

Влияние снижения относительной влажности воздуха в период выращивания бройлеров на показатели иммунитета и продуктивности

В. Ю. Морозов¹, К. А. Калиткина^{1✉}, Р. О. Колесников¹

¹ Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

✉ E-mail: kalitkina.xeniya@gmail.com

Аннотация. Неудовлетворительный микроклимат в птицеводческих помещениях способствует нанесению ущерба в виде снижения среднесуточного привеса у бройлеров на 10 %. Цель исследования – изучить влияние относительной влажности при одинаковом температурном режиме на показатели иммунитета и продуктивности бройлеров кросса Росс-308. **Методы исследования.** Эксперимент был проведен на цыплятах-бройлерах кросса Росс-308 до 35-дневного возраста. В группе II период 0–1 сутки выращивания бройлеров показатели относительной влажности были меньше нижней границы нормы на 10 %, в периоды 5–7, 11–16, 20–22 и 26–35 суток данные показатели были меньше нижней границы нормы на 5 %. В группе I все показатели соответствовали рекомендованным. Определяли бактерицидную активность сыворотки крови методом И. М. Карпуть, лизоцимную активность – нефелометрическим методом по В. Г. Дорофейчуку. **Результаты.** В результате исследования установлено, что снижение изменение показателей относительной влажности воздуха отрицательно влияло на иммунитет: снижалась бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови. Так, на 21-е сутки показатель БАСК цыплят-бройлеров во II группе был ниже на 14,2 % ($P \leq 0,05$) в сравнении с I группой. В трехнедельном возрасте ЛАСК цыплят II группы была ниже на 14,3 % ($P \leq 0,05$) по отношению контрольной группы. Также снижалась продуктивность птиц до 13,70 % по отношению к контролю. **Научная новизна.** Нами впервые показано, что снижение показателей относительной влажности воздуха при содержании бройлеров кросса Росс-308 в период 0–1 сутки выращивания на 10 % относительно нижней границы нормы, в периоды 5–7, 11–16, 20–22 и 26–35 суток – на 5 % при соблюдении рекомендованных параметров температуры оказывает отрицательное воздействие на иммунитет.

Ключевые слова: бройлер, микроклимат, температурно-влажностный режим, содержание, иммунитет.

Для цитирования: Морозов В. Ю., Калиткина К. А., Колесников Р. О. Влияние снижения относительной влажности воздуха в период выращивания бройлеров на показатели иммунитета и продуктивности // Аграрный вестник Урала. 2023. № 03 (232). С. 43–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-43-51.

Дата поступления статьи: 09.12.2022, **дата рецензирования:** 16.01.2023, **дата принятия:** 27.01.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время в связи с интенсивной технологией выращивания кур промышленных кроссов возникает потребность совершенствования технологии их содержания. Неудовлетворительный микроклимат в птицеводческих помещениях способствует нанесению ущерба в виде снижения среднесуточного привеса у бройлеров на 10 %.

Основными показателями микроклимата на птицефабриках являются температура, влажность, качественный состав и скорость движения воздушных масс, состояние подстилки, освещенность и т. п. Так, например, особое влияние имеет тепловой стресс, он особенно пагубен для птицеводства.

Известно, что тепловой стресс способствует возникновению патологических изменений в период онтогенеза птиц [1]. В последнее десятилетие в результате проведенных экспериментов получена обобщенная схема действия различных температур на организм птицы. Когда температура окружающей среды повышается, выходя за пределы термонейтральной зоны, срабатывают механизмы рассеивания тепла (учащенное дыхание и частота сердечных сокращений) и, как следствие, возрастают требования к системе содержания птиц. Несмотря на гомеотермичность, сельскохозяйственная птица особенно чувствительна к тепловому стрессу из-за филогенетического отсутствия потовых желез, а

также вызванного искусственным отбором увеличения скорости метаболизма и ограниченного развития сердечно-сосудистой и дыхательной систем [2]. Клинические признаки и последствия теплового стресса многогранны и включают изменения в поведении (например, вялость, снижение потребления корма и затрудненное дыхание), метаболизме (например, катаболическое состояние, накопление жира и уменьшение прироста скелетных мышц), общем гомеостазе (например, алкалоз, гормональный дисбаланс, иммунодефицит, воспаление и окислительный стресс) и функции желудочно-кишечного тракта (например, расстройства пищеварения и всасывания, энтерит, нарушение парацеллюлярного барьера и дисбактериоз) [3]. Теловой стресс обычно наиболее актуален для поголовья домашней птицы, выращенного в тропических и субтропических регионах мира. Однако в результате глобального потепления высокие температуры окружающей среды стали широкомасштабной проблемой, которая серьезно угрожает производителям мяса и яиц птицы, расположенным и в районах с умеренным климатом [4]. Аналогичным образом требования к системе содержания возрастают также в холодную погоду, поскольку птицам необходимо вырабатывать тепло для поддержания температуры тела. Доказано, что холодовой стресс значительно снижает показатели роста цыплят-бройлеров, в результате нарушается барьерная функция кишечника, может произойти усиленная бактериальная транслокация патогенов [5]. Продемонстрировано на фоне холодowego стресса изменение экспрессии гена аденозинмонофосфат-активируемой протеинкиназы (AMPK), которая является ключевым энергетическим сенсором, регулирующим энергетический баланс и участвующим в регуляции энергетического гомеостаза птиц [6]. Нормальная температура тела цыплят колеблется в диапазоне от 41 до 42 °С, в то время как их зона теплового комфорта находится в пределах 19–31 °С в зависимости от периода выращивания. Измерение различных физиологических параметров крови, таких как уровень глюкозы в крови, параметры кислотно-щелочного баланса и другие, так же как и зоотехнических параметров продуктивности, может дать представление о степени стресса, испытываемого птицами во время изменения данных факторов.

Баланс возможен только в среде, характеризующейся взаимодействием многих факторов, ключевыми из которых являются температура окружающей среды и влажность [7]. Температурно-влажностный индекс использовался для оценки влияния условий окружающей среды на механизмы терморегуляции животных и птиц с целью предотвращения температурного стресса. Как температура окружающей среды, так и относительная влажность используются в качестве переменных для расчета

значений данного индекса. Оказалось, что температура вносит больший вклад в значения индекса, чем влажность, однако влажность также имеет большое значение. Поэтому при выборе наиболее рационального диапазона температур на птицефабрике необходимо учитывать значения относительной влажности воздуха [8]. Куры-несушки считаются более уязвимыми к тепловому стрессу, чем бройлеры, из-за их длительного производственного цикла – до 74 недель. Поэтому большая часть исследований в данном направлении проведена на яичной птице. При проведении исследований на несушках показано [9], что даже при нормальных значениях температуры, в случае если уровень относительной влажности будет ниже рекомендованных значений, у птиц может начаться обезвоживание, которое приведет к ухудшению зоотехнических показателей. Тем не менее при проектировании птичников показателем относительной влажностью часто пренебрегают, поскольку трудно контролировать относительную влажность в производственных условиях. Исходя из этого целесообразно дальнейшее проведение исследований в данном направлении на мясном поголовье птиц. Поэтому мы выдвинули гипотезу, что одни и те же значения температуры при различных значениях относительной влажности будут по-разному влиять на птиц в отношении продуктивности и иммунитета.

Изменения в зоотехнических показателях и в физиологии крови птиц могут указывать на то, что они подвергались стрессам, вызванным параметрами микроклимата, включая температуру и влажность воздуха. Вне зоны комфорта происходит снижение продуктивных, репродуктивных и резистентных качеств организма, а экстремум за пределами этой зоны может привести к летальному исходу.

Целью исследования было изучить влияние относительной влажности при одинаковом температурном режиме на показатели иммунитета и продуктивности бройлеров кросса Росс-308.

Методология и методы исследования (Methods)

Эксперимент проводили в виварии. Цыплят-бройлеров кросса Росс-308 выращивали на подстилке (опилки 30–40 мм) до 35-дневного возраста, были отобраны клинически здоровые птицы в количестве 50 голов в каждой группе.

Уровень температуры окружающей среды в обеих группах соответствовал рекомендациям для содержания бройлеров от компаний Aviagen и Hubbard [10]. Параметры относительной влажности в контрольной группе поддерживались на уровне рекомендованных (таблица 1). В опытной группе параметры относительной влажности не соответствовали рекомендованным в некоторые периоды содержания. В период 0–1 сутки выращивания бройлеров показатели относительной влажности были меньше нижней границы нормы на 10 %, в

периоды 5–7, 11–16, 20–22 и 26–35 суток показатели относительной влажности были меньше нижней границы нормы на 5 %.

Опытная и контрольная группы формировались по методике ВНИИТИП по принципу аналогов методом случайной выборки с использованием шкалы оценки качества суточного молодняка сельскохозяйственной птицы «Оптистарт».

Кормление птицы осуществлялось вволю гранулированными комбикормами с учетом требований фирмы «Авиаген»:

– «Старт» (крупка, 0–14 дней): пшеница, кукуруза, жмых соевый, шрот подсолнечный, масло, премикс 1 % для птицы, монокальций фосфат, ферменты и фитаза, пробиотик;

– «Рост» (крупка, 15–28 дней): пшеница, кукуруза, жмых соевый, шрот подсолнечный, дрожжи, масло, премикс 1 % для птицы, монокальций фосфат, ферменты и фитаза, пробиотик;

– «Финиш» (гранулы, 29–42 дня): пшеница, кукуруза, ячмень, шрот подсолнечный, дрожжи, горох, масло, премикс 1 % для птицы, монокальций фосфат, ферменты и фитаза, пробиотик.

За сутки до посадки цыплят-бройлеров кросса Росс-308 в боксах произведена россыпь подстилки из расчета 2 кг/м² толщиной 3 см (РД-АПК), создание необходимой температуры, проверка работы технологического оборудования, заполнение системы поения и кормления.

Результаты исследований были получены с использованием биохимических и зоотехнических анализов. При определении бактерицидной активности сыворотки крови использовали методику И. М. Карпуть. Лизоцимную активность в сыворотке крови устанавливали нефелометрическим методом по В. Г. Дорофейчуку. В основе данного метода лежит свойство лизоцима изменять степень пропускания света микробной взвеси *Micrococcus*

Таблица 1
Температурно-влажностный режим выращивания бройлеров кросса Росс-308 в контрольной и опытной группе

Возраст, дней	Нормативный показатель		Группа I (контроль) n = 50		Группа II (опыт) n = 50	
	Температура, °C	ОВ, %	Температура, °C	ОВ, %	Температура, °C	ОВ, %
0–1	29,2–31,0	60–70	30,5	60	31,2	50*
2–4	27,3–28,9	60–70	27,9	65	28,9	60
5–7	26,0–27,7	60–70	26,8	65	27,7	55*
8–10	25,0–26,7	60–70	26,0	65	26,7	60
11–13	24,0–25,7	60–70	25,1	60	25,7	55*
14–16	23,0–24,8	60–70	23,9	65	24,8	55*
17–19	21,9–23,6	60–70	22,7	65	23,6	60
20–22	21,3–22,7	60–70	21,8	65	22,7	55*
23–25	20,2–21,7	60–70	21,0	65	21,7	60
26–35	19,3–20,7	60–70	19,9	65	20,7	55*

Примечание. * Отклонения от нормативных показателей в опытной группе.

Table 1
Temperature and humidity regime of growing broilers of the Ross-308 cross in the control and experimental group

Age, days	Standard indicator		Group I (control) n = 50		Group II (experience) n = 50	
	Temperature, °C	RH, %	Temperature, °C	RH, %	Temperature, °C	RH, %
0–1	29.2–31.0	60–70	30.5	60	31.2	50*
2–4	27.3–28.9	60–70	27.9	65	28.9	60
5–7	26.0–27.7	60–70	26.8	65	27.7	55*
8–10	25.0–26.7	60–70	26.0	65	26.7	60
11–13	24.0–25.7	60–70	25.1	60	25.7	55*
14–16	23.0–24.8	60–70	23.9	65	24.8	55*
17–19	21.9–23.6	60–70	22.7	65	23.6	60
20–22	21.3–22.7	60–70	21.8	65	22.7	55*
23–25	20.2–21.7	60–70	21.0	65	21.7	60
26–35	19.3–20.7	60–70	19.9	65	20.7	55*

Note. * Deviations from the standard indicators in the experimental group.

lysodeikticus под влиянием введения испытуемой жидкости по сравнению с исходной микробной взвесью. Математическую и статистическую обработку результатов осуществляли методом многофакторного дисперсионного анализа (multifactor ANalysis Of VAriance, ANOVA) в программах Microsoft Excel XP/2003, R-Studio (Version 1.1.453). Результаты представлены как средние значения (M) и стандартные ошибки средних ($\pm SEM$). Достоверность различий устанавливали по t -критерию Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $P \leq 0,05$.

Результаты (Results)

Как было отмечено выше, при выборе наиболее рационального диапазона температур необходимо учитывать значения относительной влажности воздуха.

При проведении опыта нами было исследовано влияние отклонений относительной влажности воздуха на 5–10 % на некоторых этапах выращивания птиц от рекомендованных параметров микроклимата на показатели бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови птиц в сравнении с контролем, где не соблюдались точные параметры (рис. 1).

В результате проведенного опыта было отмечено ухудшение показателей иммунитета бройлеров при ухудшении показателей микроклимата (снижении уровня относительной влажности на 5–10 % на некоторых этапах выращивания) птицеводческих помещений.

Известно, что гуморальным фактором защиты (БАСК, ЛАСК) в поддержании неспецифической резистентности организма принадлежит важная роль. Эти врожденные факторы иммунитета выполняют функции нейтрализации и лизиса чужеродных тел. Из полученных нами данных можно сделать вывод, что на 21-е сутки опыта показатель бактерицидной активности сыворотки крови цыплят-бройлеров во II группе был ниже на 14,2 % ($P \leq 0,05$) в сравнении с I группой (таблица 2). БАСК служит интегрированным выражением противомикробных свойств гуморального звена неспецифического иммунитета. Этот показатель отражает функционирование всего комплекса механизмов естественного иммунитета: система комплемента, пропердина, иммуноглобулинов, лизоцима, протеасом, С-реактивного белка, бактериоцинов и др.

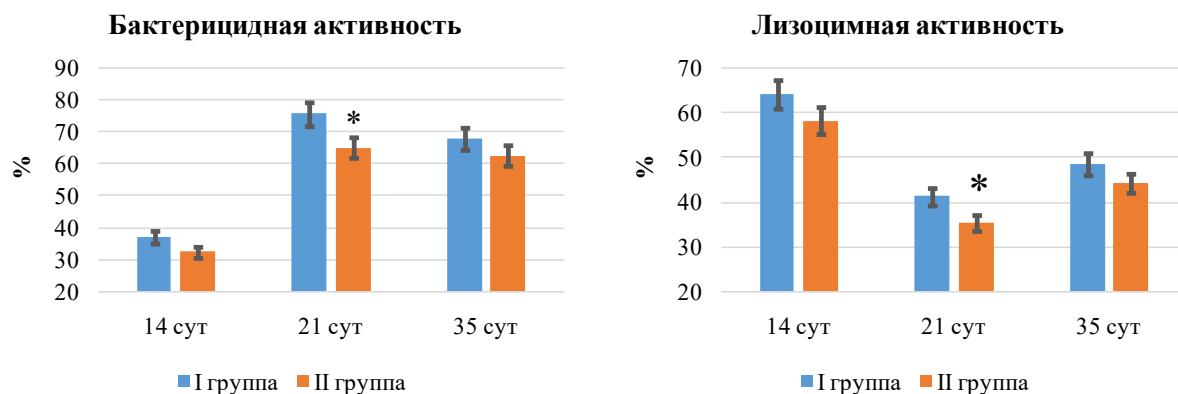


Рис. 1. Влияние микроклимата на бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови ($M \pm m$) цыплят-бройлеров кросса Росс-308 контрольной и опытной групп. $P \leq 0,05$ при сравнении опытной группы с контрольной

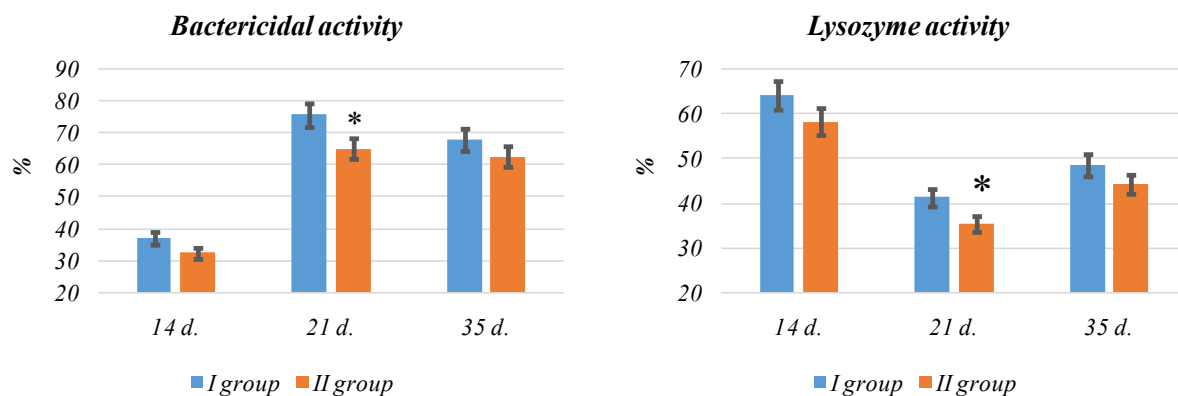


Fig. 1. Influence of the microclimate on the bactericidal and lysozyme activity of blood serum ($M \pm m$) in Ross-308 broiler chickens of the control and experimental groups. * $P \leq 0.05$ when comparing the experimental group with the control

Таблица 2

Влияние микроклимата на продуктивность бройлеров контрольной и опытной группы ($M \pm m$)

Показатель	Возраст бройлеров, сут.	Группа I (контроль)	Группа II (опыт)
Живая масса, г	0	37,7 ± 0,12	37,5 ± 0,15
	7	255,3 ± 4,32	251,3 ± 2,43
	14	476,7 ± 8,41	444,8 ± 9,91*
	21	916,6 ± 15,30	858,5 ± 19,17*
	28	1 603,5 ± 27,05	1 472,7 ± 39,00*
	35	2 233,1 ± 43,15	1 968,1 ± 32,80*
Валовый абсолютный прирост, г	0–7	7 614,0	7 483,0
	0–14	15 363,0	14 255,9
	0–21	30 761,8	28 736,4
	0–28	54 802,8	50 231,8
	0–35	76 838,1	67 570,4
Абсолютный прирост, г			2 195,4
Среднесуточный прирост, г			62,7
Валовая живая масса, г	0	1 319,6	1 311,5
	7	8 933,6	8 794,5
	14	16 682,6	15 567,4
	21	32 081,4	30 047,9
	28	56 122,4	51 543,3
	35	78 157,7	68 881,9

Примечание. $P \leq 0,05$ при сравнении опытной группы с контрольной.

Table 2

Influence of the microclimate on the productivity of broilers of the control and experimental groups ($M \pm m$)

Indicator	Age of broilers, days	Group I (control)	Group II (experience)
Live weight, g	0	37.7 ± 0.12	37.5 ± 0.15
	7	255.3 ± 4.32	251.3 ± 2.43
	14	476.7 ± 8.41	444.8 ± 9.91*
	21	916.6 ± 15.30	858.5 ± 19.17*
	28	1 603.5 ± 27.05	1 472.7 ± 39.00*
	35	2 233.1 ± 43.15	1 968.1 ± 32.80*
Gross absolute growth, g	0–7	7614.0	7 483.0
	0–14	15 363.0	14 255.9
	0–21	30 761.8	28 736.4
	0–28	54 802.8	50 231.8
	0–35	76 838.1	67 570.4
Absolute growth, g			2195.4
Average daily gain, g			62.7
Gross live weight, g	0	1 319.6	1 311.5
	7	8 933.6	8 794.5
	14	16 682.6	15 567.4
	21	32 081.4	30 047.9
	28	56 122.4	51 543.3
	35	78 157.7	68 881.9

Note. $P \leq 0.05$ when comparing the experimental group with the control.

При исследовании показателей лизоцимной активности сыворотки крови в трехнедельном возрасте лизоцимная активность сыворотки крови цыплят II группы была ниже на 14,3 % ($P \leq 0,05$) по отношению к контрольной группе. Лизоцим – это наиболее распространенный и часто изучаемый параметр при исследовании иммунологического статуса. Лизоцим представляет собой белок (мурамидаза, или гидролаза N-ацетилмураминовой кислоты E.C. 3.2.1.17) с массой 14 кДа [11]. Он относится к естественным защитным факторам организма и играет большую роль в борьбе против инвазивности многих микробов. Лизоцим имеет антибактериальную, противовирусную, противогрибковую, противовоспалительную, противоопухолевую и иммуномодулирующую активность. Антибактериальное действие лизоцима особенно эффективно против грамположительных бактерий из-за его способности гидролизовать β -1,4-гликозидную связь, присутствующую в полисахаридном слое клеточных стенок этих бактерий.

Вероятно, резкое снижение иммунитета в возрасте 3 недель обусловлено тем, что до этого момента важную роль в защите цыплят от внешних воздействий играют материнские антитела [12]. Наличие материнских антител в возрасте 2 недель препятствовало резкому снижению иммунитета под влиянием теплового стресса [13]. В настоящее время признано, что материнские антитела могут влиять на фенотип развивающегося потомства, оказывая серьезное влияние на взаимосвязь между генотипом и устойчивостью к заболеваниям. У птиц большинство веществ передается потомству через желток, когда яйцо находится в процессе оогенеза до добавления других компонентов яйца, таких как белок и скорлупа. Перенос защитных антител может быть вызван вакцинацией матери, что было использовано в качестве стратегии защиты молодняка от инфекционной бурсальной болезни у цыплят. Кроме того, после острой инфекции матери клетки, продуцируемые первичным иммунным ответом, сохраняются как клетки памяти, позволяющие быстро вырабатывать дополнительные антитела, которые будут вырабатываться в случае повторного заражения, а также передаваться потомству.

Важно, что снижение уровней БАСК и ЛАСК в нашем эксперименте может привести к повышению восприимчивости к инфекционным заболеваниям.

Из приведенных нами данных следует, что биохимические показатели крови бройлеров зависели от возраста птиц и применения температурно-влажностных режимов. При изменении параметров относительной влажности воздуха ухудшались показатели естественной резистентности птиц, что свидетельствует о взаимовлиянии температуры и влажности и возникновении теплового стресса у

птиц при снижении влажности на 5–10 % при оптимальных температурных параметрах. Приведенные нами данные согласуются с исследованиями, проведенными ранее В. Г. Семеновым. Так, у бройлеров, которые подвергались тепловому стрессу, снижался иммунитет, в результате чего они становились более восприимчивыми к патогенам, таким как кокцидии, вызывающие некротический энтерит. Также тепловой стресс приводил к снижению относительной массы органов иммунитета – тимуса, сумки фабрициуса и селезенки, которые подверглись окислительному повреждению.

Основной показатель проведенных испытаний – продуктивность, характеристики которой определяются максимальными привесами живой массы мясных пород кросса Росс-308. Темпы роста коммерческих цыплят-бройлеров высоки. Однако оптимальный рост птицы может иметь место только тогда, когда она выращивается в благоприятных условиях микроклимата.

Результаты исследований по изучению влияния микроклимата на продуктивность бройлеров представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 можно заключить, что на 14-е сутки отмечена закономерность к снижению живой массы цыплят II группы на 6,7 % по сравнению с группой I ($P \leq 0,05$), а в возрасте 21 суток их живая масса была меньше на 6,3 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с I группой.

На 28-е и 35-е сутки живая масса цыплят-бройлеров II группы была ниже на 8,2 % ($P \leq 0,05$) и 11,9 % ($P \leq 0,05$) в сравнении с контрольной группой соответственно.

Отметим, что в I группе генетический потенциал птицы по убойной живой массе реализован на высоком уровне – 102,40 % при норме 2144 г. Ранее на примере кур-несушек показано, что неблагоприятные условия окружающей среды, приводящие к тепловому стрессу, ухудшают яйценоскость и качество яичной скорлупы, что приводит к значительным экономическим потерям в мировой яичной промышленности [14]. Было установлено, что у кур-несушек, подвергшихся тепловому стрессу, снижается потребление корма, чтобы минимизировать выделение тепла и изменяется кровоток от органов к поверхности тела для рассеивания ощутимого тепла [15]. Кроме того, тепловой стресс ухудшает функцию яичников, отрицательно сказываясь на массе яичников и количестве крупных фолликулов, снижает концентрацию минералов в плазме, включая кальций, магний и фосфор [16].

Анализ полученных результатов исследований позволяет сделать заключение, что отклонение оптимального режима относительной влажности оказало негативное влияние на продуктивность бройлеров кросса Росс-308.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результате проведенных опытов установлено, что бройлеры могут испытывать стресс разной интенсивности при одинаковых условиях температуры и относительной влажности воздуха. Так, снижение показателей относительной влажности воздуха при содержании бройлеров кросса Росс-308 в период 0–1 сутки выращивания на 10 % относительно нижней границы нормы, в периоды 5–7, 11–16, 20–22 и 26–35 суток – на 5 % при соблюдении рекомендованных параметров температуры оказывает отрицательное воздействие на иммунитет: снижает бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови, которая представляет собой отражение работы неспецифического гуморального иммунитета. При создании таких условий микроклимата снижается продуктивность птиц до 13,70 % по отношению к контролю. Это свидетельствует о взаимовлиянии температуры и влажности при содержании птиц и возникновении теплового стресса

при снижении влажности на 5–10 % при оптимальных температурных параметрах.

Поэтому можно сделать вывод, что для достижения максимального раскрытия генетического потенциала и получения наивысшей прибыли от ведения птицеводства рекомендуется учитывать показатели не только температуры воздуха, но и его относительной влажности. Поэтому, следуя рекомендациям, необходимо постоянно следить за состоянием поголовья и вовремя корректировать микроклимат. Наши результаты могут помочь разработать технические рекомендации по контролю температуры и влажности окружающей среды при проектировании «интеллектуальных» птицеводческих хозяйств на основе информационно-коммуникационных технологий.

В дальнейшем будет интересно оценить влияние параметров микроклимата (прежде всего влажности) при различных рационах кормления, введения лекарственных веществ и кормовых добавок.

Библиографический список

1. Gicheha M. G. The Effects of Heat Stress on Production, Reproduction, Health in Chicken and Its Dietary Amelioration // *Advances in Poultry Nutrition Research*. 2021. DOI: 10.5772/intechopen.97284.
2. Gonzalez-Rivas P. A., Chauhan S. S., Ha M., Fegan N., Dunshea F. R., Warner R. D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review // *Meat science*. 2020. No. 162. Article number 108025. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.108025.
3. Brugaletta G., Teyssier J. R., Rochell S. J., Dridi S., Sirri F. A review of heat stress in chickens. Part I: Insights into physiology and gut health // *Frontiers in physiology*. 2022. No. 13. Article number 934381. DOI: 10.3389/fphys.2022.934381.
4. Rostagno M. H. Effects of heat stress on the gut health of poultry // *Journal of animal science*. 2020. No. 98 (4). Article number skaa090. DOI: 10.1093/jas/skaa090.
5. Ricke S. C., Dawoud T. M., Kim S. A., Park S. H., Kwon Y. M. Salmonella Cold Stress Response: Mechanisms and Occurrence in Foods // *Advances in applied microbiology*. 2018. No. 104. Pp. 1–38. DOI: 10.1016/bs.aambs.2018.03.001.
6. Zhou H. J., Kong L. L., Zhu L. X., Hu X. Y., Busye J., Song Z. G. Effects of cold stress on growth performance, serum biochemistry, intestinal barrier molecules, and adenosine monophosphate-activated protein kinase in broilers // *Animal*. 2021. No. 15 (3). Article number 100138. DOI: 10.1016/j.animal.2020.100138.
7. Sztandarski P., Marchewka J., Wojciechowski F., Riber A. B., Gunnarsson S., Horbańczuk J. O. Associations between weather conditions and individual range use by commercial and heritage chickens // *Poultry science*. 2021. No. 100 (8). Article number 101265. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101265.
8. Goel A. Heat stress management in poultry // *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2021. No. 105(6). Pp. 1136–1145. DOI: 10.1111/jpn.13496.
9. Kim D. H., Lee Y. K., Kim S. H., Lee K. W. The Impact of Temperature and Humidity on the Performance and Physiology of Laying Hens // *Animals (Basel)*. 2020. No. 11 (1). Article number 56. DOI: 10.3390/ani11010056.
10. Бройлер. Руководство по выращиванию [Электронный ресурс]. URL: https://www.winmixsoft.com/files/info/HUBBARD_rus.pdf (дата обращения: 25.11.2022).
11. Ferraboschi P., Ciceri S., Grisenti P. Applications of Lysozyme, an Innate Immune Defense Factor, as an Alternative Antibiotic // *Antibiotics (Basel)*. 2021. No. 10 (12). Article number 1534. DOI: 10.3390/antibiotics10121534.
12. Song B., Tang D., Yan S., Fan H., Li G., Shahid M. S., Mahmood T., Guo Y. Effects of age on immune function in broiler chickens // *Journal of animal science and biotechnology*. 2021 No. 12 (1). Article number 42. DOI: 10.1186/s40104-021-00559-1.
13. Ismiraj M. R., Arts J. A. J., Parmentier H. K. Maternal Transfer of Natural (Auto-) Antibodies in Chickens // *Poultry science*. 2019. No. 98 (6). Pp. 2380–2391. DOI: 10.3382/ps/pez017.
14. Wang S., Mahfuz S., Song H. Effects of Flammulina velutipes stem base on microflora and volatile fatty acids in caecum of growing layers under heat stress condition // *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2019. No. 21 (4). DOI: 10.1590/1806-9061-2019-0989.

15. Barrett N. W., Rowland K., Schmidt C. J., Lamont S. J., Rothschild M. F., Ashwell C. M., Persia M. E. Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens // Poultry science. 2019. No. 98. Pp. 6684–6692. DOI: 10.3382/ps/pez541.
16. Kim D. H., Lee Y. K., Lee S. D., Kim S. H., Lee S. R., Lee H. G., Lee K. W. Changes in production parameters, egg qualities, fecal volatile fatty acids, nutrient digestibility, and plasma parameters in laying hens exposed to ambient temperature. Front // Frontiers in Veterinary Science. 2020. No. 7. Article number 412. DOI: 10.3389/fvets.2020.00412.

Об авторах:

Виталий Юрьевич Морозов¹, доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой крупного животноводства, ORCID 0000-0002-3688-1546, AuthorID 387972; supermoroz@mail.ru

Ксения Андреевна Калиткина¹, аспирант факультета зооинженерии и биотехнологий, ORCID 0000-0002-9541-6839, AuthorID 1178935; +7 988 627-33-85, kalitkina.xeniya@gmail.com

Роман Олегович Колесников¹, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры крупного животноводства, ORCID 0000-0002-2760-4141, AuthorID 786457; roman-koles@bk.ru

¹ Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

The effect of a decrease in relative humidity during the growing of broilers on immunity and productivity indicators

V. Yu. Morozov¹, K. A. Kalitkina¹✉, R. O. Kolesnikov¹

¹ Saint Petersburg State Agricultural University, Saint Petersburg, Pushkin, Russia

✉E-mail: kalitkina.xeniya@gmail.com

Abstract. An unsatisfactory microclimate in poultry premises contributes to damage in the form of a decrease in the average daily gain of broilers by 10 %. **Purpose of research** is to study the effect of relative humidity at the same temperature regime on the immunity and productivity of broilers of the Ross-308. **Research methods.** The experiment was carried out on broiler chickens of the cross Ross-308 up to 35 days of age. In group II, period 0–1 days of growing broilers, the relative humidity indicators were less than the lower limit of the norm by 10 %, in periods 5–7, 11–16, 20–22 and 26–35 days, the relative humidity indicators were less than the lower limit of the norm by 5 %. In group I, all indicators were recommended as recommended. The bactericidal activity of blood serum was determined by the method of I. M. Karput, lysozyme activity was determined by the nephelometric method according to V. G. Dorofeychuk. **Results.** As a result of the study, it was found that a decrease in the change in relative air humidity had a negative effect on immunity: the bactericidal and lysozyme activity of blood serum decreased. So, on the 21st day, the indicator of bactericidal activity of blood serum of broiler chickens in group II was lower by 14.2 % ($P \leq 0.05$) compared to group I. At 3 weeks of age, the lysozyme activity of the blood serum of chickens of group II was lower by 14.3 % ($P \leq 0.05$) compared to the control group. The productivity of birds also decreased to 13.70 % in relation to the control. **Scientific novelty.** For the first time, we have shown that a decrease in the indicators of relative air humidity at the content of Ross-308 cross broilers during the period of 0–1 days of cultivation by 10 % relative to the lower limit of the norm, during the periods of 5–7, 11–16, 20–22 and 26–35 days – by 5 %, subject to the recommended temperature parameters, has a negative effect on immunity. **Keywords:** broiler, microclimate, temperature and humidity regime, maintenance, immunity.

For citation: Morozov V. Yu., Kalitkina K. A., Kolesnikov R. O. Vliyanie snizheniya otnositel'noy vlazhnosti vozdukhа v period vyrashchivaniya broylerov na pokazateli immuniteta i produktivnosti [The effect of a decrease in relative humidity during the growing of broilers on immunity and productivity indicators] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 03 (232). Pp. 43–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-43-51. (In Russian.)

Date of paper submission: 09.12.2022, **date of review:** 16.01.2023, **date of acceptance:** 27.01.2023.

References

1. Gicheha M. G. The Effects of Heat Stress on Production. Reproduction. Health in Chicken and Its Dietary Amelioration // Advances in Poultry Nutrition Research. 2021. DOI: 10.5772/intechopen.97284.

2. Gonzalez-Rivas P. A., Chauhan S. S., Ha M., Fegan N., Dunshea F. R., Warner R. D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review // *Meat science*. 2020. No. 162. Article number 108025. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.108025.
3. Brugaletta G., Teyssier J. R., Rochell S. J., Dridi S., Sirri F. A review of heat stress in chickens. Part I: Insights into physiology and gut health // *Frontiers in physiology*. 2022. No. 13. Article number 934381. DOI: 10.3389/fphys.2022.934381.
4. Rostagno M. H. Effects of heat stress on the gut health of poultry // *Journal of animal science*. 2020. No. 98 (4). Article number skaa090. DOI: 10.1093/jas/skaa090.
5. Ricke S. C., Dawoud T. M., Kim S. A., Park S. H., Kwon Y. M. Salmonella Cold Stress Response: Mechanisms and Occurrence in Foods // *Advances in applied microbiology*. 2018. No. 104. Pp. 1–38. DOI: 10.1016/bs.aambs.2018.03.001.
6. Zhou H. J., Kong L. L., Zhu L. X., Hu X. Y., Busye J., Song Z. G. Effects of cold stress on growth performance, serum biochemistry, intestinal barrier molecules, and adenosine monophosphate-activated protein kinase in broilers // *Animal*. 2021. No. 15 (3). Article number 100138. DOI: 10.1016/j.animal.2020.100138.
7. Sztandarski P., Marchewka J., Wojciechowski F., Riber A. B., Gunnarsson S., Horbańczuk J. O. Associations between weather conditions and individual range use by commercial and heritage chickens // *Poultry science*. 2021. No. 100 (8). Article number 101265. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101265.
8. Goel A. Heat stress management in poultry // *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2021. No. 105(6). Pp. 1136–1145. DOI: 10.1111/jpn.13496.
9. Kim D. H., Lee Y. K., Kim S. H., Lee K. W. The Impact of Temperature and Humidity on the Performance and Physiology of Laying Hens // *Animals (Basel)*. 2020. No. 11 (1). Article number 56. DOI: 10.3390/ani11010056.
10. Broiler. Rukovodstvo po vyrashchivaniyu [Broiler. Growing Guide] [e-resource]. URL: https://www.winmix-soft.com/files/info/HUBBARD_rus.pdf (date of reference: 25.11.2022). (In Russian.)
11. Ferraboschi P., Ciceri S., Grisenti P. Applications of Lysozyme, an Innate Immune Defense Factor, as an Alternative Antibiotic // *Antibiotics (Basel)*. 2021. No. 10 (12). Article number 1534. DOI: 10.3390/antibiotics10121534.
12. Song B., Tang D., Yan S., Fan H., Li G., Shahid M. S., Mahmood T., Guo Y. Effects of age on immune function in broiler chickens // *Journal of animal science and biotechnology*. 2021 No. 12 (1). Article number 42. DOI: 10.1186/s40104-021-00559-1.
13. Ismiraj M. R., Arts J. A. J., Parmentier H. K. Maternal Transfer of Natural (Auto-) Antibodies in Chickens // *Poultry science*. 2019. No. 98 (6). Pp. 2380–2391. DOI: 10.3382/ps/pez017.
14. Wang S., Mahfuz S., Song H. Effects of *Flammulina velutipes* stem base on microflora and volatile fatty acids in caecum of growing layers under heat stress condition // *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2019. No. 21 (4). DOI: 10.1590/1806-9061-2019-0989.
15. Barrett N. W., Rowland K., Schmidt C. J., Lamont S. J., Rothschild M. F., Ashwell C. M., Persia M. E. Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens // *Poultry science*. 2019. No. 98. Pp. 6684–6692. DOI: 10.3382/ps/pez541.
16. Kim D. H., Lee Y. K., Lee S. D., Kim S. H., Lee S. R., Lee H. G., Lee K. W. Changes in production parameters, egg qualities, fecal volatile fatty acids, nutrient digestibility, and plasma parameters in laying hens exposed to ambient temperature. *Front // Frontiers in Veterinary Science*. 2020. No. 7. Article number 412. DOI: 10.3389/fvets.2020.00412.

Authors' information:

Vitaliy Yu. Morozov¹, doctor of veterinary sciences, associate professor, head of the department of large livestock, ORCID 0000-0002-3688-1546, AuthorID 387972; supermoroz@mail.ru

Kseniya A. Kalitkina¹, postgraduate of the faculty of animal engineering and biotechnology, ORCID 0000-0002-9541-6839, AuthorID 1178935; +7 988 627-33-85, kalitkina.xeniya@gmail.com

Roman O. Kolesnikov¹, candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of large livestock, ORCID 0000-0002-2760-4141, AuthorID 786457; roman-koles@bk.ru

¹ Saint Petersburg State Agricultural University, Saint Petersburg, Pushkin, Russia