

На правах рукописи

Сулимова Любовь Игоревна

**ОЦЕНКА ГОМЕОСТАЗА
КУР-НЕСУШЕК РАЗНЫХ КРОССОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ И
ОСТРОМ СТРЕССЕ**

03.03.01 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Новосибирск - 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ)

Научный руководитель

доктор биологических наук, профессор
Жучаев Константин Васильевич

Официальные оппоненты:

Мифтахутдинов Алевтин Викторович
доктор биологических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Южно-Уральский
государственный аграрный университет»,
заведующий кафедрой морфологии,
физиологии и фармакологии

Харлап Светлана Юрьевна
кандидат биологических наук,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Уральский государственный
аграрный университет», доцент кафедры
химии, почвоведения и агроэкологии

Ведущая организация

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение Федеральный
научный центр «Всероссийский научно-
исследовательский и технологический
институт птицеводства» Российской
академии наук

Защита состоится «___» _____ 2019 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.048.04, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» по адресу: 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, <https://nsau.edu.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Князев Сергей Павлович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Устойчивость к хроническому технологическому стрессу является одним из условий сохранения стабильной продуктивности животных (Breuer et al., 2000). Очевидно, что сочетание внешних факторов и наследственных особенностей животных оказывает влияние на уровень стресса (Жучаев и др., 2014; Осадчук и др., 2004). Сообщается о значительных различиях реакции на стресс кур-несушек в связи с породными особенностями и условиями их содержания (Koelkebeck, Cain, 1984; Compton et al., 1981). Интенсивность проявления, время возникновения и «отдаленные последствия» реакции на стресс, как правило, обусловлены спецификой действия раздражителя (Горизонтов, 1981). В качестве основных стрессоров в птицеводстве можно выделить работу обслуживающего персонала, агрессивные взаимодействия в группе, условия содержания (Кавтарашвили, Колокольникова, 2010; Breuer et al., 2000; Hedlund et al., 2019), причем социальные взаимодействия в большой группе могут быть большим стресс-фактором по сравнению с таковыми при клеточном содержании малых групп (Клетикова, Пронин, 2014). Кроме этого, вибрация, шум и транспортировка птицы вызывают различные адаптационные реакции организма, в том числе, поведенческие, сроки развития которых и степень влияния на организм определяются силой воздействия стрессора (Бусловская и др., 2010). Острый стресс у птиц связан, например, с резкими отклонениями в режимах содержания и кормления, транспортировкой и пребыванием в убойном цехе. Хронический стресс является результатом воздействия ряда острых стресс-факторов, накопительное биологическое значение которых обуславливает состояние животных, близкое к патологическому и, возможно - патологическое (Moberg, Mench, 2000). Стрессовое воздействие среды приводит к изменению основных физиологических параметров организма (Кавтарашвили, Колокольникова, 2010), что может быть оценено по уровню глюкокортикоидов (Cockrem et al., 2009), морфологическому и биохимическому составу крови (Compton et al., 1981). Таким образом, неотъемлемым компонентом гомеостаза организма животных и параметром их благополучия в режиме реального времени является физиологический статус (Жучаев и др., 2016), а изменения общего состояния организма, связанные с реакцией на стресс и поведением, в особенности, аномальным, широко используются, как физиологические индикаторы благополучия (Barnett et al., 1990). По данным разных авторов, с чувствительностью животных к стрессам связана также асимметрия парных костных структур. Множественные факторы внешней среды могут нарушать стабильность развития и повышать асимметрию (Campo et al., 2007; Möller et al., 1999).

С учетом многостороннего действия стресса на организм животных, важное значение приобретает комплексный подход к оценке их благополучия, особенно в птицеводстве (Dawkins, 1999). Особую актуальность комплексная характеристика гомеостаза кур-несушек в конце периода продуктивного использования имеет для оценки кроссов и технологий.

Целью исследований явилась сравнительная оценка гомеостаза организма кур-несушек мясного и яичных кроссов в условиях разных технологий содержания прижизненно и при убое.

Задачи исследований:

1. Провести оценку физиологического статуса кур-несушек разных кроссов прижизненно на завершающем этапе продуктивного использования и при убое;
2. Оценить этологические особенности птицы разных кроссов в условиях разных технологий содержания;
3. Оценить благополучие кур-несушек разных кроссов и направления продуктивности;
4. Оценить морфометрические признаки скелета в качестве индикаторов стабильности развития кур-несушек разных кроссов в связи с технологией содержания птицы;
5. Определить роль технологических и наследственных факторов в реакции птицы на хронический (технологический) и острый стресс.

Научная новизна. Впервые дана комплексная характеристика физиологического статуса организма кур-несушек мясного и яичных кроссов в условиях хронического (технологического) и острого (убойного) стресса. По биохимическим показателям крови и уровню кортикостерона получены референсные значения для кроссов сельскохозяйственной птицы на конечном этапе продуктивного цикла. Впервые дана морфометрическая характеристика костной системы кур мясного и яичных кроссов в условиях разных технологий содержания, описаны их поведенческие особенности и уровень благополучия. Показано влияние хронического и острого стресса на гомеостаз организма птицы.

Теоретическая и практическая значимость исследований.

Полученные данные существенно расширяют представление о влиянии стресса на гомеостаз организма кур-несушек при интенсивном использовании. Дана сравнительная характеристика гормонального статуса кур-несушек в условиях хронического и острого стресса. Описана асимметрия морфометрических структур кур-несушек, как индикатор стабильности развития. Оценены этологические особенности птицы и уровень ее благополучия. Определена роль наследственных и технологических факторов в реакции птицы на хронический и острый стресс. Сформирована база данных референсных значений показателей физиологического статуса кур-несушек разных кроссов на конечном этапе цикла продуктивности. Адаптирована схема оценки благополучия сельскохозяйственной птицы в условиях разных технологий содержания. Материалы исследований используются в учебном процессе по направлению подготовки 36.04.02 Зоотехния (уровень магистратуры) по дисциплине «Вэлфер-технологии в животноводстве».

Положения, выносимые на защиту:

1. Уровень и изменчивость показателей биохимического и гормонального статуса, морфометрические и этологические признаки кур-несушек на завершающем этапе продуктивного использования различаются в связи с наследственными и технологическими факторами.
2. Реакция кур-несушек на стресс варьируется в зависимости от кросса и предприятия.
3. Симметричность билатеральных признаков кур-несушек подвержена влиянию технологических и наследственных факторов.

4. Этологическая характеристика и оценка благополучия позволяют оценить устойчивость разных кроссов кур-несушек к хроническому технологическому стрессу.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов обеспечивается дизайном экспериментов, объемом исследуемого материала, набором адекватных методов исследований и статистической обработки данных. Результаты диссертационного исследования представлены: на заседаниях ученого совета биолого-технологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (2014, 2015, 2016, 2017), научно-практической конференции аспирантов «Научные подходы молодых ученых к решению проблем АПК» (Новосибирск, 2015), научно-практической конференции аспирантов и магистрантов «Progress through innovation» (Новосибирск, 2015), конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета (Новосибирск, 2016), 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: сельское хозяйство (Новосибирск, 2016), Молодежном научно-инновационном конкурсе в рамках МНСК-2016 по направлению «Биотехнологии» (Новосибирск, 2016), в рамках проекта летней школы «SmartAgro BRICS+» (Москва, Инновационный центр Сколково, 2016), IV и V Международных школах по благополучию животных для молодых ученых (Новосибирск, 2017, 2019).

Публикации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в девяти статьях, в том числе три - в изданиях из Перечня ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 132 страницах печатного текста и включает следующие разделы: введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований, обсуждение полученных результатов, выводы, практические рекомендации, библиографический список, приложения. В том числе библиографический список (192 источника, из них 142 иностранных) и приложения (5 штук) занимают 30 страниц печатного текста. Диссертация включает: 39 таблиц и 9 рисунков, а также фотоматериалы (приложения 3, 4 и 5), полученные автором лично.

Личный вклад автора. Анализ научной литературы, планирование и составление схем экспериментальных исследований. Освоение методов научных исследований по теме диссертации, проведение исследований, сбор и обработка материала. Подготовка научных публикаций, написание диссертации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на трех птицеводческих предприятиях с полным производственным циклом (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика исследований

Предприятие	Технология содержания	Объект исследований	Предмет исследований
№1	Промышленное стадо при клеточной технологии содержания (несушка) Хайсекс Уайт: Фронт поения, см/гол 0,14 Фронт кормления, см/гол 4,9 Площадь посадки, м ² /гол 0,024 Хайсекс Браун: Фронт поения, см/гол 0,3 Фронт кормления, см/гол 3,6 Площадь посадки, м ² /гол 0,026	Кросс Хайсекс Уайт (n=50) в возрасте 525-595 дней. Кросс Хайсекс Браун (n=158) в возрасте 501-595 дней.	<p>Физиологический статус в состоянии острого и хронического стресса</p> <ul style="list-style-type: none"> – биохимические показатели плазмы крови; – содержание гормонов в крови. <p>Морфометрические характеристики костных структур:</p> <ul style="list-style-type: none"> – асимметрия.
	Родительское стадо бройлеров при напольной технологии содержания Фронт поения, см/гол 0,15 Фронт кормления, см/гол 10,61 Площадь посадки, м ² /гол 0,19	Кросс Хаббард Уайт (F-15) в возрасте 405 дней (n=164).	
№3	Промышленное стадо при клеточной технологии содержания (несушка) Фронт поения, см/гол 0,14 Фронт кормления, см/гол 2,6 Площадь посадки, м ² /гол 0,024	Кросс Хайсекс Браун (n=136) в возрасте 480-518 дней.	<p>Поведение птицы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – агрессивное поведение; – боязнь человека; – исследовательское поведение; – общая оценка поведения. <p>Благополучие птицы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – кожные повреждения; – деформация килевой кости.
	Родительское стадо бройлеров при клеточной технологии содержания Фронт поения, см/гол 0,3 Фронт кормления, см/гол 6,7 Площадь посадки, м ² /гол 0,075	Кросс Хаббард Уайт (n=146) в возрасте 441 день-448 дней.	
	Родительское стадо бройлеров при напольной технологии содержания Фронт поения, см/гол 0,13 Фронт кормления, см/гол 13,0 Площадь посадки, м ² /гол 0,22	Кросс Хаббард Уайт (n=125) в возрасте 406-448 дней.	

* n - количество голов для оценки биохимии крови, уровня кортикостерона и морфометрических признаков.

Физиологический статус птицы при остром и хроническом стрессах изучен на 779 головах кур несушек, морфометрические признаки оценены у 300 случайно отобранных особей, этологическая характеристика птицы дана в условиях пяти производственных площадок. Оценивали влияние факторов: «кросс», «технология содержания», «предприятие» (рисунок 1).

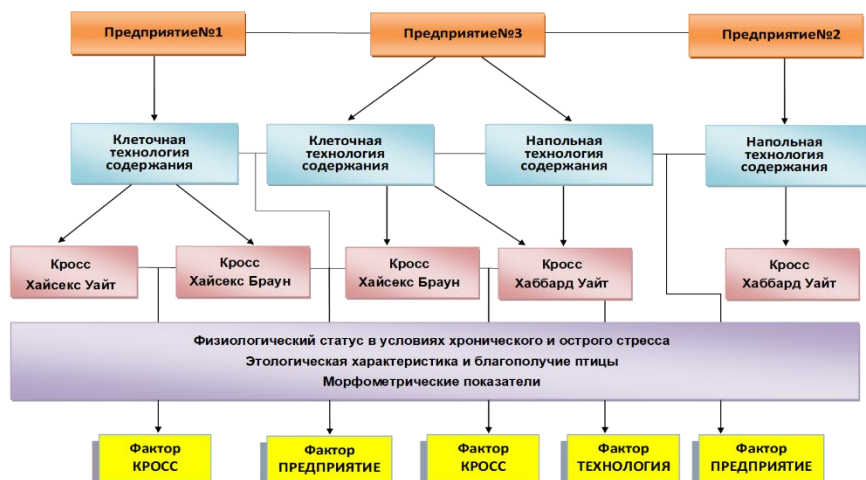


Рисунок 1 - Схема исследований

Оценка физиологического статуса. Для оценки хронических стрессовых состояний взятие крови у птицы проводили за 5-7 дней до убоя в утренние часы из подкрыльцовой вены с соблюдением правил асептики и антисептики. Для оценки острых стрессовых состояний взятие крови проводилось в убойном пункте в день убоя в утренние часы из яремной вены, по ходу технологической линии. Для хранения и транспортировки венозной крови использовали стерильные пробирки с гепарином (50 мкл). Цельную кровь транспортировали в устойчивых штативах с предварительно охлажденными хладагентами; получение плазмы крови осуществляли в течение дня отбора материала. Приготовление плазмы из цельной крови проводили в стерильных пробирках типа «Эппендорф» путем центрифугирования цельной крови 20 минут при 1000 оборотах (Centrifuge CM-50) на базе сектора молекулярной биологии Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук. Полученную плазму замораживали при температуре -25°C . Биохимический анализ плазмы крови осуществлялся по установленным методикам определения на анализаторе Stat Fax 3300 на базе аналитической лаборатории биолога - технологического факультета ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ.

Содержание кортикостерона определяли по установленной методике на базе лаборатории структуры и динамики популяций животных Института систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук. Концентрацию гормона в пробах оценивали с помощью коммерческих наборов Corticosterone ELISA, DRG Diagnostics или IBL International Germany, согласно прилагаемой инструкции. Кросс-реактивность представленных производителем антител в обеих производственных фирмах

составила: 7,4% с прогестероном, 3,4% с диоксикортикостероном, 1,6% с 11-дегидрокортикостероном и менее 0,3% с другими стероидами.

Изучение морфометрических признаков проводили в условиях убойных цехов предприятий по специально разработанной методике (Жучаев и др., 2019). Оценку симметричности костных структур проводили посредством однократного измерения при помощи штангенциркуля к 25052751 и обвалочного ножа марки «Giesser» с точностью до 0,05 мм (Livshits et al., 1998). Возможная ошибка (по результатам повторных измерений десяти пар костей) не превышала 0,07%, в связи с этим ее не учитывали при обработке материала.

Проведены измерения костей тазового пояса: бедренной (os femoris), большеберцовой (tibiotarsus). Костей плечевого пояса: лопатки (scapula); костей передних конечностей: плечевой (os humeri), локтевой (ulna), лучевой (os radius). Измерение анализируемых костных структур проводили по меньшей кривизне.

Асимметрию особей оценивали по модифицированному коэффициенту частоты встречаемости симметричных (ЧВС) особей - отношение симметричных особей к общему количеству оцененных (к симметричным относили кур с 5-6 симметричными признаками из 6 анализируемых) (Zhelev et al., 2015). Условно симметричными считали признаки с разницей между правой и левой стороной меньше средней по исследуемой группе.

При расчетах использовали следующие формулы: $|L-R|$ (асимметрия признака) (Rowe et al., 1997), $|R+L|/2$ (размер признака) (Camro et al., 2008), $((|L-R|*100)/(L+R))*2$ (коэффициент асимметрии (K_a) парных костных структур, где R - длина правой парной кости, L - длина левой парной кости) (Yang et al., 1997). Флуктуирующую асимметрию рассчитывали по методике, предложенной Гелашвили и др., 2004 с использованием материалов Palmer, Strobeck, 2003.

Характеристику поведения и оценку благополучия осуществляли согласно протоколу Welfare Quality® Assessment protocol for poultry, 2009. Проведены тесты с балльной оценкой:

- определение расклевов гребня: 0 баллов - нет повреждений, 1 балл - до 4 повреждений, 2 балла - > 4 повреждений;
- тест на боязнь человека: 0 баллов - расстояние до руки составляло ≤ 9 см, 1 балл - расстояние до руки составляло от 10 до 15 см, 2 балла - расстояние до руки составляло ≥ 15 см;
- тест с новым объектом: 0 баллов - подошло ≥ 50 птиц в четырех точках оценки, 1 балл - подошло от 1 до 50 птиц, 2 - подошло 0 птиц;
- качественная оценка поведения: 0 - 2 балла в соответствии со шкалой оценки;
- оценка наличия кожных повреждений: 0 баллов - <3 птиц с повреждениями, 1 балл - <25% птиц с повреждениями, 2 балла - повреждения тела и ног ≥ 2 см в диаметре у >25%;
- оценка деформации килевой кости: в пункте убоя оценивали от 0 (отсутствие деформаций, искривлений) до 2 (килевая кость деформирована) баллов.

Статистическую обработку морфометрических, качественных и количественных признаков проводили с использованием критерия Шапиро-Уилка (проверка распределения морфометрических и количественных признаков на нормальность), Т-критерия Уилкоксона (определение направленной асимметрии морфометрических признаков), коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_s) при морфометрии (оценка корреляции между симметричностью и размером признака и между коэффициентами асимметрии), ϕ -критерия (проверка достоверности выборочных данных при морфометрии: коэффициенты асимметрии парных костей птицы, процент симметричных особей и признаков, проверка достоверности межгрупповых различий и оценка влияния основных факторов на качественные признаки), U-критерия Манна-Уитни (проверка достоверности межгрупповых различий количественных признаков в случае отсутствия нормального распределения, оценка влияния основных факторов на проявление асимметрии и на количественные признаки), t-критерия Стьюдента (проверка достоверности межгрупповых различий количественных признаков при наличии нормального распределения). Статистическая обработка данных проведена с использованием программ: MS Excel, Statistica (version 10).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характеристика физиологического статуса кур-несушек

У кур Хаббард Уайт при напольной технологии содержания прижизненный уровень кортикостерона был ниже на 40-47% по сравнению с птицей, содержащейся в клетках, хотя достоверных различий обнаружено не было (таблица 2). Вероятно, уровень хронического стресса повышался в виду большей плотности посадки ($0,075 \text{ м}^2$ на одну голову) при клеточной технологии содержания, чем при напольной ($0,19\text{-}0,22 \text{ м}^2$ на одну голову) и отсутствия возможности реализации поведенческих потребностей (Duncan, 1998). Существенных различий по концентрации кортикостерона при жизни между группами предприятий №2 и №3 с напольной технологией содержания не обнаружено. Однако на предприятии №3 прижизненный уровень кортикостерона ≥ 40 нг/мл регистрировали в плазме крови 50% особей в группе клеточного содержания и у 12,5% - в группе напольного содержания ($P < 0,05$).

Послеубойная концентрация кортикостерона в плазме крови несушек достоверно возрастала ($P < 0,001$). Уровень гормона на фоне острого стресса в крови птицы предприятия №3 при напольном содержании был минимальным ($P < 0,001$). Максимальных уровней концентрация кортикостерона достигала на предприятии №2 и №3 при клеточном содержании (таблица 2). Концентрация уровня кортикостерона при убое возрастала, а изменчивость, напротив, снижалась на 9-24%, вероятно, вследствие достижения максимального уровня стресса во всех группах.

Таблица 2 - Концентрация кортикостерона в плазме крови кур мясного кросса Хаббард Уайт прижизненно и при убойном стрессе, нг/мл

Предприятие, технология	Предприятие №2			
	Напольное содержание			
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C _v , %	lim
Хронический стресс	27	21,4±3,3	79,1	3,5-75,2
Острый стресс	46	82,9±7,3*** ¹	60,0	19,9-260,3
Предприятие технология	Предприятие №3			
	Напольное содержание			
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C _v , %	lim
Хронический стресс	16	18,8±3,6	76,3	2,9-54,9
Острый стресс	20	40,8±6,4	69,6	6,8-98,2
Предприятие, технология	Предприятие №3			
	Клеточное содержание			
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C _v , %	lim
Хронический стресс	14	35,7±8,5	88,9	3,1-91,1
Острый стресс	42	94,3±11,3*** ²	77,7	12,5-333,1

Примечание: * - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001; ¹ - уровень достоверности различий между показателями на предприятии №2 и №3 в условиях напольной технологии содержания при убойном стрессе; ² - уровень достоверности различий между показателями на предприятии №3 в условиях напольной и клеточной технологии содержания при убойном стрессе.

Концентрация кортикостерона в плазме крови кур яичного кросса Хайсекс Браун в условиях клеточной технологии содержания различалась на разных предприятиях (таблица 3). Достоверно ниже прижизненный уровень кортикостерона (на 57%) был определен у несушек предприятия №3. При этом у птицы предприятия №3 фронт поения, фронт кормления и площадь посадки, относимые к основным критическим стресс-факторам, были ниже на 53, 28 и 8%, чем у птицы первой исследуемой группы.

По концентрации кортикостерона несушки предприятия №3 достоверно превосходили птицу на предприятии №1 (P<0,001). Куры-несушки на предприятии №1 характеризовались высокой изменчивостью чувствительности к хроническому стрессу (C_v=89%), при этом концентрация кортикостерона при жизни практически не отличалась от показателей, полученных при убое. Возможно, именно высокий фоновый уровень кортикостерона обусловил снижение реакции на острый стресс.

В конце периода использования выявлены достоверные различия между группами напольного и клеточного содержания кур-несушек кросса Хаббард Уайт по уровню триглицеридов (P<0,01), холестерина (P<0,01; P<0,001) и альбуминов (P<0,001) (таблица 4). У птицы предприятия №3 в

условиях напольной технологии содержания уровень триглицеридов, холестерина, альбуминов, кальция, фосфора имел тенденцию к снижению относительно других исследуемых групп. Изменчивость биохимических показателей плазмы крови кур при клеточном содержании была значительно выше для содержания триглицеридов и холестерина, при напольном – для содержания кальция на предприятии №3. Возможно, в условиях клеточного содержания это связано с менее интенсивным обменом веществ, низкой двигательной активностью при меньшей площади посадки. В то же время наблюдаемая картина может быть связана с избытком обменной энергии в рационе и необходимостью его корректировки для кур в клетках. Высокая вариабельность уровня кальция, возможно, зависела от большей свободы движения птицы и как следствие, стимуляции мышечной работы (Искандеров, 2010).

Послеубойный уровень биохимических показателей холестерина, общего белка ($P<0,05$), альбуминов и кальция несушек Хаббард Уайт предприятия №3 при клеточном содержании несколько превышал показатели групп при напольном содержании. Межгрупповые различия в пределах 9-46,4% в виде повышения убойных показателей относительно прижизненных установлены по уровню триглицеридов, холестерина, альбуминов и кальция внутри предприятия №3 при напольном содержании. Послеубойный профиль крови несушек мясного кросса на предприятиях №2 и №3 при клеточном содержании, напротив, характеризовался снижением показателей на 5,4-48% и 6-45% относительно прижизненного.

Биохимические показатели несушек яичного кросса Хайсекс Браун в конце продуктивного цикла существенно различались на разных предприятиях по уровню содержания триглицеридов ($P<0,01$), общего белка и кальция ($P<0,001$; $P<0,01$) в плазме крови (таблица 5). Биохимические показатели у птицы на предприятии №3 были ниже на 17-57%, чем на первой производственной площадке. При убойном стрессе выявлены достоверные различия практически по всем изученным показателям плазмы крови несушек двух исследуемых групп, хотя их диапазон снизился до 12-55%. При этом внутригрупповая изменчивость в группе предприятия №1 была ниже относительно предприятия №3. Показатели липидного и макроэлементного обмена снижались у несушек предприятия №1 при убое на 3-18% относительно прижизненных, что может быть вызвано фазой энергетического истощения организма. Прижизненная изменчивость большинства биохимических показателей в группе предприятия №3 была ниже послеубойной на 1,5-41%, исключение составляли альбумины и кальций.

Таким образом, установлено влияние факторов технологии содержания и предприятия на прижизненные и послеубойные показатели биохимического статуса и уровня кортикостерона у несушек. Очевидно, генетические факторы при хроническом и остром стрессе оказывают воздействие на содержание в плазме крови кур-несушек холестерина и кортикостерона. Различия между предприятиями связаны с разной степенью стрессированности, а также с разной прижизненной активностью птицы и особенностями технологии убоя.

Таблица 3 - Концентрация кортикостерона в плазме крови кур в Хайсеке Браун конце периода использования и при убойном стрессе, нг/мл

Предприятие	Предприятие №1			
Группа	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C _v , %	lim
Хронический стресс	20	15,0±3,0 ^{***1}	89,0	1,8-45,0
Острый стресс	20	16,4±2,4	65,2	3,6-42,0
Предприятие	Предприятие №3			
Группа	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C _v , %	lim
Хронический стресс	27	6,5±0,7	56,4	0,8-14,2
Острый стресс	21	37,0±5,2 ^{***2}	64,7	6,9-112,6

Примечание: * - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001; ¹ - уровень достоверности различий между показателями на предприятии №1 и №3 в конце периода использования; ² - уровень достоверности различий между показателями на предприятии №1 и №3 при убойном стрессе.

Таблица 4 - Биохимические показатели крови кур мясного кросса прижизненно в конце периода использования и при убое

Предприятие, технология содержания	№2 напольное содержание		№3 напольное содержание		№3 клеточное содержание	
Группа	при жизни, n=21	при убое, n=20	при жизни, n=19	при убое, n=20	при жизни, n=20	при убое, n=20
Показатель	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Триглицериды, ммоль/л	30,8±4,6 ^{***1}	16,0±2,5	10,3±1,1	19,2±3,2	24,0±4,7	13,2±2,9
Холестерин, ммоль/л	3,7±0,4 ^{**1}	3,0±0,3	2,2±0,2	3,0±0,3	5,0±0,6 ^{***2}	3,3±0,4
Общий белок, г/л	45,4±2,7	35,3±1,0	43,8±2,6	34,3±1,9	42,9±2,2	36,6±2,1 ^{*2}
Альбумины, г/л	31,6±1,6 ^{***1}	23,7±1,9	19,9±1,7	26,5±2,2	24,6±1,7	27,5±1,7
Кальций, ммоль/л	5,6±0,5	5,3±0,5	5,2±0,7	5,7±0,6	6,7±0,6	6,3±0,8
Фосфор, ммоль/л	1,9±0,2	1,7±0,2	1,8±0,2	1,7±0,1	1,9±0,2	1,6±0,1

Примечание: * - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001; ¹ - уровень достоверности различий между показателями на предприятии №2 и №3 в условиях напольной технологии содержания; ² - уровень достоверности различий между показателями на предприятии №3 в условиях напольной и клеточной технологии содержания.

Таблица 5 - Биохимические показатели крови кур Хайсекс Браун в конце периода использования и при убое

Предприятие, технология содержания	№1, клеточное содержание		№3, клеточное содержание	
	при жизни, n=20	при убое, n=48	при жизни, n=18	при убое, n=20
Показатель	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Триглицериды, ммоль/л	18,2±2,6** ¹	15,2±1,1*** ¹	7,9±1,2	6,9±1,1
Холестерин, ммоль/л	4,0±0,4	3,3±0,3	3,1±0,4	2,3±0,4
Общий белок, г/л	59,1±3,9*** ¹	60,5±1,8*** ¹	38,1±1,9	41,3±3,2
Альбумины, г/л	22,8±1,6	26,6±0,9	22,0±1,6	23,5±1,6
Кальций, ммоль/л	6,6±0,7** ¹	6,4±0,3** ¹	3,8±0,4	4,9±0,4
Фосфор, ммоль/л	2,3±0,2	2,1±0,1* ¹	1,9±0,2	1,6±0,2

Примечание: * - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001; ¹ - уровень достоверности различий между показателями на предприятии №1 и №3 в условиях клеточной технологии содержания.

Морфометрическая оценка билатеральных признаков кур-несушек

Коэффициент вариации длины костей кур-несушек кросса Хайсекс Браун на предприятии №3 колебался в пределах ($C_v=4,9-2,7\%$). В группе предприятия №1 изменчивость была несколько выше ($C_v=3,1-9,9\%$). Вариабельность морфометрических признаков птицы мясного кросса составляла 3,6-5,0% при клеточной технологии содержания и 3,0-10,2% - при напольной. Нормальное распределение абсолютных значений асимметрии, как свидетельство ее флуктуирующего характера, регистрировали у кур Хаббард Уайт при напольном (предприятие №2) и при клеточном содержании (предприятие №3) для большеберцовой и лопаточной костей ($P>0,05$). В последней группе нормальным распределением характеризовалась еще и асимметрия локтевой кости. В то же время у кур предприятия №3, содержащихся на полу, характер распределения асимметрии морфометрических признаков не соответствовал нормальному. Распределение разницы длин парных костей не имело отличий от нормального для бедренной, плечевой и лучевой костей ($P>0,05$) у яичной птицы белого и коричневого кроссов.

Костные структуры яичных кур отличало меньшее количество признаков, обладающих направленным характером асимметрии. При этом направленность асимметрии могла быть как лево-, так и правосторонней. Среди морфометрических признаков птицы мясного кросса наблюдали большее количество костных структур с направленной асимметрией, что косвенно подтверждает влияние мышечной массы на направленный характер асимметрии.

Достоверная размер-зависимость отмечена для отдельных признаков, перечень которых различался в разных кроссах (единичные случаи для большеберцовой, бедренной, локтевой кости и лопатки). В связи с этим в

последующей обработке использовали не абсолютные значения, а коэффициенты асимметрии (%).

Антисимметрии в группах исследуемой птицы обнаружено не было, что подтверждалось положительным показателем эксцесса ($E_x > 0$) (Van Nuffel, 2007). Отсутствие значимых корреляций между коэффициентами асимметрии разных пар костей служило обоснованием включения всего набора признаков в комплексный коэффициент асимметрии. Наименьший коэффициент асимметрии у птицы при напольном и клеточном содержании определен для большеберцовой, бедренной и лучевой кости. В целом величина коэффициентов асимметрии парных костных структур у птицы яичных кроссов была несколько ниже (1,4-4,6%), чем у мясных кур (1,6-5,3%). Средняя величина комплексного коэффициента асимметрии составила 2,0-4,0% (таблица 6).

Частоту проявления симметричных особей рассчитывали, как процент птиц со значениями $|L-R|$ меньше среднего по группе. Мясных несушек при клеточном содержании отличало снижение процента симметричных особей по сравнению с птицей, содержащейся на полу. Интегральный показатель ЧВС, процент особей мясного кросса с пятью-шестью симметричными из шести изученных билатеральных признаков варьировался от 0 в группе клеточного содержания до 30% ($P < 0,05$) в группе напольного содержания. У птицы мясного кросса регистрировали снижение показателя ЧВС на 13-100% относительно яичных несушек.

Таблица 6 - Коэффициенты асимметрии парных костей птицы мясного и яичных кроссов в условиях разных технологий содержания

Кросс	Хаббард Уайт			Хайсекс Уайт	Хайсекс Браун	
№ предприятия	№2	№3	№3	№1	№1	№3
Признак\ Технология	Напольное содержание		Клеточное содержание			
Большеберцовая кость	3,2±1,1	1,9±0,4	1,8±0,4	1,9±0,2	1,8±0,2	1,8±0,3
Бедренная кость	2,5±0,3	2,4±0,2	1,6±0,2	2,1±0,2	2,6±0,3	1,4±0,2
Плечевая кость	5,3±0,7	2,8±0,4	1,9±0,2	2,8±0,3	3,1±0,3	1,5±0,2
Локтевая кость	5,3±0,7	2,4±0,3	2,2±0,2	3,3±0,4	2,3±0,6	1,5±0,2
Лучевая кость	2,7±0,4	2,4±0,3	2,1±0,3	4,6±0,4	1,6±0,4	1,4±0,3
Лопатка	4,9±0,6	2,2±0,4	2,2±0,4	4,4±0,6	3,0±0,5	3,5±0,7
Комплексный коэффициент асимметрии	4,0	2,4	2,0	3,2	2,4	2,0

Более высокая встречаемость симметричных особей при выращивании на полу соотносится с большими возможностями проявления физической активности и поведенческих потребностей. В то же время, симметричные признаки чаще встречались у яичных кур-несушек. Высокий показатель числа симметричных признаков у яичной птицы, возможно, связан с более медленным ростом костей и мышц, достаточным элементарным и

аминокислотным составом рационов, меньшей массой тела. Установлено достоверное влияние факторов кросса и предприятия ($P<0,05$) на асимметрию костных структур птицы яичных кроссов. Технология содержания играла роль в изменении морфометрических признаков птицы кросса Хаббард Уайт.

Этологическая характеристика кур-несушек

Проявление поведенческих реакций птицы является важным фактором в оценке технологии. Достоверно большее количество птицы без видимых повреждений гребня было зафиксировано при клеточной технологии содержания ($P<0,001$). Наибольший процент особей (26%) со средней степенью повреждений гребня отмечали в группе предприятия №2, при этом более четырех повреждений было выявлено у 35% птицы предприятия №3 при напольном содержании.

В качестве одной из основных причин расклевов гребней и травм кур при напольном содержании можно рассматривать фиксацию курицы петухом при спаривании, а также иерархические взаимодействия (Carvalho et al., 2018).

Низкий уровень взаимодействий с человеком наблюдали у птицы мясного кросса при напольном содержании (100% боязливых особей). 85,7% несушек в условиях клеточного содержания, напротив, имели оценку 0-1 балл и контактировали с человеком достоверно чаще ($P<0,001$), что связано, очевидно, с регулярной процедурой искусственного осеменения. Отмечен низкий уровень реакции птицы на новый объект. В условиях напольной технологии содержания исследовательское поведение проявили 2-9% особей. При клеточном содержании птица практически не реагировала на новый объект. При проведении качественной оценки поведения птица на предприятии №3 в основном проявляла позитивные эмоции, независимо от технологии содержания. Однако, при напольном содержании у птицы первой исследуемой группы наблюдали негативные эмоции в 36% случаев по сравнению с предприятием №3 (1-18%). Достоверно более высокий уровень исследовательской активности проявляла птица коричневого яичного кросса на предприятии №1 ($P<0,001$). Интерес к новому объекту практически отсутствовал в других группах, где исследовательское поведение проявляли от 10 до 30% оцениваемых кур. Равную долю позитивных и негативных эмоций регистрировали в группах независимо от кросса и предприятия, хотя в ходе анализа было установлено их достоверное влияние на проявление эмоций ($P<0,05...P<0,001$). Показано влияние на поведение несушек мясного и яичных кроссов ведущих факторов, таких как «кросс», «технология содержания» и «предприятие» ($P<0,05...P<0,001$). Показано влияние кросса на степень расклева гребней ($P<0,001$), на реакцию на человека и новый объект ($P<0,01...P<0,001$), проявление нейтральных и негативных эмоций ($P<0,001$). Фактор «предприятие» влиял как на боязнь человека ($P<0,001$), так и на проявление позитивных, нейтральных и агрессивных эмоций ($P<0,05...P<0,001$).

Оценка благополучия кур-несушек

Прижизненную оценку благополучия проводили по степени видимых кожных повреждений, а также учитывали характеристику тушек при убое по степени деформации килевой кости. В условиях клеточного содержания отмечена достоверно большая частота повреждений кожи в области подмышечных впадин (30,0%), чем при напольном содержании. Килевая кость была искривлена у птицы как при напольном, так и при клеточном содержании, но больший процент (64%) деформаций регистрировали у птицы в условиях клеточного содержания ($P < 0,05$). Наименее искривленной килевая кость была у несушек предприятия №2, где доля деформаций составила всего 8%. Таким образом, установлено достоверное влияние на этот признак технологии содержания и предприятия ($P < 0,05 \dots P < 0,001$) у несушек мясного кросса.

Существенных кожных повреждений у несушек яичных кроссов в условиях клеточного содержания не выявлено. Степень повреждений кожи зависела от кросса и технологии содержания ($P < 0,01 \dots P < 0,001$). Факторы «кросс» и «предприятие» влияли на степень деформации килевой кости ($P < 0,05 \dots P < 0,001$) у яичной птицы.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена дифференциация кур-несушек на завершающем этапе продуктивного использования по уровню и изменчивости показателей биохимического и гормонального статуса, морфометрическим и этологическим признакам в связи с наследственными и технологическими факторами.
2. Технология содержания оказывает достоверное влияние на характеристики жирового и минерального обмена кур-несушек мясного кросса Хаббард Уайт. Группа клеточного содержания отличалась повышенным уровнем триглицеридов, холестерина и кальция в плазме крови, что может быть связано с менее интенсивным обменом веществ и снижением общей активности.
3. Куры-несушки мясного кросса Хаббард Уайт в большей степени подвержены хроническому стрессу, чем птица яичного кросса Хайсекс Браун. Отмечены существенные различия между прижизненным уровнем кортикостерона в группах кур клеточного содержания (Хаббард Уайт - 35,7 нг/мл; Хайсекс Браун - 6,5-15 нг/мл).
4. Отклонение распределения асимметрии парных костей кур-несушек от нормального, а также случайные проявления направленности асимметрии, вероятно, являются результатом косвенного отбора по продуктивности и влияния технологических факторов. Закономерностей в зависимости асимметрии от размера костей не выявлено.
5. Выявлено достоверное влияние кросса на коэффициенты асимметрии локтевой и лучевой костей. Различия между кроссами Хаббард Уайт и Хайсекс Браун при клеточном содержании достигали 32-33%. Достоверных различий по частоте симметричных по отдельным признакам особей не выявлено.

6. Технология содержания кур-несушек Хаббард Уайт оказывает достоверное влияние на частоту встречаемости особей с повышенным уровнем кортикостерона в плазме крови: 12,5% при напольном содержании и 50% при клеточном, а также на частоту симметричных по морфометрическим признакам особей (соответственно, 30,0% и 0%).
7. Наличие травм и повреждений, реакция кур-несушек на человека, качественная оценка поведения зависят от технологии содержания. В условиях одного и того же предприятия птица Хаббард Уайт при напольном содержании имела достоверно большую частоту расклевов, связанную, вероятно, с естественной случкой (35% против 0,0% при клеточном содержании), высокую боязнь человека (100% боязливых при 14% в клетках), но лучшую качественную оценку поведения (максимальный балл у 98,8% против 55,3% в клетке, $P<0,001$). При этом напольное содержание отличалось в лучшую сторону по состоянию кожи ($P<0,001$) и наличию деформаций килевой кости ($P<0,05$).
8. Выявлено влияние наследственности на этологические признаки и благополучие кур: куры кросса Хайсекс Уайт показали большую боязнь человека ($P<0,01$) и более низкий уровень исследовательской активности ($P<0,001$), чем птица кросса Хайсекс Браун. У кур кросса Хаббард Уайт отмечена меньшая частота деформаций килевой кости, чем у птицы яичных кроссов.
9. Острый (убойный) стресс обуславливает повышение уровня кортикостерона в плазме крови кур-несушек яичных кроссов на 8,5-82,4%, мясных кроссов - на 54,0-74,2%. Снижение реакции на острый стресс у кур-несушек яичного кросса Хайсекс Браун на предприятии №1, вероятно, связано с повышенным фоновым уровнем стресса по сравнению с предприятием №2 (уровень кортикостерона выше на 56%, триглицериды, холестерин, общий белок - на 22,5-67,0%).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Использовать характеристики биохимического и гормонального статуса в качестве референсных значений для кур-несушек яичных и мясных кроссов при напольном и клеточном содержании.
2. Учитывать при производственном использовании боязливость кур яичного кросса Хайсекс Уайт, а также чувствительность кур-несушек мясного кросса Хаббард Уайт к клеточному содержанию.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах из Перечня ВАК РФ:

1. Реакция кур-несушек мясного кросса на хронический стресс в условиях разных технологий содержания / К.В. Жучаев, **Л.И. Сулимова**, М.Л. Кочнева, А.А. Савельев, Е.А. Новиков, Е.Ю. Кондратюк, Л.И. Лисунова // Генетика и разведение животных. – 2019. – №2. – С. 121-128.
2. Реакция кур-несушек яичного кросса на хронический и убойный стресс / К.В. Жучаев, **Л.И. Сулимова**, М.Л. Кочнева, А.А. Савельев, Е.А. Новиков,

Е.Ю. Кондратюк, Л.И. Лисунова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 238. – №2. – С. 76-81.

3. Этологическая оценка благополучия кур мясного кросса в условиях промышленной технологии содержания / **Л.И. Сулимова**, К.В. Жучаев, М.Л. Кочнева, А.А. Савельев, Ю.С. Рогачева, А.С. Вицинский // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 238. – №2. – С. 195-199.

В других изданиях:

4. Оценка гомеостаза кур яичного кросса в условиях клеточной технологии содержания / **Л.И. Сулимова**, К.В. Жучаев, Р.Ю. Лутковский, Е.А. Утемова // Теория и практика современной аграрной науки: сборник национальной (Всероссийской) научной конференции (20 февраля 2018 г.). – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2018. – С. 348-351.
5. **Сулимова, Л.И.** Асимметрия билатеральных признаков у кур-несушек, как индикатор благополучия популяции / Л.И. Сулимова, К.В. Жучаев // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей XI Международной научно – практической конференции (04 – 05 февраля 2016 г.): в 3 кн. – Барнаул: АГАУ, 2016. – Кн.3. – С. 186-187.
6. **Сулимова, Л.И.** Внутрипопуляционная изменчивость по параметрам флуктуирующей асимметрии у кур-несушек / Л.И. Сулимова // Материалы 54 Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: сельское хозяйство (16 – 20 апреля 2016 г.). – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2016. – С. 60.
7. **Сулимова, Л.И.** Оценка благополучия кур-несушек яичного кросса в условиях промышленной технологии / Л.И. Сулимова, К.В. Жучаев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции (20 декабря 2018 г.). – Новосибирск: НГАУ, 2018. – С. 406-409.
8. **Сулимова, Л.И.** Флуктуирующая асимметрия анатомических структур кур-несушек, как характеристика благополучия популяции / Л.И. Сулимова, К.В. Жучаев // Труды научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета Новосибирского государственного аграрного университета: сборник трудов конференции научного общества студентов и аспирантов БТФ (16 января 2016г.). – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2016. – С. 13-15.
9. **Sulimova, L.** The Fluctuating Asymmetry / L. Sulimova // Progress through innovations: тезисы научно-практической конференции аспирантов и магистрантов (01 января – 31 декабря 2015 г.). – Новосибирск: НГТУ, 2015. – Р. 121.