

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ ОТВЕТ ОРГАНИЗМА ЯИЧНЫХ КУР НА *DERMANYSSUS GALLINAE*

Индюхова Е. Н.¹,

кандидат биологических наук,
зам. руководителя филиала по инновационной деятельности,
indyuhova@vniigis.ru

Арисов М. В.¹,

доктор ветеринарных наук, профессор РАН,
руководитель филиала, зав. лабораторией эктопаразитозов

Максимов В. И.²,

доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры физиологии, фармакологии
и токсикологии им. А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова

Азарнова Т. О.²,

доктор биологических наук, доцент,
профессор кафедры химии имени профессоров
С. И. Афонского, А. Г. Малахова

Аннотация

Работа посвящена физиолого-биохимическим аспектам взаимоотношений в системе «паразит-хозяин» на примере кур-несушек кросса Хай-Лайн промышленного стада и *Dermanyssus gallinae*. Кур опытной группы содержали в птичнике со степенью заклещеванности *D. gallinae* на «+++», данное условие рассматривали как стресс-фактор для птиц. Особи контрольной группы были свободны от паразитарных агентов. Кровь для определения физиолого-биохимических и морфофизиологических показателей брали от 10 случайно отобранных особей из опытной и контрольной групп. Проанализирован комплекс показателей углеводно-энергетического, белкового

¹ 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» (117218, г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 28)

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» (109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23)

и липидного обменов. Оценен характер метаболических процессов у кур-несушек при дерманиссиозе. Происследовано эндокринное обеспечение организма кур стресс-ассоциированными гормонами, в частности кортизолом и трийодтиронином. В работе приведены результаты молекулярных последствий развития стресс-реакции в организме кур при дерманиссиозе. Состояние стресса у птиц сопровождалось чрезмерной активацией перекисного окисления липидов и снижением антиоксидантной защиты. Тенденция к росту содержания оснований Шиффа – конечных продуктов липопероксидации у кур из опытной группы позволяет отметить хронизацию стресс-реакции, которая обуславливает нарушение обменных процессов у кур при дерманиссиозе. У кур яичного кросса при дерманиссиозе выявлена третья стадия стресс-реакции – стадия истощения.

Ключевые слова: *Dermanyssus gallinae*, красный куриный клещ, куры-несушки, обмен веществ, перекисное окисление липидов.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSE OF LAYING HEN'S ORGANISM TO *DERMANYSSUS GALLINAE*

Indyuhova E. N.¹,

Candidate of Biological Sciences,
Deputy Director for Innovations,
indyuhova@vniigis.ru

Arisov M. V.¹,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences,
Branch Manager, Head of the Laboratory of Ectoparasitosis

Maximov V. I.²,

Doctor of Biological Sciences, Professor,
Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology
named after A. N. Golikova and I. E. Mozhova

Azarnova T. O.²,

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
Department of Chemistry named after Professors S. I. Afonsky, A. G. Malakhova

¹ 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" (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia)

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin" (23, Academician Scriabin st., Moscow, 109472, Russia)

Abstract

The paper discusses physiological and biochemical aspects of relations in the "parasite-host" system by the example of market Hy-Line laying hens and *Dermanyssus gallinae*. The hens of the experimental group were kept in a poultry house with a degree of *D. gallinae* infection at "+++"; this condition was considered as a stress factor for the birds. The control group had no parasitic agents. Blood was taken from 10 randomly selected birds from the experimental and control groups to determine physiological, biochemical and morphophysiological parameters. The complex of parameters was analyzed for carbohydrate-energy, protein and lipid metabolisms. The nature of metabolic processes in laying hens in dermanyssosis was assessed. The endocrine system supply of the hen's organism with stress-associated hormones, in particular cortisol and triiodothyronine, was studied. The paper presents the results of molecular consequences of a stress reaction developed in hens in dermanyssosis. Stress in birds was accompanied by excessively activated lipid peroxidation, and a decrease in antioxidant defense. The trend to an increase in the content of Schiff's bases, the end products of lipid peroxidation in the experimental hens, allows us to note the chronicity of stress reaction, which causes derangement of metabolism in hens in dermanyssosis. The third stage of stress reaction, the stage of exhaustion, was diagnosed in laying hens in dermanyssosis.

Keywords: *Dermanyssus gallinae*, poultry red mite, laying hens, metabolism, lipid peroxidation.

Введение. Многообразные живые системы являются открытыми и протекание их физиолого-биохимических процессов зависит от множества факторов окружающей среды, которые могут стать для них стрессорами. Известно, что стресс развивается при действии чрезвычайных по силе раздражителей. Особую категорию стресс-факторов составляют биологические [1]. Так, например, паразитарные агенты являются одной из ключевых проблем, которые сопровождают птицу в промышленном секторе [2, 4, 5]. Особую угрозу для птицеводческой отрасли несет красный куриный клещ *Dermanyssus gallinae*, который вызывает у птиц токсический и анемический синдромы, истощение, зуд, потерю оперения, снижение продуктивности [4]. В целом, это приводит к нарушению морфофизиологического и физиолого-биохимического статусов птицы [2].

В связи с вышеизложенным цель работы: изучение физиолого-биохимического ответа организма кур кросса Хай-Лайн на сильную степень заклещеванности птичника *Dermanyssus gallinae*.

Материалы и методы. Работа выполнена в течение 2019 г. на базе птицефабрики в Нижегородской области. Проведено комплексное паразитологическое обследование, при котором отобрано два птичника с

курами-несушками кросса Хай-Лайн в возрасте восьми месяцев. Кур из опытной группы содержали в птичнике, где с одного погонного метра собирали до 500 живых красных куриных клещей (условное обозначение «+++»), что свидетельствует о сильной степени заклещеванности помещения. Данное условие рассматривали как стресс-фактор для кур яичного кросса. Птичник с особями контрольной группы был свободен от паразитарных агентов. Кур-несушек из подопытных групп содержали при соблюдении оптимальных параметров микроклимата в соответствии с зоотехническими требованиями. Корма были сбалансированы согласно рекомендациям Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства. Кровь для определения физиолого-биохимических и морфофизиологических показателей брали от 10 случайно отобранных особей из опытной и контрольной групп до утреннего кормления. Комплекс показателей углеводно-энергетического, белкового и липидного обменов определяли по общепринятым методикам. Цифровой материал подвергали статистической обработке с помощью критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Установлено, что паразитарный фактор оказывает значительное влияние на морфофизиологические и физиолого-биохимические показатели крови организма птиц (рис. 1).

Гормональное обеспечение организма играет ключевую роль в реализации адаптационных реакций при действии чрезвычайных факторов окружающей среды. Важным составляющим является регуляция интенсивности центральных обменных процессов за счет повышения синтеза глюкокортикоидов, в частности, кортизола. Так, у кур опытной группы кортизол был выше в 3,6 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контролем. Длительный и избыточный синтез кортизола оказал иммунодепрессивное действие, что выразилось в снижении активности лейкоцитов в 1,5 раза ($p < 0,01$) у кур из опытной группы.

Йодсодержащие гормоны щитовидной железы обеспечивают реализацию механизмов поддержания постоянства внутренней среды организма (гомеостаза). Оценивая активность щитовидной железы, было установлено, что концентрация показателя «Т₃ свободный» достоверно меньше в опытной группе на 14,5 % ($p < 0,001$) по отношению к контролю.

Вышеуказанные изменения стресс-ассоциированных гормонов обуславливают изменения метаболизма кур-несушек. Так, установлено повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови кур из опы-

ной группы по сравнению с контрольными цифрами, что возможно связано со стимуляцией глюконеогенеза, ферменты которого активирует кортизол. В тоже время развитие анемического синдрома у представителей опытной группы (снижено количество эритроцитов: $2,08 \pm 0,08$ против $2,84 \pm 0,13 \times 10^{12}/л$ в контроле; $p < 0,01$ и концентрация гемоглобина: $108,3 \pm 5,94$ против $138,5 \pm 4,65$ г/л в контроле; $p < 0,01$) сопровождалось гипоксией, что в свою очередь обусловило повышение доли бескислородного гликолиза, подтвержденное высокой активностью лактатдегидрогеназы у кур из опытной группы ($1610,24 \pm 34,56$ против $1167,84 \pm 56,96$ Е/л в контроле; $p < 0,001$).

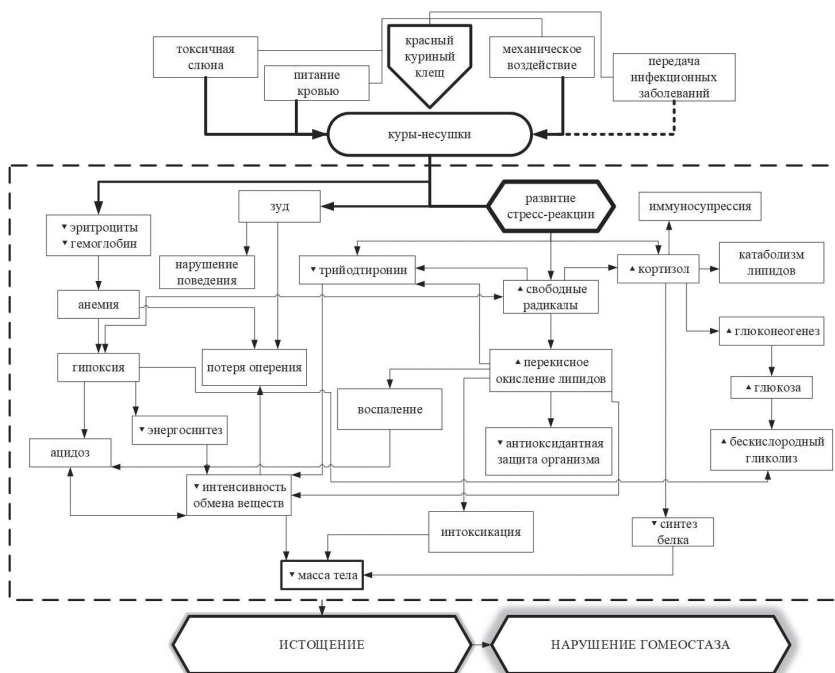


Рис. 1. Физиолого-биохимический ответ организма яичных кур на *Dermanyssus gallinae*
(Составители: Индохова Е.Н., Арисов М.В., Максимов В.И., Азарнова Т.О.)

Кроме того, под контролем кортизола также находился и липидный обмен, что обусловило снижение триглицеридов в 1,4 раза ($p < 0,01$) и холестерина в 1,8 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой. Последнее возможно связано с наращиванием темпов синтеза стероидного гормона – кортизола.

Физиологические эффекты данного гормона нашли отражение в ключевых параметрах белкового обмена. Установлено снижение общего белка, альбуминов и глобулинов на 13,6% ($p < 0,01$), 11,7% ($p < 0,01$) и 15,4% ($p < 0,05$) у представителей из опытной группы соответственно по отношению к контролю. Следует обратить внимание на состояние мышечной ткани у птиц из опытной группы, которое оценено по изменениям концентрации креатинина и активности креатинфосфокиназы. Уровень креатинина превышал контрольные значения в 1,4 раза ($p < 0,001$), а активность креатинфосфокиназы – на 9,1%, что свидетельствует о дистрофических процессах в мышцах и соответственно об истощении основного белкового резерва организма. Снижение массы тела у кур опытной группы ($1,627 \pm 0,04$ против $1,769 \pm 0,03$ кг в контроле; $p < 0,05$) подтверждает заявленное выше.

Важной особенностью реакции клетки на стрессоры является избыточная генерация свободных радикалов, которые запускают каскадные реакции деградации липидов (табл. 1). Количественные изменения стресс-ассоциированных гормонов, в частности трийодтиронина, возможно связаны с высокой интенсивностью свободно-радикальных процессов, которые вызывают нарушения в структуре ДНК гормонпродуцирующих клеток [3]. Высокая концентрация первичных продуктов перекисного окисления липидов (липиды, содержащие изолированные двойные связи, диеновые конъюгаты) свидетельствует об активном течении свободнорадикальных процессов в организме кур из опытной группы. Тенденция к росту содержания оснований Шиффа – конечных продуктов липопероксидации у кур из опытной группы позволяет отметить хронизацию стресс-реакции, которая обуславливает нарушение обменных процессов у кур при дерманиссиозе. Данная картина обуславливает состояние напряжения функционирования антиоксидантных систем организма. Так, уровень антиокислительной активности сыворотки крови птиц из опытной группы ниже на 10,0% ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. При чрезмерной интенсификации процессов липопероксидации адекватный ответ организма должен сопровождаться активизацией многоуровневой антиоксидантной защиты, однако заявленное не

согласуется с результатами нашей работы, что, очевидно, связано с истощением основных резервов организма кур-несушек на фоне дерманиссиоза.

Таблица 1

**Показатели перекисного окисления липидов
и антиоксидантной защитной системы крови кур кросса Хай-Лайн, (n=10)**

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Антиокислительная активность сыворотки крови, %	49,0±1,33*	54,4±1,85
Липиды, содержащие изолированные двойные связи, отн.ед.	3,74±0,29*	2,47±0,33
Диеновые конъюгаты, отн.ед.	2,36±0,29*	1,57±0,15
Триеновые конъюгаты, отн.ед.	1,05±0,12	0,97±0,22
Оксодиеновые конъюгаты, отн.ед.	1,15±0,11**	0,61±0,1
Основания Шиффа, отн.ед.	1,15±0,12	0,79±0,13

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Заключение. В организме зараженных кур яичного кросса выявлено повышение уровня кортизола, снижение трийодтиронина, а также многоплановые нарушения интенсивности обмена веществ. При дерманиссиозе у кур отмечена интенсификация глюконеогенеза и повышение доли бескислородного гликолиза. Установлен факт интенсификации процессов липопероксидации на фоне снижения суммарной защиты организма кур-несушек из опытной группы. Таким образом, у кур яичного кросса при дерманиссиозе выявлена третья стадия стресс-реакции – стадия истощения.

Литература

1. Гудин В.А., Лысов В.Ф., Максимов В.И. Физиология и этология сельскохозяйственных птиц. СПб.: изд-во «Лань», 2010. 336 с.
2. Индюхова Е.Н., Арисов М.В., Максимов В.И. Перспективы изучения физиологического статуса кур при эктопаразитозах // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня основания кафедры физиологии животных «Адаптация и реактивность домашних животных» (Москва, 23-24 апреля 2020 г.). М.: изд-во ООО НПО «Сельскохозяйственные технологии», 2020. С. 84-86.
3. Эндокринология. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 832 с.

4. Akbayev R.M., Belous A.S., Trubnikova E.V., Bogdanova E.S., Belyakova A.V., Epova E.Y., Zylkova M.V., Biryukova Y.K., Shevelev A.B. Impact of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation on blood parameters of laying hens // *BioNanoScience*. 2019. № 10. P. 318-329. doi:10.1007/s12668-019-00705-0
5. Sparagano O. A nonexhaustive overview on potential impacts of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) on poultry production systems // *Journal of Animal Science*. 2020. № 98(Suppl.1). P. 58-62. doi:10.1093/jas/skaa136

References

1. Gudín V.A., Lysov V.F., Maximov V.I. Physiology and ethology of poultry. St. Petersburg, Publishing House Lan, 2010. 336 p. (In Russ.)
2. Indyuhova E.N., Arisov M.V., Maximov V.I. Prospects for studying the physiological status of hens in ectoparasitoses. *Collection of writings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th Anniversary of the Department of Animal Physiology "Adaptation and Responsiveness in Domestic Animals"* (Moscow, April 23-24, 2020). Moscow, Publishing House "Sel'skokhozyaystvennyye tekhnologii (Eng. Agricultural technologies)" Research, Development and Production Facility, LLC, 2020. P. 84-86. (In Russ.)
3. Endocrinology. National Management. Short edition / edited by I.I. Dedov, G.A. Melnichenko. Moscow, GEOTAR-Media, 2020. 832 p. (In Russ.)
4. Akbayev R.M., Belous A.S., Trubnikova E.V., Bogdanova E.S., Belyakova A.V., Epova E.Y., Zylkova M.V., Biryukova Y.K., Shevelev A.B. Impact of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation on blood parameters of laying hens. *BioNanoScience*. 2019; 10: 318-329. doi:10.1007/s12668-019-00705-0
5. Sparagano O. A nonexhaustive overview on potential impacts of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) on poultry production systems. *Journal of Animal Science*. 2020; 98(Suppl. 1): 58-62. doi:10.1093/jas/skaa136