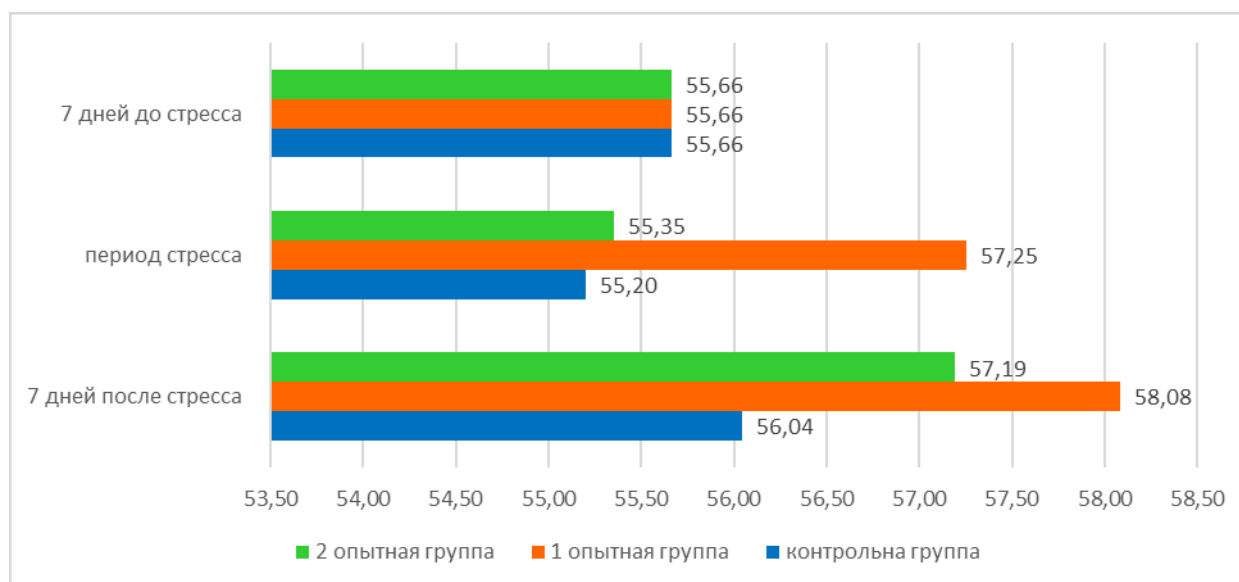


Рис. 2. Масса яйца в период эксперимента
 Fig. 2. Egg weight during the experiment

Во время двухдневного температурного воздействия отмечали увеличение содержания эритроцитов в контрольной группе на 18,1%, в 1-й опытной – на 12,6%, концентрации гемоглобина в контрольной группе – на 25,5%, в 1-й опытной группе – на 6,9% (табл. 2). Возможно, данные изменения красных клеток крови происходили за счет сохранения целостности мембранных структур и оптимизации процессов гемопоэза. Отклонения показателей 2-й опытной группы не имели статистической значимости. Следовательно, локомоции эритроцитарного пула происходили одновременно с существенным возрастанием циркуляции в крови общего количества лейкоцитов у кур-несушек контрольной, 1-й и

2-й групп в 1,4; 1,2 и 1,3 раза соответственно. Это являлось следствием выброса в кровоток незрелых форм гетерофилов и миграции лимфоцитов в периферические ткани кур. Полученные данные согласуются с результатами других исследователей, изучавших температурные стрессы птиц [13–15]. На фоне нарастания уровня гетерофилов в 1,3 раза, базофилов – в 1,8 и моноцитов в 1,5 раза в крови птиц контрольной группы наблюдали тенденцию к сокращению эозинофилов в 1,6 раза и лимфоцитов в 1,1 раза. Аналогичные изменения были выявлены в крови 1-й и 2-й опытных групп, но с меньшей степенью интенсивности (см. табл. 2).

Гематологические показатели кур-несушек в период эксперимента
Hematological parameters of laying hens during the experiment

Гематологические показатели	Группа	Фон, 18° С	Стресс	После стресса
Эритроциты	Контрольная	2,54±0,19	3,00±0,25	2,37±0,18
	1-я опытная		2,86±0,18	2,50±0,15
	2-я опытная		2,50±0,03	2,65±0,24
Гемоглобин	Контрольная	72,5±5,26	91,00±6,27	81,25±2,87
	1-я опытная		77,50±2,89	73,50±5,26
	2-я опытная		76,25±3,78	73,25±4,43
Лейкоциты	Контрольная	24,40±1,89	33,75±2,79	34,25±2,38
	1-я опытная		30,25±2,54	27,50±2,58
	2-я опытная		31,50±2,84	30,00±2,66
Гетерофилы	Контрольная	27,65±2,09	35,75±3,40	31,50±1,91
	1-я опытная		28,85±2,09	25,25±2,55
	2-я опытная		29,50±2,61	26,75±2,99
Эозинофилы	Контрольная	6,12±0,56	3,75±0,22	3,75±0,37
	1-я опытная		5,75±0,42	6,75±0,52
	2-я опытная		5,00±0,31	6,75±0,41
Базофилы	Контрольная	0,70±0,04	1,25±0,10	1,20±0,08
	1-я опытная		2,05±0,17	3,50±0,21
	2-я опытная		1,50±0,06	0,75±0,44
Моноциты	Контрольная	0,85±0,05	1,25±0,11	1,55±0,15
	1-я опытная		1,50±0,05	1,05±0,06
	2-я опытная		1,00±0,11	1,45±0,07
Лимфоциты	Контрольная	64,65±4,21	58,00±4,55	62,00±4,08
	1-я опытная		61,85±4,28	63,45±5,87
	2-я опытная		63,00±3,50	64,30±5,31
Г/Л, у.е.	Контрольная	0,43±0,02	0,62±0,02	0,51±0,02
	1-я опытная		0,46±0,02	0,40±0,03
	2-я опытная		0,47±0,02	0,41±0,03

Так, у кур 1-й опытной группы моделирование температурного стресса привело к увеличению синтеза пула базофилов в 2,9 раза и моноцитов в 1,8 раза, а во 2-й опытной группе – к повышению уровня базофилов в 2,1 раза и моноцитов в 1,2 раза, сопровождающему редукцией объема эозинофилов в 1,2 раза. Локомоции объема гетерофилов и лимфоцитов практически не отличались от фоновых величин [14, 16].

Кроме того, было установлено максимальное увеличение отношения количества гетерофилов к лимфоцитам (Г/Л) у особей контрольной группы – на 44,2% (0,62 ед.), что подтверждало высокую степень стрессуемости и усиление эндогенной интоксикации организма. Полученные результаты совпали с мнениями других авторов [17, 18]. У кур 1-й и 2-й групп с применением кормовых добавок корректирующего действия соотношение Г/Л возросло на 7,0 и 9,3% соответственно. Эти изменения лейкоцитарного состава крови и соотношения Г/Л свидетельствовали о стрессовом состоянии и различной степени напряженности протекания адаптационных процессов во всех группах кур.

Через 7 суток после окончания теплового воздействия физиологические параметры и пейзаж гемограммы кур-несушек претерпевали характерные aberrации, свойственные периодам срочной или продолжительной адаптации к условиям гипертермии.

Во всех экспериментальных группах наметилась тенденция к сокращению значений Г/Л и возвращению показателей лейкоформулы к уровню первоначальных. Так, у кур-несушек 1-й опытной группы наблюдали реверсию эозинофилов и лимфоцитов, снижение соотношения Г/Л и дальнейшее увеличение базофилов, что свидетельствует о более быстрой стабилизации гомеостаза. Во 2-й опытной группе локомоции в уровне Г/Л, эозинофилов, лимфоцитов, базофилов и моноцитов соответствовали периоду срочной адаптации организма.

У птиц контрольной группы окончание экспериментального периода характеризовалось незначительным восстановлением значений Г/Л, гетерофилов, лимфоцитов с сохранением в прежнем объеме эозинофилов, базофилов, моноцитов, что подтверждало вывод о продолжительной адаптации организма

к температурному воздействию. Выявленные изменения тождественны данным других ученых, изучавших высокотемпературные воздействия [17, 19–22].

Результаты гематологических исследований и продуктивности характеризовали различную степень адаптационных реакций организма кур-несушек на температурный стресс-фактор, который подтверждался изменениями живой массы тела и массой снесенных яиц. Через 7 дней после стресса живая масса тела особей 2-й опытной и контрольной групп восстановилась до уровня фоновых значений, а в 1-й превысила таковые на 5,8%. Увеличение массы яйца было зарегистрировано только в 1-й и 2-й опытных группах на 4,3 и 2,8%.

Зарегистрированные изменения в лейкоцитарной формуле и уровне Г/Л у кур-несушек опытных групп позволяют судить об определенном положительном эффекте примененных кормовых добавок для сохранения эффективности иммунной системы, нормализации энергетического обмена и способности к более интенсивной мобилизации адаптационных процессов к тепловому воздействию.

ВЫВОДЫ

1. Температурное воздействие на организм кур-несушек привело к комплексу изменений клинических и физиологических параметров, а в конечном итоге – к развитию стресса.

2. Интегральным маркером для диагностики и прогнозирования, а также для усовершенствования реабилитационных мероприятий, снижения напряженности стрессового состояния в условиях интенсивного промышленного птицеводства может служить определение соотношения количества гетерофилов к лимфоцитам наряду с полным анализом лейкограммы.

3. Установленные вариации Г/Л и значений гемограммы при температурном стресс-факторе без коррекции отдельных систем привели к существенной напряженности адаптационных возможностей организма и продолжительному восстановлению гомеостаза.

4. Применение кормовых добавок курам опытных групп позволило снизить негативную нагрузку от температурного стресса, сохранить физиологические параметры и продуктивность несушек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Факторы* микроклимата и их влияние на организм молодняка крупного рогатого скота / И.А. Шкуратова, Н.А. Верещак, А.И. Белоусов [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2019. – № 4. – С. 114–118.
2. *Radical response: effects of heat stress-induced oxidative stress on lipid metabolism in the avian liver* / N.K. Emami, S. Dridi, U. Jung [et al.] // *Antioxidants*. – 2021. – Т. 10, N 1. – Р. 1–15.
3. *The microbiota-gut-brain axis during heat stress in chickens: a review* / C. Cao, M.A. Cline, E.R. Gilbert [et al.] // *Frontiers in Physiology*. – 2021. – Т. 12, Apr. – Р. 752265.
4. *Островский В.К., Мащенко А.В., Янголенко Д.В.* Показатели крови и лейкоцитарного индекса интоксикации в оценке тяжести и определении прогноза при воспалительных, гнойных и гнойно-деструктивных заболеваниях // *Клиническая лабораторная диагностика*. – 2006. – № 6. – С. 128–132.
5. *Щитковская Т.Р.* Гематологические и биохимические показатели крови у цыплят-бройлеров при скармливании в рационе хелатов меди и кобальта с метионином в сочетании с L-карнитином // *Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана*. – 2011. – Т. 208. – С. 371–376.
6. *Бусловская Л.К., Ковтунетко А.Ю., Беляева Е.Ю.* Адаптация кур к факторам промышленного содержания // *Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки*. – 2010. – № 21 (92), вып. 13. – С. 96–102.
7. *Донник И.М., Шкуратова И.А.* Молекулярно-генетические и иммунно-биохимические маркеры оценки здоровья сельскохозяйственных животных // *Вестник Российской академии наук*. – 2017. – Т. 87, № 4. – С. 362–366.
8. *Забудский Ю.И.* Проблемы адаптации в птицеводстве // *Сельскохозяйственная биология*. – 2002. – № 6. – С. 80–85.

9. *Зубарева Е.В.* Влияние интенсивной тепловой нагрузки на морфометрические показатели и функциональную активность лейкоцитов крови крыс // Научный результат. Серия: Физиология. – 2014. – № 1. – С. 27–34.
10. *Ломако В.В.* Влияние разных режимов охлаждения (краниocereбральной и иммерсионной гипотермии, поверхностных ритмических и экстремальных холодовых воздействий) на лейкоцитарные показатели крови крыс // Проблемы криобиологии и криомедицины. – 2018. – № 28 (4). – С. 293–310.
11. *Изменения функциональной активности лейкоцитов в условиях острого перегревания организма / С.В. Надеждин, М.З. Федорова, Н.А. Павлов [и др.]* // Научные ведомости. Биология. – 2008. – № 43 (3). – С. 5–11.
12. *Харлап С.Ю., Дерхо М.А., Серeda Т.И.* Особенности лейкограммы цыплят в ходе развития стресс-реакции при моделированном стрессе // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 103–105.
13. *Повышение стрессоустойчивости молодняка кур яичного кросса при использовании биологически активных веществ перед инкубацией / И.И. Кочиш, И.С. Луговая, Т.О. Азарнова [и др.]* // Доклады Российской Академии наук. Науки о жизни. – 2020. – Т. 494. – С. 491–495.
14. *Сайфутдинова Л.В., Дерхо М.А.* Лейкоциты и их информативность в оценке напряженности стресс-реакции у кур-несушек // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (75). – С. 136–139.
15. *Царев П.Ю.* Характеристика лейкоцитов крови цыплят в условиях температурного стресса // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 1 (136). – С. 83–88.
16. *Цыганова С.В.* Влияние гиподинамии на продуктивные показатели птицы // БИО. – 2014. – № 12 (171). – С. 8–11.
17. *Донник И.М., Дерхо М.А., Харлап С.Ю.* Клетки крови как индикатор активности стресс-реакций в организме цыплят // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 5 (135). – С. 68–71.
18. *Campos J.L., Prieto M.T., Dávila S.G.* Effects of housing system and cold stress on heterophil-to-lymphocyte ratio, fluctuating asymmetry, and tonic immobility duration of chickens // Poultry Science. – 2008. – Vol. 87, N 4. – P. 621–626.
19. *Effect of ascorbic acid and acetylsalicylic acid supplementation on performance of broiler chicks exposed to heat stress / S.M. Naseem, Y.B. Anwar, A. Ghafoor [et al.]* // International Journal of Poultry Science. – 2005. – Vol. 4. – P. 900–904.
20. *Леткин А.И.* Лейкоцитарные индексы крови кур-несушек при неспецифическом стрессорном синдроме // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (184). – С. 102–108.
21. *Ayo J.O., Ogbuagu N.E.* Heat stress, haematology and small intestinal morphology in broiler chickens: insight into impact and antioxidant-induced amelioration // World's Poultry Science Journal. – 2021. – Т. 77, N 4. – P. 949–968.
22. *Морфологический и биохимический состав крови цыплят-бройлеров при введении в рацион разработанного агрегативно-устойчивого витаминно-минерального комплекса на основе селена в условиях смоделированного теплового стресса / В.А. Оробец, Е.А. Соколова, Е.С. Кастарнова [и др.]* // Ветеринария Кубани. – 2020. – № 2. – С. 24–26.

REFERENCES

1. *Shkuratova I.A., Vereshchak N.A., Belousov A.I., Malkov S.V., Krasnoperov A.S., Oparina O.Yu., Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, 2019, No. 4, pp. 114–118. (In Russ.)
2. *Emami N.K., Dridi S., Jung U., Voy B., Radical response: effects of heat stress-induced oxidative stress on lipid metabolism in the avian liver, Antioxidants*, 2021, Vol. 10, No. 1, pp. 1–15.
3. *Cao C., Cline M.A., Gilbert E.R., Chowdhury V.S., The microbiota-gut-brain axis during heat stress in chickens: a review, Frontiers in Physiology*, 2021, Vol. 12, No. Apr, pp. 752265.
4. *Ostrovskii V.K., Mashchenko A.V., Yangolenko D.V., Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2006, No. 6, pp. 128–132. (In Russ.)

5. Shchitkovskaya T.R., *Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana*, 2011, Vol. 208, pp. 371–376. (In Russ.)
6. Buslovskaya L.K., Kovtunetko A.Yu., Belyaeva E.Yu., *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Estestvennye nauki*, 2010, No. 21 (92), Issue. 13, pp. 96–102. (In Russ.)
7. Donnik I.M., Shkuratova I.A., *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2017, Vol. 87, No. 4, pp. 362–366. (In Russ.)
8. Zabudskii Yu.I., *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2002, No. 6, pp. 80–85. (In Russ.)
9. Zubareva E.V., *Nauchnyi rezul'tat. Seriya: Fiziologiya*, 2014, No. 1, pp. 27–34. (In Russ.)
10. Lomako V.V., *Problemy kriobiologii i kriomeditsiny*, 2018, No. 28 (4), pp. 293–310. (In Russ.)
11. Nadezhdin S.V., Fedorova M.Z., Pavlov N.A., Zubareva E.V., *Nauchnye vedomosti. Biologiya*, 2008, No. 43 (3), pp. 5–11. (In Russ.)
12. Kharlap S.Yu., Derkho M.A., Sereda T.I., *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, No. 2 (52), pp. 103–105. (In Russ.)
13. Kochish I.I., Lugovaya I.S., Azarnova T.O., Naidenskii M.S., Antipov A.A., Petrova Yu.V., Anshakov D.V., Zolotukhina E.A., *Doklady Rossiiskoi Akademii nauk. Nauki o zhizni*, 2020, Vol. 494, pp. 491–495. (In Russ.)
14. Saifutdinova L.V., Derkho M.A., *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, No. 1 (75), pp. 136–139. (In Russ.)
15. Tsarev P.Yu., *Vestnik KrasGAU*, 2018, No. 1 (136), pp. 83–88. (In Russ.)
16. Tsyganova S.V., *BIO*, 2014, No. 12 (171), pp. 8–11. (In Russ.)
17. Donnik I.M., Derkho M.A., Kharlap S.Yu., *Agrarnyi vestnik Urala*, 2015, No. 5 (135), pp. 68–71. (In Russ.)
18. Campo J.L., Prieto M.T., Dávila S.G., Effects of housing system and cold stress on heterophil-to-lymphocyte ratio, fluctuating asymmetry, and tonic immobility duration of chickens, *Poultry Science*, 2008, Vol. 87, No. 4, pp. 621–626.
19. Naseem S.M., Anwar Y.B., Ghafoor A., Aslam A., Akhter S., Effect of ascorbic acid and acetylsalicylic acid supplementation on performance of broiler chicks exposed to heat stress, *International Journal of Poultry Science*, 2005, Vol. 4, pp. 900–904.
20. Letkin A.I., *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, No. 2 (184), pp. 102–108. (In Russ.)
21. Ayo J.O., Ogbuagu N.E., Heat stress, haematology and small intestinal morphology in broiler chickens: insight into impact and antioxidant-induced amelioration, *World's Poultry Science Journal*, 2021, Vol. 77, No. 4, pp. 949–968.
22. Orobets V.A., Sokolova E.A., Kastarnova E.S., Sevost'yanova O.I., *Veterinariya Kubani*, 2020, No. 2, pp. 24–26. (In Russ.)