

## ДИАГНОСТИКА СТРЕССОВ В ПТИЦЕВОДСТВЕ И КАЧЕСТВО МЯСА КУР С РАЗНОЙ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

Е.Г. Ваганов, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова, А.В. Мифтахутдинов

*Дана характеристика различных способов диагностики стрессов у кур. Методы определения стрессоустойчивости разделяют на прямые и косвенные. Одним из информативных методов при диагностике стрессового состояния кур является соотношение гетерофилов к лимфоцитам крови. Высокой диагностической ценностью при диагностике хронических стрессов обладают показатели общего оперения кур. Образцы мяса стрессочувствительных цыплят-бройлеров характеризуются PSE – свойствами: бледная окраска, менее упругое и водянистое на разрезе, при надавливании пальцем видна ямка, которая медленно выравнивается; по функционально-технологическим свойствам: низкая ВСС, рН и высокое содержание молочной кислоты.*

*Ключевые слова: мясо кур, стрессоустойчивость, качество, органолептические, физико-химические показатели, химический состав.*

При производстве цыплят – бройлеров проблема мяса с PSE-свойствами является актуальной. Мясо с нетрадиционным ходом автолиза имеет отличия от нормального по органолептическим (цвету, консистенции) и технологическим показателям (рН, ВСС и др.), с учетом которых такое мясо делят на группы PSE (Pale – бледное, Soft – мягкое, Exudative – водянистое) и DFD (Dark – темное, Firm – твердое, Dry – сухое).

Одной из причин образования мяса с отклонениями в ходе автолиза является воздействие комплекса стресс-факторов в процессе инкубации и транспортировки (комплексное вибрационное, шумовое, температурное и психо-эмоциональное воздействие) перед убоем. При стрессе цыплят возрастом до трех суток отмечают изменения активности щитовидной железы, снижение естественной резистентности, титров материнских и поствакцинальных антител, массы тела и сохранности выращиваемого поголовья.

В связи с этим диагностика стрессоустойчивости кур и цыплят имеет важное значение в птицеводстве.

Исследования по изучению влияния стрессовой чувствительности кур на возникновения мяса с PSE свойствами, отобранных с помощью галатановой пробы, проведены [6]. В результате доказано, что у птиц имеется некоторая генетически обусловленная чувствительность к стрессам, приводящая к возникновению мяса с PSE пороками, при этом данный механизм проявляется вне зависимости от экспрессии RYR1 гена, но имеет тот же механизм, что и у свиней, связанный с посмертным гомеостазом кальция в мышцах.

Существуют различные способы определения стрессового состояния и стрессовой чувствительности у птиц, условно их можно разделить на прямые и косвенные. К прямым относят метод наблюдения и определение в крови уровня стрессовых гормонов – АКТГ, катехоламинов и глюкокортикоидов [10, 11].

Для того, что бы полностью исключить внешнее воздействие при диагностике стрессов и стрессовой чувствительности птиц, разработаны неинвазивные методы определения гормонов в биологических объектах. [7] указывают на возможность использования яиц для диагностики стрессов. Стероидные гормоны накапливаются в яйце во время его формирования [7] обнаружили, что приблизительно 80 % кортикостерона яйца находится в желтке и 20 % в белке. По данным [5] концентрация кортикостерона выше в желтке белых яиц, по сравнению с коричневыми, а в белке количество гормона одинаково, [1] высказывает противоположную точку зрения и указывает, что цвет яиц не влияет на концентрацию кортикостерона в них.

Немногочисленные работы посвящены возможности применения определения концентрации глюкокортикоидных гормонов в помете, для диагностики физиологического состояния птиц [2, 12].

Методы определения стрессового состояния и стрессовой чувствительности кур по содержанию в яйце и помете кортикостерона еще не вошли в практику, вследствие неоднозначности при интерпретации результатов исследований и чрезвычайной узости применения метода, связанной со временем формирования яйца.

## ДИАГНОСТИКА СТРЕССОВ В ПТИЦЕВОДСТВЕ И КАЧЕСТВО МЯСА КУР С РАЗНОЙ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

В исследованиях, посвященных изучению стресса и стрессовой чувствительности кур, широко используется один из косвенных физиологических тестов – кинетика величины соотношения гетерофилов и лимфоцитов (Г/Л) периферической крови. По данным [4] показатель соотношения Г/Л может характеризовать три уровня физиологического состояния кур: низкий уровень соответствует значению показателя 0,2; среднему уровню соответствует значение показателя 0,5 и высокий уровень стресса показатель может быть выше 0,8. В качестве уточняющих показателей при диагностике стрессового состояния кур применяют определение числа эозинофилов и моноцитов в мазках крови. В исследованиях [4] описаны механизмы эозинофилии, сопутствующей стрессовой реакции у кур, при этом количество эозинофилов в органах и тканях увеличивается, что указывает на то, что эозинофилы в период развития стрессовой реакции покидают сосудистое русло.

Известно, что цитокины играют важную роль во взаимодействии иммунной и эндокринной системами при реализации стрессов в организме, в результате иммунологических исследований обнаружены эффекты стресса, проявляющиеся повышенной экспрессией проинфламаторных цитокинов в печени и селезенке птиц, данное явление используется для разработки диагностик стресса [4].

Отношение CD4 (Т-хелперы)+:CD8 (цитотоксические Т-лимфоциты)+ Т-лимфоцитов используют для селекции кур [9].

Одним из признаков стресса у кур является потеря [3]. Известны способы определения стресса у кур по интенсивности оперения в области шеи и клоачного кольца.

Разработаны специальные методы определения стрессовой чувствительности кур, в частности, определения пигментации скорлупы яиц. Индивидуальная изменчивость пигментации скорлупы яиц является индикатором их биологической полноценности и отражает уровень стрессоустойчивости кур.

Для оценки стрессовой чувствительности применяют внутрикожное введение в качестве раздражителя чистый скипидар или в разведении 1:4, формалин или сок каланхоэ которые при внутрикожном введении вызывает яркий локальный адаптационный синдром в форме асептического воспаления участка кожи и окружающих тканей.

Исходя из вышеизложенного, следует, что существует множество способов оценки стрессоустойчивости, но в условиях промышленного птицеводства многие не используют

ся, так как требуют специальной аппаратуры, химических реактивов и высококвалифицированных специалистов для проведения исследований.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В своем эксперименте оценку стрессоустойчивости цыплят-бройлеров проводили путем внутрикожного инъектирования 70 % раствора скипидара в количестве 0,1 мл в бородку птицы, что позволяет с высокой точностью (в среднем 98 %) проводить разделение кур и цыплят по степени чувствительности к стрессам на группы: стрессочувствительные (СЧ), стрессоустойчивые (СУ) (патент № 2454861, патент РФ на изобретение № 2473215).

Эксперименты проводили в виварии ФГБОУ ВПО «Уральская государственная академия ветеринарной медицины», в условиях ЗАО «Уралбройлер» «Аргаяшская птицефабрика» на цыплятах мясного направления продуктивности кросса Hubbard ISA F15. На птицефабрике применяется клеточная технология содержания цыплят. В экспериментах использовалась клинически здоровая птица, группы формировались по принципу аналогов. Содержание и кормление птицы соответствовали зооигиеническим требованиям, наставлениям производителя кросса Hubbard и рекомендациям ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства».

Птицу разделили на две группы (1 группа – стрессоустойчивая, 2 – стрессочувствительная). Стрессочувствительную птицу выявляли по следующим признакам воспаления: утолщение бородки от 0,4 см и более или в два и более раза по сравнению с интактной бородкой, наличие повышенной местной температуры на 2 °С и более по сравнению с интактной, покраснение и болезненность при пальпации. У стрессоустойчивой птицы отмечается отсутствие признаков воспаления и реакция считается отрицательной при утолщении бородки менее 0,4 см, отсутствии красноты, болезненности или повышения локальной температуры менее 2 °С.

Исследования качества мяса проводили по общепринятым методикам.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате оценки внешнего вида тушек стрессочувствительных и стрессоустойчивых цыплят-бройлеров установлено, что они относятся к первой категории и имеют

следующие характеристики: мышцы тушки хорошо развиты, форма груди округлая, отложения подкожного жира на животе и на груди, в виде сплошной полосы на спине, киль грудной кости не выделяется.

Следует отметить, что цвет мышечной ткани стрессочувствительных птиц бледный, в то время как у стрессоустойчивых бледно-розовый. Мышцы стрессоустойчивых кур упругие, на разрезе слегка влажные, у стрессочувствительных – менее упругие и водянистые на

разрезе, при надавливании пальцем видна ямка, которая медленно выравняется.

Можно предположить, что образцы мяса первой группы соответствуют мясу с PSE-свойствами.

Следует отметить, что у тушек стрессочувствительных кур отмечалось избыточное отложение жира на животе и асцит.

Дегустационная оценка мяса цыплят-бройлеров с разной стрессовой чувствительностью представлена в таблице 2.

Таблица 1 – Характеристика тушек цыплят-бройлеров с разной стрессовой чувствительностью, (n=5)

Наименование показателя	Характеристика	
	1 группа (стрессочувствительные)	2 группа (стрессоустойчивые)
Упитанность (состояние мышечной системы и наличие подкожных жировых отложений)	Мышцы развиты хорошо. Форма груди округлая. Киль грудной кости не выделяется. Имеются отложения подкожного жира в области нижней части живота.	Мышцы развиты хорошо. Форма груди округлая. Киль грудной кости не выделяется. Отложения подкожного жира в области нижней части живота незначительные.
Запах	Свойственный свежему мясу данного вида	Свойственный свежему мясу данного вида
Цвет мышечной ткани	Бледный	Бледно-розовый
Цвет кожи	Бледно-розовый	Бледно-розовый
Цвет подкожного и внутреннего жира	Бледно-желтый	Бледно-желтый
Степень снятия оперения	Оперение полностью удалено. Единичные пеньки, редко разбросанные по поверхности тушки	Оперение полностью удалено. Единичные пеньки, редко разбросанные по поверхности тушки
Состояние кожи	Кожа чистая, без разрывов, царапин, пятен, ссадин, кровоподтеков	Кожа чистая, без разрывов, царапин, пятен, ссадин, кровоподтеков
Состояние костной системы	Костная система без переломов и деформаций. Киль грудной кости хрящевидный, легко сгибаемый	Костная система без переломов и деформаций. Киль грудной кости хрящевидный, легко сгибаемый

Таблица 2 – Дегустационная оценка мяса цыплят бройлеров с разной стрессовой чувствительностью в баллах

Группа	Наименование показателя					
	Внешний вид	Аромат	Вкус	Консистенция (нежность, жесткость)	Сочность	Общая оценка
1 группа (стрессочувствительные)	7,5	6,1	6,3	6,5	7,1	33,5
2 группа (стрессоустойчивые)	7,8	6,5	7,2	6,9	7,0	35,4

**ДИАГНОСТИКА СТРЕССОВ В ПТИЦЕВОДСТВЕ И КАЧЕСТВО МЯСА КУР  
С РАЗНОЙ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬЮ**

Таблица 3 – Оценка качества бульона из мяса цыплят-бройлеров с разной стрессовой чувствительностью в баллах

Группа	Наименование показателя				
	Внешний вид	Аромат	Вкус	Наваристость	Общая оценка
1 группа (стрессочувствительные)	6,5	6,6	6,3	7,0	26,4
2 группа (стрессоустойчивые)	6,5	7,1	7,2	7,4	28,2

Мясо стрессоустойчивых цыплят-бройлеров имело более высокую дегустационную оценку – 33,5 балла, стрессочувствительных – 35,4.

Бульон из мяса стрессоустойчивых цы-

плят-бройлеров отличался по аромату, вкусу и наваристости, общая оценка составила 28,2 балла и была выше на 1,8 балла бульона из мяса стрессочувствительных цыплят-бройлеров (таблица 3).

Таблица 4 – Физико-химические и функционально-технологические свойства мяса цыплят-бройлеров с разной стрессовой чувствительностью

Группа	Наименование показателя			
	pH	Водосвязывающая способность (ВСС), %	Гликоген, мг%	Молочная кислота, мг%
1 группа (стрессочувствительные)	5,4	63,5	5,3	615,5
2 группа (стрессоустойчивые)	5,7	66,4	159,8	243,8

После убоя птицы начинается самораспад прижизненных систем мяса, этот процесс называют автолизом, в результате изменяется состав и свойства мясного сырья: органолептические показатели, такие как вкус, аромат, консистенция, сочность, усвояемость белком мяса в желудочно-кишечном тракте, механическая прочность, ВСС и другие.

За час величина pH мяса снижается при сохранении температуры сырья на высоком уровне. В результате происходит нарушение пространственной структуры саркоплазматических белков – денатурация – и их взаимодействие с миофибриллярными белками, что обуславливает снижение ВСС мяса.

Самым распространенным критерием при сортировке является величина pH. Согласно данному методу мясо по величине pH делят на 3 группы: 1) pH 5,3–5,5 – PSE; 2) pH 5,6–6,2 – NOR; 3) pH больше 6,2 – DFD.

В результате исследований установлено, что pH образцов первой группы составляет после 24-х часов с момента убоя 5,3 ед, что свидетельствует о мясе PSE – свойствами, в то время как во второй группе величина pH 5,7 (таблица 4).

Важная особенность мяса нетрадиционного качества заключается в неадекватном изменении величины pH в процессе автолиза, что приводит к значительному изменению органолептических показателей и вкусовых свойств (таблицы 1–3).

В мясе первой группы молочная кислота в первые часы после убоя распадается, что приводит к значительному сдвигу pH в кислую сторону (5,3). При резком снижении pH уменьшается количество отрицательно заряженных групп белка, что приводит к выравниванию отрицательно и положительно заряженных групп, и как следствие к уменьшению ВСС.

Накопление молочной кислоты также приводит к смещению pH мяса в кислую сторону:

- увеличивается устойчивость мяса к действию гнилостных микроорганизмов;

- снижается растворимость мышечных белков (изоточка 4,7–5,4), уровень их гидратации, величина водосвязывающей способности;

- происходит набухание коллагена соединительной ткани повышается активность катепсинов (оптимум деятельности 5,3), вызывающих гидролиз белков на более поздних стадиях автолиза;

– разрушается бикарбонатная система мышечной ткани с выделением углекислого газа;

– создаются условия для интенсификации реакций цветообразования вследствие перехода в миоглобине двухвалентного железа в трехвалентное;

– изменяется вкус мяса;

– активизируется процесс окисления липидов.

После убоя происходит анаэробный распад, который протекает по пути фосфоролиза и амилолиза с образованием молочной ки-

слоты и глюкозы. Через 24 часа гликолиз приостанавливается вследствие истощения запасов АТФ и накопления молочной кислоты, подавляющей фосфоролиз. Ферментативный распад гликогена является пусковым механизмом для развития последующих физико-химических и биохимических процессов.

Наибольшее количество молочной кислоты в образцах мяса отмечены первой группе 615,5 мг%, что связано с резким распадом гликогена в первые часы после убоя. Количество гликогена в первой группе на уровне 5,3 мг%, во второй – 159,8.

Таблица 5 – Химический состав мяса цыплят-бройлеров с разной стрессовой чувствительностью, %

Наименование показателя	Грудная мышца		Бедренная мышца	
	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа
Белок	20,1	22,5	19,5	20,6
Жир	2,8	2,8	3,1	3,2
Вода	70,5	68,4	71,5	70,2
Зола	6,6	6,3	5,9	6,0

Из данных таблицы 5 видно, что мясо стрессочувствительных цыплят-бройлеров характеризуется более низким содержанием белка и жира, при высоком содержании влаги в сравнении с образцами мяса стрессоустойчивой птицы.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствует о том, что образцы мяса стрессочувствительных цыплят-бройлеров характеризуются PSE – свойствами: бледная окраска, менее упругое и водянистое на разрезе, при надавливании пальцем видна ямка, которая медленно выравнивается; по функционально-технологическим свойствам: низкая ВСС, рН и высокое содержание молочной кислоты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bayyari, G. R. Effect of the genetic selection of turkeys for increased body weight and egg production on immune and physiological responses / G. R. Bayyari, W. E. Huff, N. C. Rath, J. M. Balog, L. A. Newberry, J. D. Villines, J. K. Skeeles, N. B. Anthony, K. E. Nestor // *Poult. Sci.* – 1997. – № 76. – P. 289–296.

2. Downing, J. Non-invasive assessment of stress in commercial housing systems / J. Downing // *A report for the Australian Egg Corporation Limited. Australian Egg Corporation Limited. AECL Publication No US108A.* – 2012. – P. 69.

3. Folsch, D. W. Die Auswirkungen der Bodehund Batterhaltung mit Unterschiedlicher Besatzdichte auf die Fortbewegung und das Gefieder von Legehennen / D. W. Folsch, A. Benelli, L. Gozzoli //

6th European Poultry Conference. – Hamburg, 1980. – P. 160–168.

4. Maxwell, M. H. The avian heterophil leucocyte: a review / M. H. Maxwell, G. M. Robertson // *World's Poultry Science Journal.* – 1998. – № 54. – P. 155–178.

5. Navara, K. L. Yolk and albumen corticosterone concentrations in egg laid by white versus brown caged laying hens / K. L. Navara, S. E. Pinson // *Poultry Science.* – 2010. – № 89. – P. 1509.

6. Oda, S. H. I. Quantitative differential expression of alpha and beta ryanodine receptor genes in PSE (Pale, Soft, Exudative) meat from two chicken lines: broiler and layer / S. H. I. Oda, A. L. Nepomuceno, M. C. Ledur, M. C. N. Oliveira [et al.] // *Braz. Arch. Biol. Technol.* – 2009. – № 52. – P. 1519–1525.

7. Rettenbacher, S. Gestagens and glucocorticoids in chicken eggs / S. Rettenbacher, E. Mostl, T. G. G. Groothuis // *General and Comparative Endocrinology.* – 2009. – № 164. – P. 125–129.

8. Shin, D. Dietary combination effects of conjugated linoleic acid and flaxseed or fish oil on the concentration of linoleic and arachidonic acid in poultry meat / D. Shin, C. Narciso-Gaytán, J. H. Park, S. B. Smith, M. X. Sánchez-Plata, C. A. Ruiz Feria // *Poult. Sci.* – 2011. – № 90 (6). – P. 1340–1347.

9. Kang, Sun-Young. Effects of the Combined Stress Induced by Stocking Density and Feed Restriction on Hematological and Cytokine Parameters as Stress Indicators in Laying Hens / Sun-Young Kang, Young-Hyun Ko, Yang-Soo Moon, Sea-Hwan Sohn and In-Surk Jang // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* – 2011. – Vol. 24, № 3. – P. 414–420.

10. Terlouw, E. M. Physiology / E. M. Terlouw, W. G. P. Schouten, J. Ladewig // *Appleby M.C., Hughes B.O., editors. Animal welfare.* – Cambridge :

ДИАГНОСТИКА СТРЕССОВ В ПТИЦЕВОДСТВЕ И КАЧЕСТВО МЯСА КУР  
С РАЗНОЙ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

CAB International, University Press, 1997. – P. 143–58.

11. Tihonov, S. Diagnostics of Hens Stresses in Poultry Industry / S. Tihonov, N. Tihonova, A. Miftahutdinov // World Applied Sciences Journal. – 2014. – Vol. 31 (8). – P. 1431–1436.

12. Wasser, S. K. A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species / S. K. Wasser et al. // Gen. Comp. Endocrinol. – 2000. – № 120. – P. 260–275.

**Ваганов Е.Г.**, аспирант кафедры «Управление качеством сельскохозяйственного сырья и потребительских товаров» ФГБОУ ВПО УГАВМ, тел.: 8(35163)2-32-21, e-

mail: nirugavm@mail.ru.

**Тихонов С.Л.**, д.т.н., доцент, зав. кафедрой «Пищевой инженерии» ФГБОУ ВПО УрГЭУ, тел.: 8(343)2211738, e-mail: tihonov75@bk.ru.

**Тихонова Н.В.**, д.т.н., доцент, доцент кафедры «Пищевой инженерии» ФГБОУ ВПО УрГЭУ, тел.: 8(343)2212766, e-mail: tihonov75@bk.ru.

**Мифтахутдинов А.В.**, д.б.н., доцент, доцент кафедры «Фармакологии и физиологии сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВПО УГАВМ, тел.: 8(35163)20472, e-mail: nirugavm@mail.ru.