

Научная статья

УДК 619:616.995

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-250-262>

## Саногенетический статус организма яичных кур при дерманиссиозе на фоне дезакаризации

Индюхова Евгения Николаевна<sup>1</sup>, Азарнова Татьяна Олеговна<sup>2</sup>,  
Арисов Михаил Владимирович<sup>3</sup>, Максимов Владимир Ильич<sup>4</sup>,  
Золотухина Елена Александровна<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

<sup>2,4</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Москва, Россия

<sup>5</sup> Селекционно-генетический центр «Загорское экспериментальное племенное хозяйство» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства», Сергиев Посад, Россия

<sup>1</sup> [indyuhova@vniigis.ru](mailto:indyuhova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3294-6119>

<sup>2</sup> [azarena@list.ru](mailto:azarena@list.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6342-9355>

<sup>3</sup> [director@vniigis.ru](mailto:director@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

<sup>4</sup> [dr.maximov@gmail.com](mailto:dr.maximov@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8934-0778>

<sup>5</sup> [e89267796965@yandex.ru](mailto:e89267796965@yandex.ru)

### Аннотация

**Цель исследований** – описать изменения саногенетического статуса организма яичных кур кросса «Хайсекс Уайт» при дерманиссиозе на фоне дезакаризации новым инсектоакарицидным средством на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксидом и пирипроксифеном.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в промышленном секторе. В птичнике, где содержали кур кросса «Хайсекс Уайт» в возрасте 20 мес., выявлена средняя степень заклещеванности *Dermanysus gallinae*. Пять кур-несушек с дерманиссиозом из этого помещения перевезли на Подольскую опытно-производственную базу ВНИИП. Отбор проб крови проводили у них до обработки, через 15 и 30 сут после двукратной обработки (интервал 7 сут) 0,005%-ной водной эмульсией средства на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксидом и пирипроксифена. Обработку помещения и птиц осуществляли мелкокапельным опрыскиванием с нормой расхода 25–50 мл/м<sup>2</sup>. Изучены в динамике некоторые показатели крови.

**Результаты и обсуждение.** На фоне обработок у кур отмечено улучшение общего состояния, повышение синтетической активности щитовидной железы, стабилизация индикаторов оксидативного стресса, нормализация морфофизиологических показателей крови, интенсификация углеводно-энергетического, липидного и белкового обмена по сравнению с их состоянием в промышленном секторе до обработок. Выявленные изменения в крови у кур после лечения отражают активацию комплекса адапционно-восстановительных механизмов в их организме. До обработок у кур отсутствовало оперение, однако в течение одного месяца после обработок у трех особей из пяти практически полностью восстановился перьевой покров, у остальных – сохранялись бесперьевые участки кожи. Таким образом, новое инсектоакарицидное средство эффективно в отношении *D. gallinae*, и оно не оказывает отрицательного влияния на кур-несушек, при этом в их организме активируются саногенетические механизмы стабилизации гомеостаза.

**Ключевые слова:** дерманиссиоз, яичные куры, восстановление, саногенез, гомеостаз

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Для цитирования:** Индюхова Е. Н., Азарнова Т. О., Арисов М. В., Максимов В. И., Золотухина Е. А. Саногенетический статус организма яичных кур при дерманиссии на фоне деакаризации // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 250–262.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-250-262>

© Индюхова Е. Н., Азарнова Т. О., Арисов М. В.,  
Максимов В. И., Золотухина Е. А., 2025

Original article

## Deacarization-associated sanogenetic status of the organism of laying hens with dermanyssosis

Evgenia N. Indyuhova<sup>1</sup>, Tatyana O. Azarnova<sup>2</sup>, Mikhail V. Arisov<sup>3</sup>,  
Vladimir I. Maximov<sup>4</sup>, Elena A. Zolotukhina<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup> All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

<sup>2,4</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin», Moscow, Russia

<sup>5</sup> Breeding and Genetic Center "Zagorsk Experimental Breeding Farm" – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry", Sergiyev Posad, Russia

<sup>1</sup> [indyuhova@vniigis.ru](mailto:indyuhova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3294-6119>

<sup>2</sup> [azarena@list.ru](mailto:azarena@list.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6342-9355>

<sup>3</sup> [director@vniigis.ru](mailto:director@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

<sup>4</sup> [dr.maximov@gmail.com](mailto:dr.maximov@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8934-0778>

<sup>5</sup> [e89267796965@yandex.ru](mailto:e89267796965@yandex.ru)

### Abstract

**The purpose of the research** is to describe changes in the sanogenetic status of the organism of Hysex White laying hens with dermanyssosis as associated with decarization with a new D-cyphenothrin, piperonyl butoxide and pyriproxyfen-based insectoacaricide.

**Materials and methods.** The research was conducted in the industrial sector; an average tick infestation with *Dermanyssus gallinae* was found in a poultry building where 20-month-old Hysex White hens were kept. Then, five laying hens with dermanyssosis from this building were transported to the Podolsk Experimental Production Base of the VNIIP. Blood samples were collected from the birds before treatment and at 15 and 30 days after double treatment (7-day interval) with 0.005% aqueous emulsion of a D-cyphenothrin, piperonyl butoxide and pyriproxyfen-based product. The building and the birds were treated by fine-droplet spraying at a rate of 25–50 mL/m<sup>2</sup>. Some blood parameters were studied over time.

**Results and discussion.** The treatments were associated with an improved overall health status of the hens, increased synthetic activity of the thyroid gland, stabilized oxidative stress indicators, normalized morpho-physiological blood parameters, and intensified carbohydrate and energy balance, and lipid and protein metabolism as compared to their state in the industrial sector before the treatments. The blood changes in the hens after the treatment reflected the activation of a complex of adaptive and restorative mechanisms in their organism. The hens had no feathers before the treatments, but within one month after the treatments, three out of five birds had almost completely restored their plumage, while the rest still had bald areas on the skin. Thus, the new insectoacaricide is effective against *D. gallinae* and has no negative effect on laying hens, while sanogenetic mechanisms for homeostasis stabilization are activated in their organism.

**Keywords:** dermanyssosis, laying hens, recovery, sanogenesis, homeostasis

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest.

**For citation:** Induyhova E. N., Azarnova T. O., Arisov M. V., Maximov V. I., Zolotukhina E. A. Decarization-associated sanogenetic status of the organism of laying hens with dermanyssois. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):250–262. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-250-262>

© Induyhova E. N., Azarnova T. O., Arisov M. V., Maximov V. I., Zolotukhina E. A., 2025

## Введение

Значительная роль в регуляции саногенетических процессов после патологий различного генеза принадлежит гормонам. Именно гормональная регуляция обеспечивает контроль за фундаментальными процессами жизнедеятельности у животных (экспрессия генов, биосинтез нуклеиновых кислот, белка, стабилизация метаболического гомеостаза и др.) [2, 4, 8, 21].

Так, при действии стрессоров в организме животных во многом ключевая роль в управлении процессами адаптации принадлежит тиреоидным гормонам [5]. Именно они ответственны за стабилизацию гомеостаза в заявленных условиях. Однако щитовидная железа чрезвычайно чувствительна ко всем изменениям окружающей среды, в т. ч. к колебаниям температуры, смене сезона года, изменениям в структуре рационов и др. [18].

Гормоны щитовидной железы являются важнейшими факторами для стимуляции анаболических процессов. Они также ответственны за оптимизацию процессов биологического окисления [22]. Интенсификация этих молекулярно-биоэнергетических процессов обуславливает рост и дифференцировку клеток всего организма. Йодтиронины являются стимуляторами иммунной системы [7]. Наряду с этим, указанные гормоны регулируют термогенез, стимулируют синтез эритропоэтина, а также эритропоэз, дифференциацию клеток семенников, яичников, стероидогенез и созревание ооцитов, рост оперения и др. Известна роль тиреоидных гормонов в оказании антиоксидантного действия за счет фенольного фрагмента в их структуре [10]. Так, при действии чрезвычайных стресс-факторов у птиц отмечают снижение уровня тиреоидных гормонов в крови [25].

В наших исследованиях биологический стресс-фактор экстремальный по силе – крас-

ный куриный клещ, который паразитирует на курах, при этом у них отмечают интенсификацию процессов липопероксидации на фоне супрессии антиоксидантной защиты, гипofункцию щитовидной железы, анемию, дестабилизацию и истощение обменных процессов, гипоксию смешанного типа, снижение содержания функциональных резервов, нарушение гомеостаза, снижение массы тела, истощение, беспокойство, потерю оперения и др. [8]. Наряду с этим, можно отметить признаки хронического течения стресса.

Дерманиссиоз является широко распространенным заболеванием в промышленном птицеводстве, где подходящая среда обитания для клещей – это стыки, щели клеточного оборудования, а также других производственных конструкций [24].

Главный элемент в программе комплексной борьбы с паразитическими членистоногими – это одновременная деакаризация и дезинсекция птичников, в т. ч. без удаления птицы с использованием эффективных и безопасных противопаразитарных средств. На базе ВНИИП разработано новое комбинированное инсектоакарицидное средство на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксида и пирипроксифена. Первое действующее вещество – синтетический пиретроид, который обладает выраженным инсектоакарицидным эффектом, второе – синергист пиретроидов и третий активный компонент – супрессор эмбриогенеза эктопаразитов.

Данный препарат согласно ГОСТ 12.1.007-76 относится к 3 классу опасности [1]. Учитывая актуальность представленной тематики, перспективу использования инсектоакарицидного средства с новым составом в промышленном птицеводстве, определенный научный интерес состоит в изучении саногенетических механизмов в организме кур с дерманиссиозом на фоне противопаразитарных обработок.

В связи с вышеизложенным, цель работы - описать изменения саногенетического статуса организма яичных кур кросса «Хайсекс Уайт» при дерманиссиозе на фоне дезакаризации новым инсектоакарицидным средством на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксиды и пирипроксифена.

### Материалы и методы

Исследования проводили в течение 2024 г. в условиях промышленного сектора и на Подольской опытно-производственной базе ВНИИП.

Проведено паразитологическое обследование птицеводческого объекта в условиях промышленного сектора, при этом выявлена средняя степень заклещеванности птичника (не более 100 экз. красных куриных клещей на один погонный метр). На яичных курах кросса «Хайсекс Уайт» также обнаружены клещи (индекс обилия 19,4 экз.). При осмотре птиц отмечены клинические признаки, характерные для дерманиссиоза - истощение, потеря пера, анемичность гребней и сережек, дерматиты, шелушение кожного покрова. Возраст птицы - 20 мес. Кур содержали в трех- и четырехъярусных клеточных батареях.

Далее пять кур перевезли на Подольскую опытно-производственную базу, где их разместили в отдельном птичнике с напольным содержанием и подстилкой из древесных опилок. В начале исследования у кур отмечали полное отсутствие оперения, истощение, клинические признаки анемического синдрома и некоторые особенности поведения (пугливость, они также забивались в угол птичника). Следует отметить, что на поверхности ящика для перевозки кур выявлены многочисленные скопления красных куриных клещей.

Кормили сельскохозяйственную птицу как в условиях птицефабрики, так и на другом объекте полнорационным комбикормом для кур-несушек по ГОСТу 18221-98.

Отбор проб крови у кур проводили из подкрыльцовой вены до обработки, а также через 15 и 30 сут после двукратной обработки (интервал 7 сут) водной эмульсией инсектоакарицидного средства на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксиды и пирипроксифена (патент № 2835679). Предварительно препарат тестировали в лабораторных условиях на изо-

лированных красных куриных клещах, собранных с птицефабрики, где проводили паразитологическое обследование. Отмечена его высокая акарицидная активность в отношении заявленных паразитических членистоногих. Обработку помещения и птиц проводили мелкокапельным опрыскиванием с нормой расхода 25–50 мл/м<sup>2</sup> с помощью помпового опрыскивателя согласно проекту инструкции по применению.

Изучены в динамике следующие морфофизиологические показатели крови кур: число эритроцитов, лейкоцитов, концентрация гемоглобина и лейкоцитарная формула, а также физиолого-биохимические параметры: концентрация общего белка, альбуминов, глобулинов, креатинина, холестерина, триглицеридов, глюкозы, трийодтиронина (Т<sub>3</sub>) свободного, активность аспартатамино-трансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), щелочной фосфатазы, креатинфосфокиназы (КФК), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и α-амилазы. Также оценивали уровень общей антиокислительной активности и перекисного окисления липидов в крови. При этом использовали общепринятые методики [11]. Определяли индекс ферментемии (АСТ/АЛТ+АСТ/ЛДГ+КФК/ЛДГ) [14].

Дополнительно проводили контроль за состоянием перьевого покрова птиц через 15 и 30 сут после двукратной обработки водной эмульсией препарата.

Статистическую обработку осуществляли, используя методические приемы, изложенные в издании Р. Х. Кармолиева (1971), путем вычисления t критерия для зависимых выборок [9]. Результаты представляли в следующем формате: среднее значение ± стандартное отклонение.

### Результаты и обсуждение

Установлена высокая эффективность противопаразитарных обработок кур водной эмульсией инсектоакарицидного средства. В течение 60 сут после двукратной обработки клещей на птице и в новом помещении не обнаружено.

В динамике у исследуемых кур в крови выявлены следующие морфофизиологические, метаболические, энзимологические и эндокринные изменения на фоне дезакаризации (табл.).

Таблица

Морфофизиологические и физиолого-биохимические показатели крови кур-несушек «Хайсекс Уайт» до и через 15 и 30 сут после деакаризации (n = 5)

Table

Morpho-physiological and biophysiochemical blood parameters in Hysex White laying hens before and 15 and 30 days after the deacarization (n = 5)

Показатель, ед. измерения	Срок исследования	Цифровые данные
1	2	3
<i>Морфофизиологические показатели крови</i>		
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	до деакаризации	3,67 $\pm$ 0,16
	через 15 сут	5,02 $\pm$ 0,35**
	через 30 сут	4,92 $\pm$ 0,29**
Гемоглобин, г/л	до деакаризации	141,60 $\pm$ 12,86
	через 15 сут	156,40 $\pm$ 11,19
	через 30 сут	162,00 $\pm$ 5,87*
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	до деакаризации	5,80 $\pm$ 2,36
	через 15 сут	6,60 $\pm$ 0,73
	через 30 сут	6,32 $\pm$ 1,01
<i>Лейкоцитарная формула, %</i>		
Эозинофилы	до деакаризации	4,40 $\pm$ 3,21
	через 15 сут	9,60 $\pm$ 2,30
	через 30 сут	5,60 $\pm$ 1,14
Моноциты	до деакаризации	3,60 $\pm$ 2,41
	через 15 сут	2,00 $\pm$ 1,22
	через 30 сут	4,80 $\pm$ 0,84
Базофилы	до деакаризации	0,60 $\pm$ 0,55
	через 15 сут	3,00 $\pm$ 0,71**
	через 30 сут	1,80 $\pm$ 0,84
Лимфоциты	до деакаризации	60,40 $\pm$ 2,88
	через 15 сут	65,00 $\pm$ 3,39
	через 30 сут	66,00 $\pm$ 2,35*
Гетерофилы (псевдоэозинофилы)	до деакаризации	31,00 $\pm$ 2,00
	через 15 сут	20,40 $\pm$ 2,41**
	через 30 сут	21,80 $\pm$ 2,39***
<i>Физиолого-биохимические показатели</i>		
Общий белок, г/л	до деакаризации	64,80 $\pm$ 9,36
	через 15 сут	73,00 $\pm$ 3,39
	через 30 сут	69,00 $\pm$ 5,24
Альбумины, г/л	до деакаризации	29,20 $\pm$ 2,86
	через 15 сут	31,20 $\pm$ 1,64
	через 30 сут	29,40 $\pm$ 1,95
Глобулины, г/л	до деакаризации	35,60 $\pm$ 6,54
	через 15 сут	41,80 $\pm$ 2,68
	через 30 сут	39,60 $\pm$ 4,16
Аланинаминотрансфераза, Е/л	до деакаризации	28,40 $\pm$ 14,54
	через 15 сут	30,00 $\pm$ 6,08
	через 30 сут	10,00 $\pm$ 2,00*
Аспаргатаминотрансфераза, Е/л	до деакаризации	260,60 $\pm$ 25,58
	через 15 сут	224,80 $\pm$ 3,56*
	через 30 сут	246,80 $\pm$ 27,29

Окончание таблицы

End of table

1	2	3
Щелочная фосфатаза, Е/л	до деакарнизации	960,40 ± 216,14
	через 15 сут	859,60 ± 458,03
	через 30 сут	977,00 ± 487,45
Креатинин, мкмоль/л	до деакарнизации	43,60 ± 4,88
	через 15 сут	40,60 ± 6,19*
	через 30 сут	32,40 ± 4,72*
Креатинфосфокиназа, Е/л	до деакарнизации	3338,20 ± 1268,67
	через 15 сут	1715,60 ± 330,26
	через 30 сут	1598,20 ± 608,37
Холестерол, ммоль/л	до деакарнизации	2,94 ± 0,17
	через 15 сут	4,44 ± 0,76*
	через 30 сут	4,50 ± 0,89*
Триглицериды, ммоль/л	до деакарнизации	14,27 ± 1,08
	через 15 сут	25,89 ± 2,73**
	через 30 сут	22,29 ± 4,36*
Глюкоза, ммоль/л	до деакарнизации	12,58 ± 0,38
	через 15 сут	13,80 ± 0,35*
	через 30 сут	13,18 ± 0,56
Лактатдегидрогеназа, Е/л	до деакарнизации	874,60 ± 440,82
	через 15 сут	1171,00 ± 110,95
	через 30 сут	412,60 ± 36,83
α-Амилаза, Е/л	до деакарнизации	149,40 ± 7,06
	через 15 сут	167,40 ± 11,24**
	через 30 сут	401,60 ± 22,91***
Общая антиоксидантная активность, ммоль/л	до деакарнизации	1,62 ± 0,02
	через 15 сут	1,65 ± 0,02
	через 30 сут	1,71 ± 0,02*
ПОЛ (перекисное окисление липидов), мкмоль/л	до деакарнизации	3,38 ± 0,15
	через 15 сут	3,33 ± 0,12
	через 30 сут	3,02 ± 0,08*
<i>Гормоны-регуляторы</i>		
Т <sub>3</sub> свободный, пмоль/л	до деакарнизации	4,85 ± 0,34
	через 15 сут	8,07 ± 1,01**
	через 30 сут	8,02 ± 0,33***

Примечание. [Note]. \* - P < 0,05; \*\* - P < 0,01; \*\*\* - P < 0,001.

На фоне противопаразитарных обработок у кур установлено статистически значимое повышение концентрации трийодтиронина свободного в крови через 15 сут в 1,7 раза (P < 0,01) и через 30 сут после обработок равнозначно (P < 0,001) относительно цифровых данных до лечения. Это свидетельствует о росте функциональной активности щитовидной железы у птиц на фоне лечения и отчасти об-

условливает у них восстановление перьевого покрова, но с разной скоростью. Через 15 сут после двукратной обработки оперение восстановилось у одной курицы из пяти, через 30 сут – у трех из пяти, у остальных сохранились бесперьевые участки кожи.

Подобный характер изменений концентрации трийодтиронина свободного в крови отмечен ранее в наших работах у кур кросса

«Хай-Лайн» при дерманиссиозе на фоне лечения монокомпонентным препаратом на основе D-цифенотрина [8]. Причем, высокую значимость йодтиронинов отмечают еще в раннем онтогенезе у птиц. Поэтому, на наш взгляд, анализ концентрации  $T_3$  в крови является важным составляющим, особенно в фазу восстановления. Йодтиронины влияют на все метаболические процессы, а интенсивность последних положительно коррелирует с уровнем тиреоидных гормонов в крови [4].

Следует отметить, что при действии чрезвычайных стресс-факторов в крови у кур отмечают высокие концентрации глюкокортикоидных гормонов [8, 16, 28], которые проявляют выраженные анти тиреоидные свойства. Они снижают реакцию гипофиза на тиролиберин, подавляя секрецию тиреотропного гормона и, как следствие, уменьшая синтез йодтиронинов [20]. Очевидно, устранение агрессивного паразитарного стрессора на фоне деакаризации сопровождается угасанием стресс-реакции в организме птиц; заявленное создает благоприятные условия для активизации работы щитовидной железы, которая во многом ответственна за адаптационные реакции. Стимуляция синтеза и повышение активности именно естественных биорегуляторов адаптационных процессов, в частности за счет синтеза гормонов щитовидной железы, создает благоприятные предпосылки для восстановления организма особей после действия экстремальных по силе стрессогенных факторов [21]. Кроме того, важными звеньями механизмов саногенеза являются иммуномодуляция, стимуляция анаболизма, активизация регенерации, детоксицирующих процессов, интенсификация центральных обменных процессов, повышение антиоксидантной способности организма и др. [2].

Заявленное подтверждено физиолого-биохимическим ответом организма яичных кур в возрасте 20 мес. на фоне деакаризации, подробное описание которого приведено ниже.

Положительное изменение в динамике числа лейкоцитов в крови кур, очевидно, обусловлено стимуляцией иммунной функции в их организме тиреоидными гормонами. Установлена тенденция к увеличению числа лейкоцитов через 15 сут после обработок на 13,8% и через 30 сут – на 9,0% по сравнению с данными до лечения. Выраженные изменения отмечены в лейкоцитарной формуле. Через

15 сут после деакаризации установлена тенденция к повышению процента эозинофилов в крови (в пределах физиологической нормы) по сравнению с первоначальными данными, через 30 сут она отсутствовала. После лечения через 30 сут процент лимфоцитов был достоверно выше на 9,3% ( $P < 0,05$ ) относительно цифровых данных до обработок. Процент гетерофилов статистически значимо был ниже в 1,4 раза ( $P < 0,001$ ) относительно данных, полученных до обработок. Перечисленные перестройки, очевидно, отразились на соотношении гетерофилов к лимфоцитам, которое показывает наличие стрессовых состояний в организме кур. До обработки этот индекс составил  $0,52 \pm 0,04$ , а через 30 сут –  $0,33 \pm 0,05$  ( $P < 0,001$ ). Так, в течение эксперимента выявлено достоверное уменьшение данного соотношения в 1,6 раза ( $P < 0,001$ ), что свидетельствует об угасании интенсивности реакций стресса у кур на фоне деакаризации, что не противоречит другим исследованиям [3].

Выявленная дестабилизация показателей системы красной крови у кур при дерманиссиозе в течение эксперимента изменяется. Указанное выразилось в достоверном росте числа эритроцитов в 1,3 раза ( $P < 0,01$ ) и концентрации гемоглобина на 14,4% ( $P < 0,05$ ) у кур на фоне деакаризации по сравнению с цифровыми данными до лечения. На наш взгляд, это основные аспекты, которые позволяют обеспечить благоприятные условия для восстановления организма яичных кур.

Вышеописанные изменения, очевидно, отразились на интенсивности центральных обменных процессов в организме яичных кур. Общий белок является важным показателем крови при оценке состояния здоровья животных; белки выполняют многочисленные физиолого-биохимические функции в их организме, в т. ч. поддержание гомеостаза [27]. Так, на фоне деакаризации выявлена тенденция к росту уровня общего белка в организме птиц. Кроме того, на 15-е сутки после лечения установлена тенденция к увеличению концентрации альбуминов в крови у кур на 6,8 % по сравнению с результатами до обработки птиц. Изменение уровня альбуминов в крови свидетельствует о повышении белково-синтезирующей функции печени [19], наиболее эффективной реализации альбуминового анти-токсического барьера и нормализации общей транспортной функции (перенос витаминов, гормонов и др.) в организме птиц. Кроме того,

альбумины определяют онкотическое давление крови. Описанные изменения свидетельствуют о тенденции к интенсификации белкового обмена в организме исследуемых птиц. Заявленное, возможно, связано с изменением функциональной активности щитовидной железы в течение эксперимента.

Следует отметить некоторые особенности углеводно-энергетического обмена у кур на фоне противопаразитарных обработок. Концентрация глюкозы в крови имела тенденцию к увеличению в течение всего эксперимента. На 15-е сутки после деакаризации установлено достоверное повышение ее концентрации в крови на 9,7% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с показателями до лечения. При этом активность ЛДГ на 15-е сутки после деакаризации возросла до  $1171,00 \pm 110,95$  Е/л против  $874,60 \pm 440,82$  Е/л до обработок, а на 30-е сутки снизилась до  $412,60 \pm 36,83$  Е/л. Так, активность ЛДГ через 30 сут после деакаризации ниже в 2,1 раза по сравнению с ее активностью в крови кур на фоне паразитирования красного куриного клеща. Можно предположить активацию аэробного гликолиза на 30-е сутки после лечения, что обуславливает необходимые условия для восстановления. Заявленное сопряжено с повышением числа эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови у опытных кур после деакаризации. Кроме того, у птиц на фоне лечения установлено повышение активности  $\alpha$ -амилазы в крови в 2,7 раза ( $P < 0,001$ ) по сравнению с ее первоначальной активностью до лечения. Глюкоза является основным энергетическим субстратом для многих клеток, тканей и органов (например, для головного мозга, эритроцитов, паренхимы почек, мышц и др. [17]). В течение эксперимента ее концентрация увеличивается, что, возможно, обусловлено эффективным расщеплением полисахаридов, поступающих с кормом, на фоне повышения активности  $\alpha$ -амилазы. Указанное необходимо для обеспечения восстановительных процессов субстратами с быстрым высвобождением энергии в организме кур. Кроме того, активность щелочной фосфатазы также в период восстановления у кур имела тенденцию к увеличению; данный фермент отчасти контролирует уровень глюкозы в крови [15].

Перечисленные энзимологические изменения в крови у птиц, очевидно, связаны с активизацией саногенетических механизмов, направленных на стабильное обеспечение организма необходимыми энергетическими

ресурсами. Так, описанные особенности углеводно-энергетического обмена у кур в восстановительный период свидетельствуют об его интенсификации и эффективной реализации углеводами их энергетической функции.

Кроме того, вышеуказанная активность ЛДГ через 30 сут, возможно, также обусловлена активным запуском саногенетических процессов, направленных на снижение тканевой и клеточной деструкции в организме кур, что не противоречит работе [6].

Наряду с этим, на фоне паразитирования красного куриного клеща у кур можно отметить одновременное повышение активности аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы, если сравнивать цифровые показатели активности ферментов в крови кур до и после деакаризации в пределах физиологической нормы. Очевидно, это обусловлено активизацией взаимосвязей аминокислотного, углеводного и энергетического обменов на фоне действия паразитарного стресс-фактора, т. е. напряженностью обменных процессов для эффективной реализации механизмов адаптации. Через 30 сут после деакаризации активность этих ферментов снижается, при этом значение коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ) соответствует нормам для класса птиц (20-24 ед.).

Дополнительно в течение эксперимента у кур рассчитан индекс ферментемии по активности некоторых ферментов в крови. До лечения и через 15 сут после деакаризации он составил  $16,54 \pm 7,19$  и  $9,44 \pm 1,69$ , соответственно, а уже через 30 сут –  $30,08 \pm 7,62$ . Первые две цифры ниже 20, что свидетельствует об анаэробном сдвиге ферментемии у кур, а через 30 сут установлена тенденция к увеличению данного индекса до 30,08, что указывает на аэробный сдвиг ферментемии у птиц после обработок [14].

Полученные результаты по оценке в динамике физиологического состояния яичных кур сопоставимы с нашим предположением о преобладании у них в начале эксперимента доли анаэробного гликолиза на фоне дестабилизации показателей системы красной крови и об обратном положительном изменении данных явлений и процессов на 30-е сутки после деакаризации.

Возможно, выявленная нормализация энергетического обмена в организме кур повлияла на снижение активности креатинфос-

фокиназы на 30-е сутки после деакарнизации в 2,1 раза по сравнению с данными до лечения, а также на 30-е сутки после лечения установлено достоверное снижение уровня креатинина в крови птиц в 1,3 раза ( $P < 0,05$ ) по сравнению с первоначальными данными. Выявленные изменения являются благоприятным прогнозом в отношении инициации восстановительных процессов в мышечной ткани птиц, что не противоречит другим исследованиям [8].

Реализация механизмов восстановления в организме кур также отмечена в изменении концентрации метаболитов липидного обмена. Выявлена выраженная тенденция к увеличению уровня холестерина и триглицеридов в крови кур на фоне лечения. Так, через 15 и 30 сут после деакарнизации концентрация первого показателя липидного обмена равнозначно достоверно выше в 1,5 раза ( $P < 0,05$ ) по сравнению с первоначальным значением холестерина до лечения. Уровень триглицеридов в крови у кур через 15 сут достоверно выше в 1,8 раза ( $P < 0,01$ ), через 30 сут – в 1,6 раза ( $P < 0,05$ ) по сравнению с данными до лечения.

Описанная интенсификация липидного обмена в организме кур на фоне лечения, возможно, обусловлена угасанием стресс-реакции, исключая стадию истощения. Поэтому, на фоне лечения триглицериды в организме кур-несушек могут активно участвовать в энергетическом обмене, а холестерин – в синтезе именно стероидных половых гормонов.

Полноценное восстановление производных кожи возможно только при полноценном запуске саногенетических механизмов, необходимых для нормализации центральных параметров гомеостаза. Заявленное происходит за счет увеличения емкости энергетического обмена (наличие необходимых субстратов, ферментов и др.), т. е. интенсивности данного обмена.

Интенсификация белкового, углеводно-энергетического и липидного обменов у яичных кур на фоне деакарнизации, очевидно, повлияла на перообразовательный процесс в их организме; также его интенсивность во многом поддерживается функциональной активностью щитовидной железы, которая изменилась в период восстановления.

Некоторые исследователи отмечают влияние стресс-реакции на состояние оперения у птиц [13, 26]. Массовая потеря оперения у кур-несушек при паразитировании красно-

го куриного клеща, возможно, обусловлена интенсификацией оксидативного стресса. Так, с возрастом интенсивность перекисного окисления у кур-несушек увеличивается, наряду с этим они становятся более уязвимыми к действию негативных факторов окружающей среды, чем более молодая птица [23]. Ранее в наших работах доказано развитие оксидативного стресса у кур-несушек при дерманиссиозе [8]. Поэтому контроль в динамике продуктов липопероксидации и активности антиоксидантной системы в крови является важным критерием оценки гомеостаза кур-несушек в возрасте 20 мес. на фоне деакарнизации. Через 30 сут после лечения установлено статистически значимое увеличение общей антиоксидантной активности крови птиц на 5,6% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с первоначальной активностью данного показателя до лечения. Заявленное обуславливает постепенное снижение концентрации продуктов перекисного окисления липидов в крови исследуемых кур в течение эксперимента. Через 30 сут после лечения установлено достоверное снижение концентрации продуктов липопероксидации на 10,7% ( $P < 0,05$ ) по отношению к первичным цифрам, полученным до лечения. Указанное обуславливает снижение интенсивности оксидативного стресса у кур-несушек на фоне противопаразитарных обработок, что, вероятно, связано с повышением функциональной активности щитовидной железы, йодсодержащие гормоны которой обладают выраженной антиоксидантной активностью [12]. При этом они активируют синтез супероксиддисмутазы и каталазы [12], которые являются активными участниками антиоксидантной системы птиц.

Таким образом, учитывая улучшение общего состояния, саногенетический характер изменений исследуемых показателей крови у кур на фоне лечения, с помощью мониторинга концентрации трийодтиронина свободного можно прогнозировать у них характер восстановительных процессов после инсектоакарицидных обработок. Так, запуск саногенетических механизмов в организме яичных кур на фоне лечебных мероприятий против паразитических членистоногих во многом обусловлен повышением синтетической активности щитовидной железы. Необходимо учитывать, что интенсивность и скорость восстановительных процессов в организме яичных кур зависят от их возраста, условий содержания,

а также от эффективности и безопасности инсектоакарицидного средства [8].

### Заключение

На фоне противопаразитарных обработок у кур выявлена положительная динамика восстановления организма с улучшением их общего состояния. Восстановительный период у кур сопровождался активацией функциональной активности щитовидной железы. Наряду с этим отмечена нормализация морфофизиологических показателей, интенсификация углеводно-энергетического, липидного и белкового обменов, а также рост общей антиоксидантной активности на фоне снижения уровня перекисного окисления липидов в крови. Исходя из фармакологических характеристик действующих веществ в исследуемом препарате, можно предположить, что, возможно, реализация антиоксидантных свойств йодтиронинов определяет снижение интенсивности липопероксидации у кур в ходе восстановления. Таким образом, новое инсектоакарицидное средство на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксиды и пирипроксифена эффективно в отношении *D. gallinae* и не оказывает отрицательного влияния на кур-несушек, при этом в их организме активируются генетически детерминированные саногенетические механизмы, обуславливающие стабилизацию гомеостаза, в т. ч. улучшение их экстерьерных параметров. Исследуемый препарат можно рекомендовать для дальнейших испытаний.

### Список источников

1. Арисов М. В., Индюхова Е. Н., Арисова Г. Б., Поселов Д. С., Степанов А. А., Поселова Е. В. Параметры острой пероральной и накожной токсичности лекарственного препарата на основе D-цифенотрина, пирипроксифена и пиперонилбутоксиды на лабораторных животных // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 4. С. 410–418. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-4-410-418>
2. Барановский А. Ю., Круглова Н. А., Григорьева Е. Ю. Вариант функционального питания больных неалкогольной жировой болезнью печени // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2024. № 10. С. 189-196. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-218-10-189-196>
3. Буловская Л. К., Ковтуненко А. Ю., Беляева Е. Ю. Адаптация кур к факторам промышленного содержания // Региональные геосистемы. 2010. Т. 13. № 21 (92). С. 96-102.
4. Гудин В. А., Лысов В. Ф., Максимов В. И. Физиология и этология сельскохозяйственных птиц. СПб.: Лань, 2010. 336 с.
5. Гусакова Е. А., Городецкая И. В. Сопоставление выраженности стресс-протекторного эффекта тироксина и гидрокортизона // «БГМУ в авангарде медицинской науки и практики»: сборник научных трудов. 2019. Вып. 9. С. 166-171.
6. Делис И. В., Рыжкова Г. Ф. Активность некоторых ферментов в организме сельскохозяйственной птицы при включении в рацион препарата «В-Трахим Се» и токоферола // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2. С. 59-61.
7. Зайцева Н. В., Ланин Д. В., Черешнев В. А. Иммунная и нейроэндокринная регуляция в условиях воздействия химических факторов различного генеза. Пермь: Издательство Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. 236 с.
8. Индюхова Е. Н., Арисов М. В., Азарнова Т. О., Максимов В. И. Саногенетические основы коррекции физиолого-биохимического статуса у кур при дерманиссиозе. М.: Наука, 2024. 242 с. <https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-5-1-2024-242>
9. Кармолиев Р. Х. Современные биохимические методы исследования в ветеринарии и зоотехнии. М.: Колос, 1971. 288 с.
10. Кондратенко Е. И., Теплый Д. Л., Маслов А. К. Экспериментальная оценка функционального состояния щитовидной железы белых крыс при введении антиоксидантов, трийодтиронина и их сочетаний // Ученые записки. 1996. № 2. С. 47-55.
11. Кондрахин И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: КолосС, 2004. 520 с.
12. Лыгденов Д. В., Сордонова Е. В., Жамсаранова С. Д. Влияние органических форм йода и цинка на соотношение прооксидантных и антиоксидантных систем организма при йодной недостаточности // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7. № 4 (23). С. 36-43.
13. Патент № 2151502 Российская Федерация, МПК A01K 67/02. Способ прогноза стресса у яичных кур: № 99105140/13; заявл. 16.03.1999; опубл. 27.06.2000 / В. И. Щербатов, Л. И. Сидоренко, Е. В. Левченко, Т. И. Пахомова, Т. А. Кутовенко, М. Н. Джолова; заявитель Кубанский государственный аграрный университет. 4 с.
14. Патент № 2399203 Российская Федерация, МПК A01K 67/00, A61D 99/00. Способ оценки физиологического состояния организма цыплят: № 2009108991/13; заявл. 11.03.2009; опубл. 20.09.2010 / В. Н. Ласкавий, М. Л. Малинин; заявитель Государственное научное учреждение Саратовская научно-исследовательская ветеринарная станция Российской академии сельскохозяйственных наук. 7 с.

15. Рослый И. М., Водолажская М. Г. Правила чтения биохимического анализа. М.: Медицинское информационное агентство, 2020. 112 с.
16. Сайфутдинова Л. Н., Дерхо М. А. Оценка биологических связей кортикостерона и кортизола в организме кур при стресс-реакции // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 187-193. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-187-193>
17. Серeda Т. И., Дерхо М. А. Характеристика углеводного обмена в организме кур-несушек кросса «Ломанн белый» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (31-1). С. 334-337.
18. Смирнова Т. С., Дегтярь Ю. В., Шараевская М. В., Капитонова М. Ю. Иммуногистохимическая характеристика щитовидной железы при хроническом стрессе // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2008. № 4 (28). С. 51-54.
19. Трeмасова А. М., Белецкий С. О., Иванов А. А., Кахаберидзе В. В. Применение сорбентов при выращивании молодняка птицы // Птица и птицепродукты. 2012. № 3 (17). С. 17-18.
20. Фомина К. А., Ромашико А. А. Влияние глюкокортикоидов на эндокринную регуляцию // Морфологический альманах имени В. Г. Ковешникова. 2019. Т. 17 (3). С. 75-77.
21. Шушкевич Н. И. Биохимия гормонов. Владимир: Издательство Владим. гос. ун-та, 2009. 68 с.
22. Arzour-Lakehal N., Siliart B., Benlatreche C. Relationship between plasma free thyroxine levels and some biochemical parameters in two strains of broiler chickens. *Global Veterinaria*. 2013; 10 (3): 243-249.
23. Gu Y. F., Chen Y. P., Jin R., Wang C., Wen C., Zhou Y. M. Age-related changes in liver metabolism and antioxidant capacity of laying hens. *Poultry Science*. 2021; 100 (12): 101478.
24. Pavličević A., Ratajac R., Stojanov I., Pavlovic I. The control program of red poultry mite (*Dermanyssus gallinae*), today. *Archives of Veterinary Medicine/ Arhiv Veterinarske Medicine*. 2018; 11 (2): 71-88.
25. Thrall M. A., Weiser G., Allison R. W., Campbell T. W. (Eds.). *Veterinary Hematology, Clinical Chemistry, and Cytology*. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2022; 1056.
26. Tok S., Şekeroğlu A., Duman M., Tainika B. Effect of age, stocking density, genotype, and cage tier on feather score of layer pure lines. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2022; 46 (1): 115-123.
27. Tóthová C., Sesztáková E., Bielik B., Nagy O. Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Veterinary world*. 2019; 12 (4): 598-604. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604>
28. Wodzicka-Tomaszewska M., Stelmasiak T., Cumming R. B. Stress by immobilization, with food and water deprivation, causes changes in plasma concentration of triiodothyronine, thyroxine and corticosterone in poultry. *Australian journal of biological sciences*. 1982; 35 (4): 393-402.

Статья поступила в редакцию 07.03.25; одобрена после рецензирования 10.03.25; принята к публикации 30.04.25

#### Об авторах:

**Индюхова Евгения Николаевна**, кандидат биологических наук, зам. руководителя филиала по инновационной деятельности; SPIN-код: 2152-6693, Researcher ID: U-4490-2018, Scopus ID: 57207927270.

**Азарнова Татьяна Олеговна**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры химии им. профессоров С. И. Афонского, А. Г. Малахова; SPIN-код: 7993-6923, Scopus ID: 57725296100.

**Арисов Михаил Владимирович**, доктор ветеринарных наук, профессор РАН, заведующий лабораторией эктопаразитозов, руководитель филиала ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; SPIN-код: 8737-2270, Researcher ID: B-7834-2018, Scopus ID: 57207942094.

**Максимов Владимир Ильич**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии им. А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова; SPIN-код: 6173-2928, Researcher ID: B-1343-2019, Scopus ID: 57202537528.

**Золотухина Елена Александровна**, зам. директора по производству.

#### Вклад авторов:

Индюхова Е. Н. – создание дизайна исследования, проведение научно-исследовательской работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

Азарнова Т. О. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Арисов М. В. – разработка дизайна исследования, анализ полученных результатов исследования.

Максимов В. И. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Золотухина Е. А. – анализ полученных результатов исследования.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Arisov M. V., Indyuhova E. N., Arisova G. B., Poselov D. S., Stepanov A. A., Poselova E. V. Acute oral and dermal toxicity parameters of a drug based on D-cyphenothrin, pyriproxyfen and piperonyl butoxide in laboratory animals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18 (4):410–418. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-4-410-418>
2. Baranovsky A. Yu., Kruglova N. A., Grigorieva E. Yu. A variant of functional nutrition for patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Ekspertimnaya i klinicheskaya gastroenterologiya = Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2024; 10: 189-196. (In Russ.) <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-218-10-189-196>
3. Buslovskaya L. K., Kovtunenkov A. Yu., Belyaeva E. Yu. Adaptation of chickens to industrial maintenance factors. *Regional'nye geosistemy = Regional geosystems*. 2010; 13(21(92)): 96-102. (In Russ.)
4. Gudim V. A., Lysov V. F., Maximov V. I. Physiology and ethology of poultry. SPb.: Lan, 2010; 336. (In Russ.)
5. Gusakova E. A., Gorodetskaya I. V. Severity comparison of the stress-protective effect of thyroxine and hydrocortisone. «BGMU v avangarde medicinskoj nauki i praktiki»: sbornik nauchnyh trudov = "BSMU at the Forefront of Medical Science and Practice": collection of scientific papers. 2019; 9: 166-171. (In Russ.)
6. Delis I. V., Ryzhkova G. F. Activity of some enzymes in poultry when B-Traxim Se and tocopherol are included in the diet. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyaystvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2015; 2: 59-61. (In Russ.)
7. Zaitseva N. V., Lanin D. V., Chereshnev V. A. Immune and neuroendocrine regulation when exposed to chemical factors of various origins. Perm: Publishing House of the Perm National Research Polytechnic University, 2016; 236. (In Russ.)
8. Indyuhova E. N., Arisov M. V., Azarnova T. O., Maximov V. I. Sanogenetic basis for correction of physiological and biochemical status in hens with dermanysosis. M.: Nauka, 2024; 242 (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-5-1-2024-242>
9. Karmoliev R. Kh. Modern biochemical research methods in veterinary science and zootechnics. M.: Kolos, 1971; 288. (In Russ.)
10. Kondratenko E. I., Teply D. L., Maslov A. K. Experimental evaluation of the functional status of the thyroid gland in white rats upon administration of antioxidants, triiodothyronine, and their combinations. *Uchenye zapiski = Proceedings*. 1996; 2: 47-55. (In Russ.)
11. Kondrakhin I. P. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics. M.: KolosS, 2004; 520. (In Russ.)
12. Lygdenov D. V., Sordonova E. V., Zhamsaranova S. D. The effect of iodine and zinc organic forms on the ratio of pro-oxidant and antioxidant systems in the organism with iodine deficiency. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya = News from universities. Applied chemistry and biotechnology*. 2017; 7(4(23)): 36-43. (In Russ.)
13. Patent No. 2151502 Russian Federation, IPC A01K 67/02. Method for predicting stress in laying hens: No. 99105140/13: application dd. 16/03/1999: published 27/06/2000 / V. I. Shcherbatov, L. I. Sidorenko, E. V. Levchenko, T. I. Pakhomova, T. A. Kutovenko, M. N. Jolova; Applicant the Kuban State Agrarian University. 4 p. (In Russ.)
14. Patent No. 2399203 Russian Federation, IPC A01K 67/00, A61D 99/00. Method for assessing the physiological status of the chicken organism: No. 2009108991/13: application dd. 11/03/2009: published 20/09/2010 / V. N. Laskavy, M. L. Malinin; Applicant, State Scientific Institution the Saratov Research Veterinary Station of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 7 p. (In Russ.)
15. Rosly I. M., Vodolazhskaya M. G. Rules for reading biochemical analysis. M.: Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo, LLC (Medical Information Agency), 2020; 112. (In Russ.)
16. Saifutdinova L.N., Derkho M. A. Biocommunication evaluation of corticosterone and cortisol in the chicken organism in stress response. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana = Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2021; 246(2): 187-193. (In Russ.) <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-187-193>
17. Sereda T. I., Derkho M. A. Characteristics of carbohydrate metabolism in the Lohmann white laying hen organism. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2011; 3 (31-1): 334-337. (In Russ.)
18. Smirnova T. S., Degtyar Yu. V., Sharaevskaya M. V., Kapitonova M. Yu. Immunohistochemical characteristics of the thyroid gland in chronic stress. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2008; 4 (28): 51-54. (In Russ.)

19. Tremasova A. M., Beletsky S. O., Ivanov A. A., Kakhberidze V. V. Sorbents used in rearing young poultry. *Ptica i pticeprodukty = Poultry and Chicken Products*. 2012; 3 (17): 17-18. (In Russ.)
20. Fomina K. A., Romashko A. A. The effects of glucocorticoids on endocrine regulation. *Morfologicheskij al'manah imeni V. G. Koveschnikova = Morphological Almanac named after V.G. Kovesnikov*. 2019; 17 (3): 75-77. (In Russ.)
21. Shushkevich N. I. Biochemistry of hormones. Vladimir: Publishing House of the Vladimir State University, 2009; 68. (In Russ.)
22. Arzour-Lakehal N., Siliart B., Benlatreche C. Relationship between plasma free thyroxine levels and some biochemical parameters in two strains of broiler chickens. *Global Veterinaria*. 2013; 10 (3): 243-249.
23. Gu Y. F., Chen Y. P., Jin R., Wang C., Wen C., Zhou Y. M. Age-related changes in liver metabolism and antioxidant capacity of laying hens. *Poultry Science*. 2021; 100 (12): 101478.
24. Pavličević A., Ratajac R., Stojanov I., Pavlovic I. The control program of red poultry mite (*Dermanyssus gallinae*), today. *Archives of Veterinary Medicine/ Arhiv Veterinarske Medicine*. 2018; 11 (2): 71-88.
25. Thrall M. A., Weiser G., Allison R. W., Campbell, T. W. (Eds.). *Veterinary Hematology, Clinical Chemistry, and Cytology*. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2022; 1056.
26. Tok S., Şekeroğlu A., Duman M., Tainika B. Effect of age, stocking density, genotype, and cage tier on feather score of layer pure lines. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2022; 46 (1): 115-123.
27. Tóthová C., Sesztáková E., Bielik B., Nagy O. Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. *Veterinary world*. 2019; 12 (4): 598-604. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604>
28. Wodzicka-Tomaszewska M., Stelmasiak T., Cumming R. B. Stress by immobilization, with food and water deprivation, causes changes in plasma concentration of triiodothyronine, thyroxine and corticosterone in poultry. *Australian journal of biological sciences*. 1982; 35 (4): 393-402.

The article was submitted 07.03.2025; approved after reviewing 10.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

*About the authors:*

**Indyuhova Evgenia N.**, Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Innovations; SPIN: 2152-6693, Researcher ID: U-4490-2018, Scopus ID: 57207927270.

**Azarnova Tatyana O.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Chemistry named after Professors S. I. Afonsky, A. G. Malakhov; SPIN: 7993-6923, Scopus ID: 57725296100.

**Arisov Mikhail V.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Ectoparasitosis, Director of the VNIIP – FSC VIEV; SPIN: 8737-2270, Researcher ID: B-7834-2018, Scopus ID: 57207942094.

**Maximov Vladimir I.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozgov; SPIN: 6173-2928, Researcher ID: B-1343-2019, Scopus ID: 57202537528.

**Zolotukhina Elena A.**, Deputy Director for Production.

*Contribution of the authors:*

Indyuhova E. N. – study design, research work, data collection and analysis, article preparation.

Azarnova T. O. – obtained data analysis and interpretation, article preparation.

Arisov M. V. – study design development, analysis of obtained research results.

Maximov V. I. – obtained data analysis and interpretation, article preparation.

Zolotukhina E. A. – analysis of obtained research results.

*All authors have read and approved the final manuscript.*