

инкубации 37,8°C (5-14 сутки) повышалась относительная скорость роста массы тела на 8,12% ( $p=0,018$ ), при температуре 37,5 °C (18-е сутки) снижалась масса сердца на 21,47% ( $p=0,000$ ), но повышалась масса мышечного желудка на 13,65% ( $p=0,048$ ).

**Заключение.** Таким образом, в условиях режима с переменными температурами отмечалось закономерное снижение относительной скорости роста массы тела и висцеральных органов куриных эмбрионов к концу инкубации с разной ритмикой ее подъема и депрессии на разные сутки эмбрионального развития. При режиме с переменными температурами на 18 сутки (37,5°C) отмечался достоверный подъем относительной скорости роста мышечного желудка и ее снижение на 19-20 сутки при температуре 37,0°C; относительной скорости роста печени – подъемы на 15-17 сутки (39,5°C) и снижение на 18 сутки; относительной скорости роста массы селезенки – подъемы на 15-17 и 19-20 сутки, депрессии – на 18 сутки. Выявлены статистически значимые различия в относительной скорости роста массы тела, сердца и мышечного желудка от воздействия режима с переменными температурами по сравнению со стабильным. При температуре инкубации 37,8°C (5-14 сутки) повышалась относительная скорость роста массы тела, при температуре 37,5°C (18 сутки) снижалась масса сердца, но повышалась масса мышечного желудка.

**Литература.** 1. *Temperature during the last week of incubation. I. Effects on hatching pattern and broiler chicken embryonic organ development* / C. M. Maatjens [et al.] // *Poultry Science*. - 2016. - V. 95. - P. 956-965. 2. *Effects of incubation temperature pattern on broiler performance* / H. J. Wijnen [et al.] // *Poultry Science*. - 2020. - V. 99. - P. 3897-3907. 3. Челнокова, М. И. Воздействие дифференцированной температуры инкубации на рост куриных эмбрионов кросса Хайсекс коричневый и развитие их висцеральных органов / М. И. Челнокова // *Российская сельскохозяйственная наука*. - 2021. - № 3. - С. 62-67. 4. Челнокова, М. И. Формирование провизорных органов у эмбрионов кур при разных температурных режимах инкубации / М. И. Челнокова // *Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных : сборник трудов II Всероссийской интернет-конференции ФГОУ ВПО «КГАВМ им. Н.Э. Баумана»*. - 2011. - С. 77-80.

УДК 636.5.083.39

## **РОСТ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ АЛЛОМЕТРИЯ ЭМБРИОНОВ КУР ЯИЧНОГО КРОССА «ЛОМАНН БРАУН» В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ЭМБРИОГЕНЕЗА ПРИ КРАСНОМ СВЕТОДИОДНОМ ОСВЕЩЕНИИ ЯИЦ ВО ВРЕМЯ ИНКУБАЦИИ**

**Челнокова М.И., Сулейманов Ф.И., Челноков А.А.**

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Великие Луки, Российская Федерация

**Введение.** В настоящее время лампы накаливания стали менее распространенными, в то время как светодиодные лампы (LED) приобрели большую популярность благодаря наличию монохроматических вариантов, долговечности, экономичности и высокой энергоэффективности. Светодиодные лампы производят гораздо меньше тепла и снижают негативные эффекты на

температурный режим инкубации яиц по сравнению с лампами накаливания и люминесцентными лампами [4, 5]. Спектр и интенсивность монохроматического света оказывают влияние на показатели роста и фотопериодическую реакцию у продуктивных птиц [3]. Доказано, что светодиодная световая стимуляция во время инкубации повышает выводимость яиц, улучшает качество молодняка и снижает восприимчивость к стрессу [2]. Однако важный вопрос о росте и развития куриных эмбрионов при светодиодном освещении разного цветового спектра во время инкубации современной периодизации остается до сих пор малоизученным.

Целью исследования являлось изучение динамики массы и длины тела, удельной скорости роста массы и длины тела (по И.И. Шмальгаузену и С. Броди), аллометрического роста куриных эмбрионов кросса «Ломанн Браун» при красном светодиодном освещении яиц во время инкубации.

**Материалы и методы исследований.** Инкубационные яйца кур яичного кросса «Ломанн Браун» (ОАО «Волжанин», п. Ермаково) перед закладкой в инкубатор были пронумерованы, взвешены. В инкубатор ИЛБ-0,5 закладывали по 200 яиц средней массой  $59,06 \pm 4,18$  г, который оснастили красными светодиодными неонами (Elektrostandard LS001, Россия-Китай). Освещение яиц осуществлялось круглосуточно с 1 по 21 день инкубации при режиме с температурой воздуха  $37,6 \pm 0,1^\circ\text{C}$  и относительной влажностью 55,0%.

Линейные и весовые размеры тела эмбрионов определяли с 4 по 20 сутки инкубации. На каждые сутки было изучено по 9 эмбрионов. Длину тела эмбрионов измеряли от верхушки черепа до конца хвоста с помощью электронного штангенциркуля Finch Industrial Tools 19856 (Canada Inc.). Массу тела эмбрионов определяли на аналитических весах САРТОГОСМ ЛВ 210-А (ООО «Сартогосм», Россия). Для расчета удельной скорости роста длины тела, весовых размеров тела использовали формулу И.И. Шмальгаузена и С. Броди [1]:  $s = (\lg L_n - \lg L_o) / 0,4343 \times (t_n - t_o) \times 100$ , где  $L_n$  – размер (длина, масса) эмбриона в конечный момент времени  $t_n$ ;  $L_o$  – размер (длина, масса) эмбриона в начальный момент времени  $t_o$ .

При изучении относительного роста длины тела от массы тела эмбрионов использовали формулу простой аллометрии [1]:  $y = ax^b$ , где  $x$  – масса тела эмбриона,  $y$  – длина тела эмбриона;  $b$  – аллометрический и степенной коэффициент регрессии. Данный коэффициент показывает во сколько раз быстрее ( $b > 1$  – положительная аллометрия) или медленнее ( $b < 1$  – отрицательная аллометрия) часть растёт от целого. Если коэффициент  $b = 1$ , то длина тела по отношению к массе тела эмбриона происходит изометрично. Показатель  $a$  является константой начального роста эмбриона.

Статистическая оценка данных проводилась в программе Statistica 10.0 (Statsoft Inc, USA, 2010). Применялся дисперсионный анализ One-way Anova с апостериорным анализом Newman-Keuls и Fisher LSD. С помощью регрессионного анализа Multiple Regression Analysis рассчитывали коэффициент регрессии  $b$ , свободный член  $a$  аллометрических уравнений,  $R^2$  – детерминированный коэффициент.

**Результаты исследований.** В зародышевый период развития (4-8 сутки) эмбрионы имеют среднюю массу тела 0,458 г при средней длине тела 2,080 см, а в предплодный период (9-14 сутки) достоверно повышаются по сравнению с массой ( $P = 0,000$ ) и длиной ( $P = 0,000$ ) тела эмбрионов предыдущего периода развития (табл. 1). В плодный период развития (15-19 сутки) эмбрионы достоверно увеличивают массу и длину тела, достигая 21,068 г ( $P = 0,000$ ) и 8,065 см ( $P = 0,000$ ),

соответственно. На 20 сутки периода вылупления масса ( $P=0,000$ ) и длина ( $P=0,000$ ) тела эмбрионов достоверно увеличиваются по сравнению с предшествующим периодом развития.

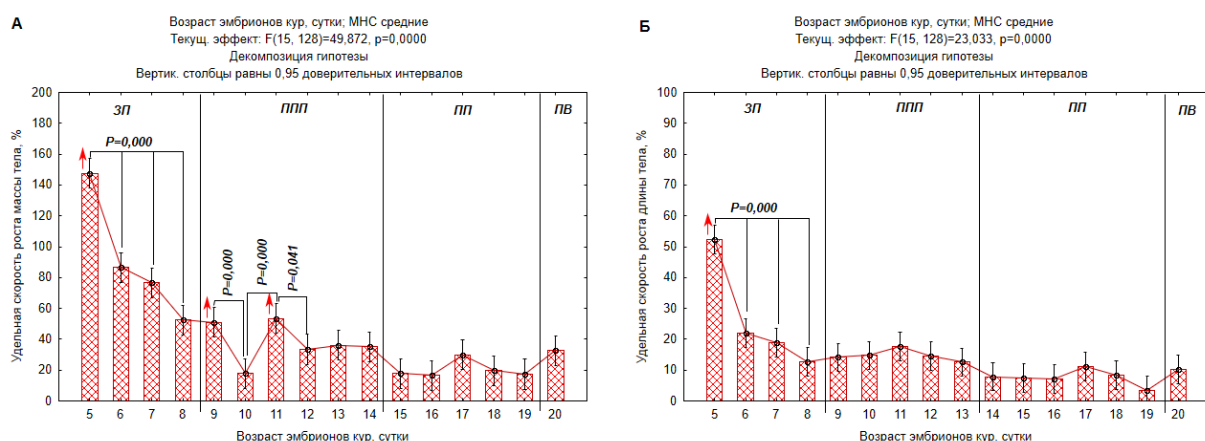
**Таблица 1 - Показатели абсолютных величин весовых и линейных размеров тела эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные периоды развития при красном светодиодном освещении во время инкубации,  $M \pm SE$**

Период развития	Возраст, сутки	Масса тела, г		Длина тела, см	
Зародышевый период	4	0,031 $\pm$ 0,003	0,458 $\pm$ 0,061	1,019 $\pm$ 0,022	2,080 $\pm$ 0,102
	5	0,133 $\pm$ 0,005		1,721 $\pm$ 0,040*	
	6	0,312 $\pm$ 0,005		2,140 $\pm$ 0,018*	
	7	0,677 $\pm$ 0,026		2,586 $\pm$ 0,042*	
	8	1,136 $\pm$ 0,018		2,933 $\pm$ 0,028*	
Предплодный период	9	1,897 $\pm$ 0,051	5,355 $\pm$ 0,439**	3,377 $\pm$ 0,006*	5,017 $\pm$ 0,161**
	10	2,259 $\pm$ 0,027		3,924 $\pm$ 0,084*	
	11	3,874 $\pm$ 0,110*		4,668 $\pm$ 0,047*	
	12	5,393 $\pm$ 0,080*		5,395 $\pm$ 0,040*	
	13	7,366 $\pm$ 0,084*		6,119 $\pm$ 0,065*	
	14	10,973 $\pm$ 0,082*		6,622 $\pm$ 0,084*	
Плодный период	15	13,112 $\pm$ 0,154*	21,068 $\pm$ 0,884**	7,093 $\pm$ 0,033*	8,065 $\pm$ 0,100
	16	15,502 $\pm$ 0,225*		7,620 $\pm$ 0,056*	
	17	20,949 $\pm$ 0,453*		8,302 $\pm$ 0,229*	
	18	25,450 $\pm$ 0,200*		8,578 $\pm$ 0,093	
	19	30,324 $\pm$ 0,502*		8,732 $\pm$ 0,066*	
Период вылупления	20	42,033 $\pm$ 0,681*	42,033 $\pm$ 0,681**	9,683 $\pm$ 0,055*	9,683 $\pm$ 0,055**

Примечания: \* - достоверность различий в показателях по отношению к предыдущим суткам развития при уровне значимости  $P < 0,05$ ;

\*\* - достоверность различий в показателях по отношению к предыдущему периоду развития при уровне значимости  $P < 0,05$  (One-way Anova с апостериорным анализом Newman-Keuls).

Пик повышения скорости роста массы тела эмбрионов отмечался в зародышевый период развития на 5 сутки ( $P=0,000$  по отношению к 6, 7, 8 суткам) и в предплодный период – на 9 и 11 сутки ( $P=0,000$  по отношению к 10 суткам и  $P=0,041$  к 12 суткам) (рисунок 1А). Достоверные пики депрессии в весовой скорости роста наблюдались в зародышевый период развития с 6 по 8 сутки ( $P=0,000$ ), в предплодный период – на 10 сутки ( $P=0,000$ ), 12 сутки ( $P=0,041$ ), 13 сутки ( $P=0,050$ ) и 14 сутки ( $P=0,050$ ). Начиная с 15 суток плодного периода до 20 суток периода вылупления отмечалась равномерность в удельной скорости роста куриных эмбрионов, то есть не выявлено достоверно значимых изменений в повышении и понижении данного показателя за данный временной интервал инкубации ( $P > 0,05$ ).



**Рисунок 1 - Изменение удельной скорости роста массы тела (А) и длины тела (Б) у эмбрионов кур кросса «Ломани Браун» в разные периоды эмбриогенеза при красном светодиодном освещении во время инкубации, %**

↑ – критические сутки развития; ЗП – Зародышевый период, ППП – Предплодный период, ПП – Плодный период, ПВ – Период вылупления;  $P<0,05$  – статистически значимые различия в показателях между сутками инкубации в разные периоды эмбриогенеза (One-way Anova с апостериорным анализом Newman-Keuls)

В зародышевый период пик повышения удельной скорости роста длины тела эмбрионов наблюдался только на 5 сутки развития ( $P=0,000$  по отношению к 6, 7, 8 суткам) (рисунок 2Б). Задержки скорости роста длины тела эмбрионов отмечались с 6 суток зародышевого периода по 20 сутки периода вылупления ( $P>0,05$ ; рис. 1Б). Следует отметить, что удельная скорость массы и длины тела эмбрионов кур при красном светодиодном освещении закономерно снижается к концу эмбриогенеза, о чем свидетельствуют достоверные показатели критерия Фишера (рис. 1А-Б; тест Fisher LSD,  $F(15, 128)=49,872, P=0,000$ ;  $F(15, 128)=23,033, P=0,000$ ).

Во все периоды эмбриогенеза при красном светодиодном освещении во время инкубации отмечалась отрицательная аллометрия длины тела эмбрионов кур (таблица 2). Более высокие значения степенного коэффициента, характеризующие быстрый рост эмбрионов в длину и приближающийся к изометрическому росту, отмечались в зародышевый ( $b=0,913$ ) и предплодный ( $b=0,967$ ) периоды. Коэффициенты детерминации аллометрической зависимости длины тела от массы тела эмбрионов в данные периоды эмбриогенеза достаточно высокие ( $R^2=0,835-0,935$ ). Менее низкие значения степенного коэффициента наблюдались в плодный период ( $b=0,849$ ) и самые низкие – в период вылупления ( $b=0,517$ ; табл. 2). Аллометрический рост длины тела эмбрионов кур в разные периоды развития происходит неравномерно, т.е. отмечаются периоды его подъема и снижения при красном светодиодном освещении во время инкубации.

**Таблица 2 - Изменения характера аллометрии длины тела (см) от массы тела (г) эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные периоды эмбриогенеза при красном светодиодном освещении во время инкубации**

Период развития	Возраст, сутки	Коэффициенты		R <sup>2</sup>	P <sub>F-тест</sub>
		a	b		
ЗП	4-8	-0,681±0,081	<b>0,913±0,061</b>	0,835	0,000
ППП	9-14	-5,578±0,403	<b>0,967±0,038</b>	0,935	0,000
ПП	15-19	-39,603±5,767	0,849±0,080	0,722	0,000
ПВ	20	-14,624±35,413	0,517±0,323	0,268	0,153

Примечания: ЗП – Зародышевый период, ППП – Предплодный период, ПП – Плодный период, ПВ – Период вылупления; P<sub>F-тест</sub> – достоверность различий в показателях длины тела от массы тела эмбрионов при уровне значимости P<0,05 (One-way Anova с апостериорным анализом Fisher LSD).

**Закключение.** Таким образом, увеличение абсолютных значений массы и длины тела эмбрионов кур яичного кросса «Ломанн Браун» к периоду вылупления, возникающее под влиянием красного светодиодного освещения яиц, является общей закономерностью для класса птиц.

На всем протяжении эмбриогенеза при красном светодиодном освещении яиц выявлена ритмичность, характеризующаяся подъемом и депрессией удельной скорости роста массы и длины тела эмбрионов: три критических этапа подъема роста массы тела - на 5-е сутки зародышевого периода, 9-е и 11-е сутки предплодного периода и один этап подъема длины тела – на 5-е сутки зародышевого периода. В развитии эмбрионов кур наблюдаются семь этапов депрессии скорости роста массы тела: 6-е, 7-е, 8-е сутки зародышевого периода, 10-е, 12-е, 13-е, 14-е сутки предплодного периода. Депрессия скорости роста длины тела эмбрионов протекает равномерно с 6-х суток зародышевого периода по 20-е сутки периода вылупления.

Отрицательный аллометрический рост длины тела эмбрионов кур происходит неравномерно, т.е. отмечаются периоды его подъема и снижения в разные периоды эмбриогенеза. Более высокие значения степенного коэффициента, характеризующие быстрый рост эмбрионов в длину и приближающийся к изометрическому росту, отмечались в зародышевый (b=0,913) и предплодный (b=0,967) периоды, менее низкие значения – в плодный период (b=0,849) и самые низкие – в период вылупления (b=0,517).

Результаты исследования морфометрических показателей абсолютных величин линейных и весовых размеров тела, удельной скорости роста и относительного (аллометрического) роста куриных эмбрионов яичного кросса «Ломанн Браун» в разные периоды эмбриогенеза при красном светодиодном освещении яиц во время инкубации, могут быть использованы в изучении функциональной морфологии органов и систем эмбрионов кур.

**Литература.** 1. Мина, М. В. Рост животных / М. В. Мина, Г. А. Клевезаль. – Москва : Наука, 1976. - 291 с. 2. Archer, G. S. Exposing avian embryos to light affects post-hatch anti-predator fear responses / G. S. Archer, J. A. Mench // Appl. Animal Behav. Sci. – 2016. - V. 186. – P. 80-84. 3. Artificial polychromatic light affects growth and physiology in chicks / J. Pan [et al.] // PLoS One. – 2014. – V. 9 (12). - e113595. 4. Guang, L. H. LED tube driver circuitry for

*ballast and non-ballast fluorescent tube replacement. 2016. - U.S. Patent No. 933885 5. The relationship of spectral sensitivity with growth and reproductive response in avian breeders (Gallus gallus) / Y.-F. Yang [et al.] // Sci. Rep. - 2016. – V. 6. - e19291.*

УДК 637.5.05:636.4

## **РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА И ЖИРА СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОДОСОЧЕТАНИЙ**

**Шамин Н.А., Корневская П.А.**

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени  
К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

**Введение.** Современные условия развития агропромышленного комплекса, когда происходит изменение рыночных отношений, появляются новые лидеры по производству и продаже сельскохозяйственной продукции, появляются требования и условия для обеспечения продовольственной безопасности нашей страны, возникает необходимость не просто удовлетворять население продуктам питания, а перерабатывающие производства сырьем, но и повышаются требования к качеству и рациональному использованию данных продуктов и сырья [1, 3].

Значимое место в питании современного человека занимает мясо и продукты, получаемые из него. Мясо является не только источником полноценного белка, но также содержит жиры, витамины и минеральные вещества.

Создание собственной племенной базы и основание крупных предприятий, желательно с интегральной системой управления, будет способствовать увеличению объемов производства свинины, о чем свидетельствует мировой и отечественный опыт получения свиноводческой продукции [1, 5].

Формирование производственного рынка получения свинины зависит от целого ряда как внешних, так и внутренних факторов, определяющих степень и направленность его развития.

В настоящее время уделяется большое внимание качеству получаемого мяса как сырья для производства с точки зрения его технологической ценности, так как считается рациональным использовать мясное сырье при выработке мясных продуктов в зависимости от его качества. Так некоторое сырье следует использовать для выработки цельномышечных продуктов и получать большую прибыль, зная его технологическую ценность. Так, например, технологическая ценность мяса сырья зависит от его способности связывать и удерживать воду в готовом продукте, от консистенции мясного сырья, способа его получения. Зная консистенцию полученного мясного сырья возможно более правильное его использование в получении готовых продуктов.

Нежность мяса является одной из его характеристик, определяющим консистенцию мяса. Благодаря изучению структурно-механических свойств мяса, как исходного сырья для выработки мясной продукции, можно определить его технологическую ценность с целью определения выбора наилучшей технологии переработки того или иного мясного сырья – производить колбасу или выбатывать цельномышечные изделия [2].

Определение консистенции является субъективной органолептической характеристикой и не всегда соответствует полученным результатам. Для