

К. В. Жучаев¹, Л. И. Сулимова¹, М. Л. Кочнева¹, А. А. Савельев², Е. А. Новиков^{1,3},
Е. Ю. Кондратюк³, Л. И. Лисунова¹

Реакция кур-несушек мясного кросса на хронический стресс в условиях разных технологий содержания

Аннотация. Устойчивость к хроническому технологическому стрессу является одним из условий сохранения стабильной продуктивности животных. Уровень стресса зависит от сочетания внешних факторов и наследственных особенностей животных. Проведена оценка реакции кур-несушек мясного кросса на хронический стресс в условиях напольной и клеточной технологии содержания. Индикаторами стресса могут быть изменения в поведении, гормональном и биохимическом статусе. С чувствительностью животного к стрессам связывают асимметрию парных костных структур. Показано, что при оценке состояния животных необходим комплексный подход, при котором выявляемые различия и тенденции формируют целостную картину и позволяют сравнить условия содержания животных или сельскохозяйственной птицы. Высокая концентрация кортикостерона, а также высокие индивидуальные различия, повышенный уровень содержания триглицеридов и холестерина у птицы в условиях клеточной технологии содержания свидетельствуют о большей стрессированности этой группы. Изменчивость морфометрических признаков кур-несушек невелика и в целом не связана с уровнем их асимметрии. Некоторое уменьшение длины большеберцовой и бедренной костей можно связать с повышением уровня хронического технологического стресса у кур-несушек клеточного содержания. Достоверных различий между группами по суммарному коэффициенту асимметрии не выявлено. В то же время в группе клеточного содержания отмечен существенно меньший процент симметричных особей. Таким образом, оценка биохимического и гормонального статуса, морфометрических признаков показала меньший уровень хронического стресса кур-несушек в условиях напольного содержания. Несмотря на наблюдаемые признаки нестабильности гомеостаза, птица демонстрирует высокие резервы адаптационных способностей, заложенные селекцией исходных форм и схемой гибридизации.

Ключевые слова: куры-несушки; мясной кросс; индикаторы стресса; напольная и клеточная технологии содержания; хронический стресс; биохимический состав плазмы крови; концентрация кортикостерона; асимметрия билатеральных признаков.

Авторы:

Жучаев Константин Васильевич — профессор, доктор биологических наук, декан биолого-технологического факультета; e-mail: zhuchaev-kv@mail.ru;

Сулимова Любовь Игоревна — заведующая лабораторией качества кормов и продуктов питания; e-mail: Sulimova88@yandex.ru;

Кочнева Марина Львовна — профессор, доктор биологических наук; e-mail: mlkochneva@nsau.edu.ru;

Савельев Антон Александрович — заместитель генерального директора по производству; e-mail: oktpf@online.nsk.su;

Новиков Евгений Анатольевич — доктор биологических наук, заведующий кафедрой экологии; заведующий лабораторией структуры и динамики популяций животных, ведущий научный сотрудник; e-mail: eug_nov@ngs.ru;

Кондратюк Екатерина Юрьевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории структуры и динамики популяций животных; e-mail: kandy@ngs.ru;

Лисунова Людмила Ивановна — профессор, д.б.н.; e-mail: nsau@inbox.ru.

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет»; 630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160;

² Закрытое Акционерное Общество Птицефабрика «Октябрьская»; 633274, Россия, Новосибирская обл., Новосибирский район, село Барышево, ул. Ленина, 160;

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук; 630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11.

Введение. Устойчивость к хроническому технологическому стрессу является одним из условий сохранения стабильной продуктивности животных [1]. В качестве основных стрессоров выступают работа обслуживающего персонала, агрессивные взаимодействия в группе и условия содержания [1, 2, 3]. Уровень стресса зависит от сочетания внешних факторов и наследственных особенностей животных [4, 3]. Индикаторами стресса могут быть изменения в поведении, гормональном и биохимическом статусе [5, 6, 7]. По данным разных авторов, с чувствительностью животного к стрессам связана асимметрия парных костных структур. Множественные факторы внешней среды могут нарушать стабильность развития и повышать асимметрию [8, 9]. В разные периоды продуктивного использования эти характеристики дают представление об устойчивости организма к хроническому стрессу и, в целом, о приспособленности к конкретным технологическим условиям. Поскольку содержание родительских стад кур мясных кроссов в клеточных батареях с применением искусственного осеменения достаточно редко используется в РФ, а в Европейском союзе такая технология запрещена в связи с невозможностью обеспечения высокого уровня благополучия птицы [10], особую актуальность представляет цель наших исследований: анализ реакции на хронический стресс кур-несушек кросса Хаббард Уайт F-15 в конце периода продуктивного использования в условиях напольной и клеточной технологий содержания.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проведены на двух производственных площадках птицефабрики с содержанием родительского стада кур — несушек кросса Хаббард Уайт F-15 напольно или в вертикальных клеточных батареях (5 голов в клетке) с автоматизированной системой вентиляции, пометоудаления, поения, кормления и сбора яйца. Система поения — ниппельная (1:8 голов), система кормораздачи цепная при напольном содержании и бункерная — при клеточном. Вентиляция птичников приточно-вытяжная, $t=18-21^{\circ}\text{C}$, освещение 45–50 Лк. Фронт кормления 13 см при напольном и 6,7 см при клеточном содержании, соответственно, площадь на одну голову — 0,22 и 0,075 м². Исследования проведены на курах-несушках в конце продуктивного цикла в возрасте 62 недели, со средней живой массой, соответствующей руководству по выращиванию (2825–2875 г). Средняя яйценоскость за период яйцекладки на начальную несушку 170–174 яиц.

Основные компоненты рациона для кур-несушек: пшеница (72%), соя (10%), шрот соевый (2%),

шрот подсолнечный (3%), а также масло подсолнечное, премикс, соль, сода, аминокислоты, ракушка, известняковая мука. Используются стандартные рационы кормления. Максимальная суточная дача корма (на пике яйцекладки) при напольном содержании — 154 г, при клеточном содержании — 148 г.

Исследования биохимического состава и концентрации кортикостерона проведены на случайно отобранных особях из групп напольного и клеточного содержания (по 14–20 голов) на завершающем этапе продуктивного цикла (за две недели до убоя).

Взятие крови осуществляли в утренние часы из подкрыльцовой вены. Для хранения и транспортировки венозной крови использовали стерильные пробирки с добавлением гепарина в количестве 50–100 мкл.

Приготовление плазмы из цельной крови проводили в стерильных пробирках типа «Эппендорф» путем центрифугирования цельной крови 20 минут при 1000 оборотах (Centrifuge CM-50). Полученную плазму замораживали при температуре -25°C . Подготовка проб проведена на базе Сибирского федерального научного центра агробιο-технологий РАН, сектора молекулярной биологии Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока.

Биохимический анализ плазмы крови осуществлялся с применением коммерческих наборов реактивов «Вектор Бест» (Новосибирск) в соответствии с прилагаемыми инструкциями на анализаторе Stat Fax 3300 на базе лаборатории Адаптации и благополучия животных биолого-технологического факультета, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ.

Содержание кортикостерона определяли на базе ФГБНУ Института систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской Академии Наук (ИСиЭЖ СО РАН). Концентрацию гормона в пробах оценивали с помощью коммерческого набора Corticosterone ELISA (DRG Diagnostics) согласно прилагаемой инструкции. Кросс-реактивность представленных производителем антител составила: 7,4% с прогестероном, 3,4% с диоксикортикостероном, 1,6% с 11-дегидрокортикостероном и менее 0,3% с другими стероидами.

Изучение морфометрических признаков. Морфометрия костных структур была проведена в условиях убойного цеха предприятия на 50 случайно отобранных тушках кур каждой группы. Оценку симметричности костных структур проводили посредством однократного измерения при помощи штангенциркуля с точностью до 0,05 мм. Возможная ошибка (по результатам повторных

измерений десяти пар костей) не превышала 0,07%, в связи с этим ее не учитывали при обработке материала.

Алгоритм оценки морфометрических признаков был составлен с учетом анатомо-топографических ориентиров:

1. Кости тазового пояса:

Бедренная кость (os femoris): измерение проводили с вентральной поверхности, в направлении от наружного мыщелка на дистальном эпифизе кости к проксимальному эпифизу — головке кости. Измерение *большеберцовой кости (tibio-tarsus)* проводили с вентральной поверхности, в направлении от дистального эпифиза к проксимальному эпифизу большеберцовой кости.

2. Кости плечевого пояса:

Измерение дорсальной поверхности *лопатки (scapula)* проводилось в направлении от проксимального эпифиза к дистальному, вплоть до нижнего угла кости.

3. Кости передних конечностей:

Плечевую кость (os humeri) измеряли в направлении от головки кости на проксимальном эпифизе к суставной поверхности дистального эпифиза, с дорсальной стороны кости. *Локтевую кость (ulna)* измеряли по направлению от дистального эпифиза к проксимальному эпифизу, с дорсальной стороны кости. *Лучевую кость (os radius)* — по направлению от пространства между отростками до головки кости на проксимальном эпифизе с вентральной стороны кости. Кости передних конечностей измеряли по меньшей кривизне.

Асимметрию особей оценивали по модифицированному коэффициенту частоты встречаемости симметричных (ЧВС) особей — отношение симметричных особей к общему количеству оцененных [11]. При этом к симметричным относили кур с 5–6 симметричными признаками из 6 (83 и >%). Условно симметричными считали признаки с разницей между правой и левой стороной меньше средней по исследованной группе.

Коэффициент асимметрии парных костных структур определяли по формуле:

$$K_a = ((L-R)/L) * 100 / (L+R) * 2,$$

где: L — длина левой парной кости,

R — длина правой парной кости.

Характер асимметрии при анализе не учитывали.

Статистический анализ данных проводился с использованием программ MS Excel и Statistica (version 10).

Достоверность различий между средними значениями биохимических показателей плазмы крови определяли с использованием критерия Стьюдента. Достоверность различий между средними значениями морфометрических признаков оценивали по критерию Манна-Уитни.

Результаты исследований и обсуждение. Сельскохозяйственная птица в течение жизни испытывает состояние хронического стресса. Влияние такой формы стресса на организм птицы отражается в той или иной мере в течение всего цикла эксплуатации, в том числе на картине крови в виде изменения основных констант гомеостаза [12]. Состав крови, несмотря на гомеостаз, лабилен. Он способен изменяться даже при процессах, клинически не распознаваемых и не проявляющих себя внешними изменениями [13].

Оценка биохимического статуса плазмы крови дает важную информацию о реакции кур-несушек на хронический стресс. В конце периода использования (табл. 1) выявлены достоверные различия между группами по уровню триглицеридов ($P < 0,01$), холестерина ($P < 0,001$).

Изменчивость и уровень биохимических показателей плазмы крови кур при клеточной технологии были значительно выше для содержания триглицеридов и холестерина, характеризующих жировой обмен. Возможно, это связано с менее интенсивным обменом веществ, низкой двигательной активностью при меньшей площади посадки.

Таблица 1. Биохимические показатели плазмы крови кур мясного кросса в конце периода использования

№	Показатель	Напольное содержание, n=19		Клеточное содержание, n=20	
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %
1	Триглицериды, ммоль/л	10,3±1,1	45,5	24,0±4,7**	88,4
2	Холестерин, ммоль/л	2,2±0,2	45,8	5,0±0,6***	57,4
3	Общий белок, г/л	43,8±2,6	25,6	42,9±2,2	22,8
4	Альбумины, г/л	19,9±1,7	37,9	24,6±1,7	31,3
5	Кальций, ммоль/л	5,2±0,7	57,2	6,7±0,6	40,4
6	Фосфор, ммоль/л	1,8±0,2	47,4	1,9±0,2	53,4

Примечание. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Наблюдаемую картину можно рассматривать и в контексте «общего адаптационного синдрома» [14]. Адаптация проявляется в интенсивном липолизе под действием гормонов коры надпочечников для интенсификации работы мышечных тканей. Периодическое воздействие стресса могло вызвать ускорение диссимиляции липидов. О повышении уровня холестерина и триглицеридов в сыворотке крови кур под влиянием хронического стресса сообщали и другие авторы [6]. В то же время наблюдаемая картина может быть связана с избытком обменной энергии в рационе и необходимостью его корректировки для кур клеточного содержания.

При хроническом стрессе высокой степени тяжести у животных наблюдаются пролонгированные периоды высоких концентраций гормонов коры надпочечников, что может снижать индивидуальную способность организма к адаптации из-за иммуносупрессии и атрофии тканей [7].

У птицы при напольной технологии содержания прижизненный уровень кортикостерона был ниже на 33–47%, чем у птицы, содержащейся в клетках, хотя достоверных различий обнаружено не было (табл. 2). Таким образом, стрессовая нагрузка была несколько больше при клеточной технологии содержания, где площадь посадки была выше, чем при напольном содержании. Следует отметить, что повышение плотности посадки повышает агрессивные взаимодействия [15], что и ведет в свою очередь к повышению уровня стресса у животных.

Высокий уровень изменчивости прижизненно-го содержания кортикостерона подтверждается значениями коэффициента вариации — от 76,3

до 88,9%. Это иллюстрирует высокие индивидуальные различия несушек по чувствительности к хроническому стрессу. Уровень кортикостерона в плазме крови больше 20 нг/мл регистрировали у половины кур-несушек в обеих группах больше 40 нг/мл — у 50% особей в группе клеточного содержания и у 12,5% — в группе напольного содержания. Сходные результаты получил J. F. Cockrem et al., отметивший высокую вариацию уровня кортикостерона в плазме крови перепелов даже в группах, подобранных по реакции на стресс [16].

Существенные отличия напольного и клеточного содержания кур заключаются в особенностях технологии: плотности посадки птицы, ее общей активности, возможности реализовать естественное поведение, типе осеменения. По сообщению J. P. Swaddle and M. S. Witter, под влиянием технологических факторов увеличивалась асимметрия морфологических признаков у птицы. Так световой стресс повышал коэффициент асимметрии у цыплят на 40%. Сходное влияние оказывали стрессы, связанные с питанием и затратами энергии [17].

Наши исследования показали, что коэффициент вариации длины костей кур-несушек напольного содержания был невысоким и колебался в пределах 3,8–8,9%. Наибольшая изменчивость отмечалась по длинам лопаточных костей (7,5–8,9%), наименьшая — лучевых костей (3,5–3,8%).

Наибольшей изменчивостью характеризовалась длина лопаток. Наименьший коэффициент асимметрии определен для большеберцовой кости. В целом величина коэффициентов асимметрии парных

Таблица 2. Концентрация кортикостерона в плазме крови кур мясного кросса в конце периода использования, нг/мл

Группа	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	lim
Клеточное содержание	14	35,7±8,5	88,9	3,1–91,1
Напольное содержание	16	18,8±3,6	76,3	2,9–54,9

Таблица 3. Морфометрические признаки кросса Хаббард Уайт в условиях напольной технологии содержания

№	Наименование признака	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$		
			R*, мм	L*, мм	Коэффициент асимметрии, %
1	Большеберцовая кость	38	99,38±0,85	98,61±0,86	1,9±0,4
2	Бедренная кость	46	73,44±0,58	73,43±0,53	2,4±0,2
3	Плечевая кость	42	64,25±0,45	64,96±0,47	2,8±0,4
4	Локтевая кость	49	63,54±0,39	63,79±0,37	2,4±0,3
5	Лучевая кость	50	61,15±0,37	60,08±0,30	2,4±0,3
6	Лопатка	20	79,73±1,33	79,74±1,57	2,2±0,43
Средний коэффициент асимметрии					2,4

костных структур варьировала в пределах 1,9–2,8% (табл. 3). Средняя величина коэффициента асимметрии составила 2,4%.

В условиях клеточной технологии содержания наибольшее значение коэффициента изменчивости отмечали у пары бедренных костей (5–5,2%). Общий уровень изменчивости морфометрических признаков был ниже, чем в группе напольного содержания (в пределах 3,5–5,2%).

Коэффициент асимметрии билатеральных признаков варьировал от 1,6 до 2,2%. Средний коэффициент асимметрии был несколько ниже, чем при напольном содержании (табл. 4). Эти данные не согласуются с сообщением S. Vuijs et al. о том, что суммарный коэффициент асимметрии костных структур имел тенденцию к увеличению с повышением плотности посадки, что может указывать на снижение благополучия [18]. Однако в литературе подчеркивается значение социального стресса для стабильности развития животных [19]. Именно при напольной технологии содержания возрастают риски агонистических социальных взаимодействий и, соответственно, стрессов. В то же время, по классификации В. М. Захарова [20], предложенной для оценки состояния окружающей среды, суммарный коэффициент асимметрии морфологических признаков обеих групп характеризует слабую степень внешней нагрузки. Возможно, именно поэтому при данном уровне хронического стресса существенные различия между технологиями не проявляются.

По сравнению с напольной технологией сохранились практически на прежнем уровне коэффициенты асимметрии большеберцовых костей и лопаток. По остальным признакам отмечено некоторое снижение асимметрии, хотя достоверных различий не выявлено.

По данным S. Vuijs et al., длина большеберцовых костей снижалась при высокой плотности посадки [18]. Возможно, с этим связана тенден-

ция к укорочению большеберцовой и бедренной костей кур при клеточном содержании.

Интегральный показатель ЧВС, процент особей с пятью-шестью симметричными из шести изученных билатеральных признаков варьировался от 0 в группе клеточного содержания до 30% в группе напольного содержания ($P < 0,05$).

Выводы. Результаты исследований подтверждают, что при оценке состояния животных нельзя использовать их отдельные характеристики. Необходима комплексная оценка, при которой выявляемые различия и тенденции формируют целостную картину и позволяют сравнить условия содержания животных или сельскохозяйственной птицы. Так увеличенная концентрация кортикостерона, а также высокие индивидуальные различия и повышенный уровень содержания триглицеридов и холестерина у птицы в условиях клеточной технологии содержания свидетельствуют о большей стрессированности этой группы.

Изменчивость морфометрических признаков кур-несушек невелика и в целом не связана с уровнем асимметрии. Некоторое уменьшение длины большеберцовой и бедренной костей можно связать с повышением уровня хронического технологического стресса у кур-несушек клеточного содержания.

Достоверных различий между группами по суммарному коэффициенту асимметрии не выявлено. В то же время в группе клеточного содержания отмечен существенно меньший процент симметричных особей. Таким образом, оценка биохимического и гормонального статуса, морфометрических признаков показала меньший уровень хронического стресса кур-несушек в условиях напольного содержания. Несмотря на наблюдаемые признаки нестабильности гомеостаза, птица демонстрирует высокие резервы адаптационных способностей, заложенные селекцией исходных форм и схемой гибридизации.

Таблица 4. Морфометрические признаки кросса Хаббард Уайт в условиях клеточной технологии содержания

№	Наименование признака	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$		
			R*, мм	L*, мм	Коэффициент асимметрии, %
1	Большеберцовая кость	11	97,68±1,42	96,70±1,42	1,8±0,4
2	Бедренная кость	49	70,55±0,51	70,76±0,52	1,6±0,2
3	Плечевая кость	43	65,08±0,44	65,59±0,44	1,9±0,2
4	Локтевая кость	50	63,98±0,41	64,12±0,36	2,2±0,2
5	Лучевая кость	50	61,75±0,41	61,41±0,41	2,1±0,3
6	Лопатка	16	79,71±0,71	79,19±0,86	2,2±0,4
Средний коэффициент асимметрии					2,0

Литература

1. Breuer K. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows / K. Breuer, P. H. Hemsworth, J. L. Barnett, L. R. Matthews, G. J. Coleman // *J. Applied Animal Behaviour Science*. — 2000. — Vol. 66, № 4. — P. 273–288.
2. Hedlund L. Effects of commercial hatchery processing on short- and long-term stress responses in laying hens / L. Hedlund, R. Whittle, P. Jensen // *Scientific Reports*. — 2019. — Vol. 9. — P. 1–10.
3. Жучаев К. В. Влияние условий содержания с обогащением среды на физиологический статус молодняки свиней при отъеме от свиноматок / К. В. Жучаев, Н. В. Суетов, О. Кауфманн, Л. В. Осадчук, Е. А. Борисенко // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. — 2014. — № 5. — С. 64–66.
4. Осадчук Л. В. Влияние пренатального стресса на гипофизарно-надпочечниковую систему у песцов / Л. В. Осадчук, Б. Броста, М. Баккен // *Онтогенез*. — 2004. — Т. 35. — № 3. — С. 206–212.
5. Laurence A. Environmental enrichment reduces behavioural alterations induced by chronic stress in Japanese quail / A. Laurence, C. Houdelier, L. Calandreau, C. Arnould, A. Favreau-Peigné, C. Leterrier, A. Boissy, S. Lumineau // *J. Animal*. — 2015. — Vol. 9, № 2. — P. 331–338.
6. Клетикова Л. В. Биохимический статус крови кур кросса «Хайсекс Браун» при выращивании на высокотехнологичном предприятии / Л. В. Клетикова, В. В. Пронин // *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*. — 2014. — № 1. — С. 5–6.
7. Möstl E. Hormones as indicators of stress / E. Möstl, R. Palme // *Domestic Animal Endocrinology*. — 2002. — Vol. 23, № 1-2. — P. 67–74.
8. Möller A. P. Developmental instability and light regime in chickens (*Gallus gallus*) / A. P. Möller, G. S. Sanotra, K. S. Vestergaard // *Applied Animal Behaviour Science*. — 1999. — Vol. 62, № 1. — P. 57–71.
9. Campo J. L. Genetic and phenotypic correlation between fluctuating asymmetry and two measurements of fear and stress in chickens / J. L. Campo, M. G. Gil, S. G. Dávila, I. Mucoz // *Applied Animal Behaviour Science*. — 2007. — Vol. 102, № 1–2. — P. 53–64.
10. Conraths F. J. Conventional battery cages and alternative poultry housing systems — infectiological aspects / F. J. Conraths, O. Werner, U. Methner, L. Geue, F. Schulze, I. Hanel, K. Sachse, H. Hotzel, E. Schubert, F. Melzer, T. C. Mettenleiter // *Berliner und Munchener Tierärztliche Wochenschrift*. — 2005. — Vol. 118, № 5–6. — P. 186–204.
11. Желев Ж. М. Биоиндикационная оценка состояния двух биотопов в Южной Болгарии на основании флуктуирующей асимметрии и фенетического состава популяций озерной лягушки *Rana ridibunda pallas, 1771* (anura, amphibia, ranidae) и краснобрюхой жерлянки *Bombina orientalis linnaeus, 1761* (amphibia, anura, discoglossidae) в условиях синтопического обитания / Ж. М. Желев // *Перспективы науки*. — 2011. — № 7 (22). — С. 7–18.
12. Соловьева В. И. Влияние способа выращивания на гематологический статус цыплят — бройлеров кросса «Hubbard-F15» / В. И. Соловьева, И. А. Бойко // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. — 2012. — № 6. — С. 60–62.
13. Азаубаева Г. С. Картина крови у животных и птицы. — Курган: Зауралье, 2004. — 168 с.
14. Селье Г. Стресс без дистресса. — М.: Прогресс, 1979. — 126 с.
15. Lukanov H. Trends in battery cage husbandry systems for laying hens. Enriched cages for housing laying hens / H. Lukanov, D. Alexieva // *Agricultural science and technology*. — 2013. — Vol. 5, № 2. — P. 143–152.
16. Cockrem J. F. Plasma corticosterone responses to handling in Japanese quail selected for low or high plasma corticosterone responses to brief restraint / J. F. Cockrem, E. J. Candy, S. A. Castille and D. G. Satterlee // *British Poultry Science*. — 2010. — Vol. 51, № 3. — P. 453–459.
17. Swaddle J. P. Food, feathers and fluctuating asymmetries / J. P. Swaddle, M. S. Witter // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. — 1994. — Vol. 255, № 1343. — P. 147–152.
18. Buijs S. The influence of stocking density on broiler chicken bone quality and fluctuating asymmetry / S. Buijs, E. Van Poucke, S. Van Dongen, L. Lens, J. Baert, F. A. M. Tuytens // *Poultry Science*. — 2012. — Vol. 91, № 8. — P. 1759–1767.
19. Borisov V. I. Inbreeding and outbreeding impact on developmental stability of laboratory rat *Rattus norvegicus* / V. I. Borisov, A. V. Valetsky, I. L. Dmitrieva, N. L. Krushinskaya, V. M. Zakharov // *Acta Theriologica*. — 1997. — Suppl. 4. — P. 67–72.
20. Zakharov V. M. Ontogenesis and population: evaluation of developmental stability in natural populations / V. M. Zakharov, N. P. Zhdanova, E. F. Kirik, F. N. Shkil // *Онтогенез*. — 2001. — Т. 32. — № 6. — С. 404–421.

Zhuchaeв K.¹, Sulimova L.¹, Kochneva M.¹, Saveliev A.², Novikov E.^{1,3}, Kondratyuk E.³, Lisunova L.¹

Meat breed laying hens' response on chronic stress in different housing systems

Abstract. *Resistance to chronic technological stress is one of requirements to keep the stable productivity of animals. Stress level depends on both external factors and genetic traits of animals. Reaction on chronic stress was estimated in different housing technologies (floor and cage) of meat breed laying hens'. Behavioural, hormonal and physiological state changes can be performed as indicators of stress. Pair bone asymmetry may be connect with animals' susceptibility to stress. Illustrated that for estimation of animals' state the complex approach is essential when detected differences and trends permit to compare housing conditions in poultry or in husbandry. High corticosterone concentrations and high individual differences, increase levels of triglycerides and cholesterol are indicated higher unit of stress in cage housing system. Morphological traits' variability is small and generally not related with asymmetry level of laying hens. Some tibia and femoral bones length reduction can be associated with chronic technological stress level increasing of laying hens located in cages. There are no detected significant differences through summary skewness between groups. Alongside there is substantially minor percent of symmetrical individuals located in cages. Thus, biochemical and hormonal state, morphological traits estimation showed decreased chronic stress levels on laying hens across floor housing technology. Despite the observed signs of homeostasis instability, there are high reserves of adaptive abilities inherent in the selection of initial forms and hybridization scheme demonstrated by hens.*

Key words: laying hens; meat cross; cage and floor housing systems; chronic stress; indicators of stress; biochemical blood plasma structure; corticosterone concentration; asymmetry of bilateral traits.

Authors:

Zhuchaeв K. — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Professor, Dean of Biology and Technology faculty; e-mail: zhuchaeв-kv@mail.ru;

Sulimova L. — Head of Laboratory of feed and food quality; e-mail: Sulimova88@yandex.ru;

Kochneva M. — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Professor, Vice — dean of Biology and Technology faculty; e-mail: mlkochneva@nsau.edu.ru;

Saveliev A. — Vice — general director for the production; e-mail: oktpf@online.nsk.su.

Novikov E. — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Head of ecology Department; Head of Laboratory of animal populations' structure and dynamics, Chief Researcher; e-mail: eug_nov@ngs.ru.

Kondratyuk E. — PhD (Biol. Sci.), Senior Researcher of Laboratory of animal populations' structure and dynamics; e-mail: kandy@ngs.ru.

Lisunova L. — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Professor; e-mail: nsau@inbox.ru.

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novosibirsk State Agrarian University; 630039, Russia, Novosibirsk, Dobrolyubov Street, 160;

² Closed Joint-Stock Company «Oktyabr'skaya» poultry farm; 633274, Russia, Novosibirsk region, Novosibirsk district, Baryshevo, Lenin Street, 160;

³ Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch RAS; 630091, Russia, Novosibirsk, Frunze Street, 11.

References

1. Breuer K. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows / K. Breuer, P. H. Hemsworth, J. L. Barnett, L. R. Matthews, G. J. Coleman // J. Applied Animal Behaviour Science. — 2000. — Vol. 66, № 4. — P. 273–288.
2. Hedlund L. Effects of commercial hatchery processing on short- and long-term stress responses in laying hens / L. Hedlund, R. Whittle, P. Jensen // Scientific Reports. — 2019. — Vol. 9. — P. 1–10.
3. Zhuchaeв K. V. Effect of enrichment to physiological state of piglets after weaning / K. V. Zhuchaeв, N. V. Suetov, O. Kaufmann, L. V. Osadchuk, E. A. Borisenko // Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. — 2014. — № 5. — P. 64–66.

4. Osadchuk L. V. Effect of Prenatal Stress on the Pituitary–Adrenal Axis in Blue Foxes / L. V. Osadchuk, B. Brostad, M. Bakken // *Ontogenez*. — 2004. — T. 35. — № 3. — P. 206–212.
5. Laurence A. Environmental enrichment reduces behavioural alterations induced by chronic stress in Japanese quail / A. Laurence, C. Houdelier, L. Calandreau, C. Arnould, A. Favreau-Peigné, C. Leterrier, A. Boissy, S. Lumineau // *J. Animal*. — 2015. — Vol. 9, № 2. — P. 331–338.
6. Kletikova L. V. Blood Biochemical Status of the «Hajseks Brown» Cross Chickens Grown in a High-tech Enterprise. / L. V. Kletikova, V. V. Pronin // *Rossiiskii veterinarnyi zhurnal. Sel'skokhozyaistvennye zhivotnye*. — 2014. — № 1. — P. 5–6.
7. Möstl E. Hormones as indicators of stress / E. Möstl, R. Palme // *Domestic Animal Endocrinology*. — 2002. — Vol. 23, № 1-2. — P. 67–74.
8. Möller A. P. Developmental instability and light regime in chickens (*Gallus gallus*) / A. P. Möller, G. S. Sanotra, K. S. Vestergaard // *Applied Animal Behaviour Science*. — 1999. — Vol. 62, № 1. — P. 57–71.
9. Campo J. L. Genetic and phenotypic correlation between fluctuating asymmetry and two measurements of fear and stress in chickens / J. L. Campo, M. G. Gil, S. G. Dóvila, I. Mucoz // *Applied Animal Behaviour Science*. — 2007. — Vol. 102, № 1-2. — P. 53–64.
10. Conraths F. J. Conventional battery cages and alternative poultry housing systems — infectiological aspects / F. J. Conraths, O. Werner, U. Methner, L. Geue, F. Schulze, I. Hanel, K. Sachse, H. Hotzel, E. Schubert, F. Melzer, T. C. Mettenleiter // *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*. — 2005. — Vol. 118, № 5-6. — P. 186–204.
11. Zhelev Zh. M. Bio-indicative Evaluation of the Status of Two Biotopes in Southern Bulgaria on the Basis of the Indicators of Fluctuating Asymmetry and Phenetic Composition of Populations of the Marsh Frog *Rana Ridibunda* Rallas, 1771 (Anura, Amphibia, Ranidae) and European Fire-bellied Toad *Bombina Bombina* Linnaeus, 1761 (Amphibia, Anura, Discoglossidae) in the Conditions of Syntopic Habitats / Zh. M. Zhelev // *Perspektivy nauki*. — 2011. — № 7 (22). — P. 7–18.
12. Solov'eva V. I. Influence of the growing method on the hematological status of «Hubbard-F15» broiler chickens cross / V. I. Solov'eva, I. A. Boiko // *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. — 2012. — № 6. — P. 60–62.
13. Azaubaeva G. S. Animals' and birds' blood picture. — Kurgan: Zaural'e, 2004. — 168 p.
14. Sel'e G. Stress without distress. — M.: Progress, 1979. — 126 p.
15. Lukanov H. Trends in battery cage husbandry systems for laying hens. Enriched cages for housing laying hens / H. Lukanov, D. Alexieva // *Agricultural science and technology*. — 2013. — Vol. 5, № 2. — P. 143–152.
16. Cockrem J. F. Plasma corticosterone responses to handling in Japanese quail selected for low or high plasma corticosterone responses to brief restraint / J. F. Cockrem, E.J. Candy, S.A. Castille and D.G. Satterlee // *British Poultry Science*. — 2010. — Vol. 51, № 3. — P. 453–459.
17. Swaddle J. P. Food, feathers and fluctuating asymmetries / J. P. Swaddle, M. S. Witter // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. — 1994. — Vol. 255, № 1343. — P. 147–152.
18. Buijs S. The influence of stocking density on broiler chicken bone quality and fluctuating asymmetry / S. Buijs, E. Van Poucke, S. Van Dongen, L. Lens, J. Baert, F. A. M. Tuytens // *Poultry Science*. — 2012. — Vol. 91, № 8. — P. 1759 – 1767.
19. Borisov V. I. Inbreeding and outbreeding impact on developmental stability of laboratory rat *Rattus norvegicus* / V. I. Borisov, A. V. Valetsky, I. L. Dmitrieva, N. L. Krushinskaya, V. M. Zakharov // *Acta Theriologica*. — 1997. — Suppl. 4. — P. 67 – 72.
20. Zakharov V. M. Ontogenesis and population: evaluation of developmental stability in natural populations / V. M. Zakharov, N. P. Zhdanova, E. F. Kirik, F. N. Shkil // *Ontogenez*. — 2001. — Vol. 32. — № 6.