

М. И. Челнокова, А. А. Челноков

## Особенности роста и развития эмбрионов кур яичного кросса «Ломанн Браун»

### Аннотация.

**Цель:** изучение морфометрических показателей абсолютных величин линейных и весовых размеров тела, удельной скорости роста и относительного (аллометрического) роста куриных эмбрионов яичного кросса «Ломанн Браун» на разных стадиях эмбриогенеза.

**Материалы и методы.** С помощью морфометрических методов проведена оценка абсолютных величин линейных и весовых размеров тела куриных эмбрионов. По формуле И. И. Шмальгаузена и С. Броди рассчитывалась удельная скорость роста длины и массы тела куриных эмбрионов, по формуле простой аллометрии — относительный (аллометрический) рост длины тела от массы тела.

**Результаты.** На всем протяжении эмбриогенеза наблюдается две критические фазы роста и развития эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун». Это проявляется в увеличении удельной скорости роста длины тела эмбриона на 5-е сутки позднезародышевой стадии, 8-е, 10-е, 12-е сутки раннеплодной стадии и в удельной скорости роста массы тела — на 6-е сутки позднезародышевой стадии, 10-е и 12-е сутки раннеплодной стадии. На всех стадиях развития эмбрионов отмечается отрицательная аллометрия относительной скорости роста длины тела эмбрионов, за исключением 14-х суток среднеплодной стадии, где наблюдалась отрицательная изометрия ( $b=-1,000$ ). Более высокие значения степенного коэффициента, характеризующие медленный рост эмбрионов в длину по отношению к их массе тела, отмечались в позднезародышевую стадию на 5-6-е сутки ( $b=0,913-0,995$ ), в раннеплодную — на 10-е ( $b=0,960$ ) и 12-е сутки ( $b=0,928$ ), в среднеплодную — на 13-е ( $b=0,821$ ) и 15-е сутки ( $b=0,981$ ) и в позднеплодную — на 20-е сутки ( $b=0,836$ ).

**Заключение.** Новые знания, получаемые в результате данного рода исследований, могут быть применены не только в научных исследованиях, но и в птицеводстве для оценки влияния предынкубационной обработки яиц на развитие эмбрионов и эмбриональной смертности на различных стадиях эмбриогенеза, в определении нормального и аномального развития эмбрионов, а также в оценке влияния других факторов инкубации на развитие эмбрионов, выводимость яиц и сохранность птицы.

**Ключевые слова:** длина тела, масса тела, удельная скорость роста, аллометрия, эмбрион кур.

**Авторы:**

**Челнокова Марина Игоревна** — кандидат биологических наук; e-mail: marinachelnokova@yandex.ru;

**Челноков Андрей Алексеевич** — доктор биологических наук, профессор; e-mail: and-chelnokov@yandex.ru.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»; 182113, Россия, Псковская область, г. Великие Луки, Ул. Ясная, д. 1.

**Введение.** В последние десятилетия в связи с постоянной селекцией в области птицеводства происходит постепенное увеличение продуктивных качеств кур [1, 2]. Это приводит к изменению в морфологических и физиологических характеристиках кур, которые начинают проявляться уже на ранних стадиях эмбрионального развития [3]. В частности, это касается изменения линейных и весовых показателей роста и развития эмбрионов [4, 5]. В исследованиях последних лет имеются научные изыскания по абсолютным величинам длины и массы тела эмбрионов кур яичных («Хайсекс коричневый», «Родонит-3») [6, 7, 8]

и мясных кроссов («Ф<sub>15</sub> Уайт Хэббард», «Кобб Авиган 48», «Смена 7») [9, 10, 11]. Наибольшую ценность в морфометрических исследованиях представляет набор данных, характеризующих изменения показателей удельной скорости роста длиннотных и весовых размеров тела эмбрионов кур на разных стадиях эмбриогенеза.

В этом аспекте перспективным является использование аллометрических функций, которые отражают зависимость признаков в процессе онтогенеза, дают комплексную оценку скорости формирования взаимообусловленных признаков и могут характеризовать количественные изменения

в развитии организма [12]. К сожалению, данные по аллометрии размеров тела и органов эмбрионов кур в литературе встречаются крайне редко, что объясняется методическими трудностями их получения. Имеются только данные о наличии задержки роста и аллометрии сердца, печени, головного мозга у эмбрионов кур «Ломанн Белый» и «Росс-308» при разной чувствительности к гипоксии во время инкубации [13].

Учитывая актуальность исследования, направленного на изучение роста и развития эмбрионов птиц яичного кросса на разных стадиях эмбриогенеза, мы оценили динамику длины и массы тела, удельную скорость роста длины и массы тела (по И. И. Шмальгаузену и С. Броди), аллометрический рост куриных эмбрионов кросса «Ломанн Браун».

**Материалы и методы.** Экспериментальное исследование проводилось в научной лаборатории ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА. Инкубационные яйца кур яичного кросса «Ломанн Браун» были приобретены ОАО «Волжанин» Ярославской области Рыбинского района поселок Ермаково. Оплодотворенность яиц составила до 97%, выводимость яиц до 93, вывод молодняка — 90%. Инкубационные яйца перед закладкой в инкубатор были пронумерованы, взвешены. В инкубатор ИЛБ-0,5 закладывали по 200 яиц средней массой  $59,06 \pm 4,18$  г. Инкубацию яиц с первого дня проводили в инкубаторе при термостабильном режиме с температурой воздуха  $37,6 \pm 0,1^\circ\text{C}$  и относительной влажностью воздуха 55,0%.

На каждые сутки изучено по 9 эмбрионов. Линейные и весовые размеры тела эмбрионов определяли с 4-х по 20-е сутки инкубации. Длину тела эмбрионов измеряли от верхушки черепа до конца хвоста с помощью электронного штангельциркуля 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 (1927) [5] (1):

$$c = (\lg L_n - \lg L_0) / 0,4343 \times (t_n - t_0) \times 100, \quad (1)$$

где  $L_n$  — размер (длина, масса) эмбриона в конечный момент времени  $t_n$ ;  $L_0$  — размер (длина, масса) эмбриона в начальный момент времени  $t_0$ .

При изучении относительного роста длины тела от массы тела эмбрионов использовали формулу простой аллометрии [5] (2):

$$y = ax^b, \quad (2)$$

где:  $x$  — масса тела эмбриона,  $y$  — длина тела эмбриона;  $b$  — аллометрический и степенной коэф-

фициент 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). Нормальность распределения выборок определялась с помощью Shapiro-Wilk's W test. При нормальном распределении признаков применялся дисперсионный анализ One-way Anova с апостериорным анализом Newman-Keuls и Fisher LSD, при ненормальном — дисперсионный анализ Kruskal-Wallis Anova. С помощью регрессионного анализа Multiple Regression Analysis рассчитывали коэффициент регрессии  $b$ , свободный член  $a$  аллометрических уравнений,  $R^2$  — детерминированный коэффициент.

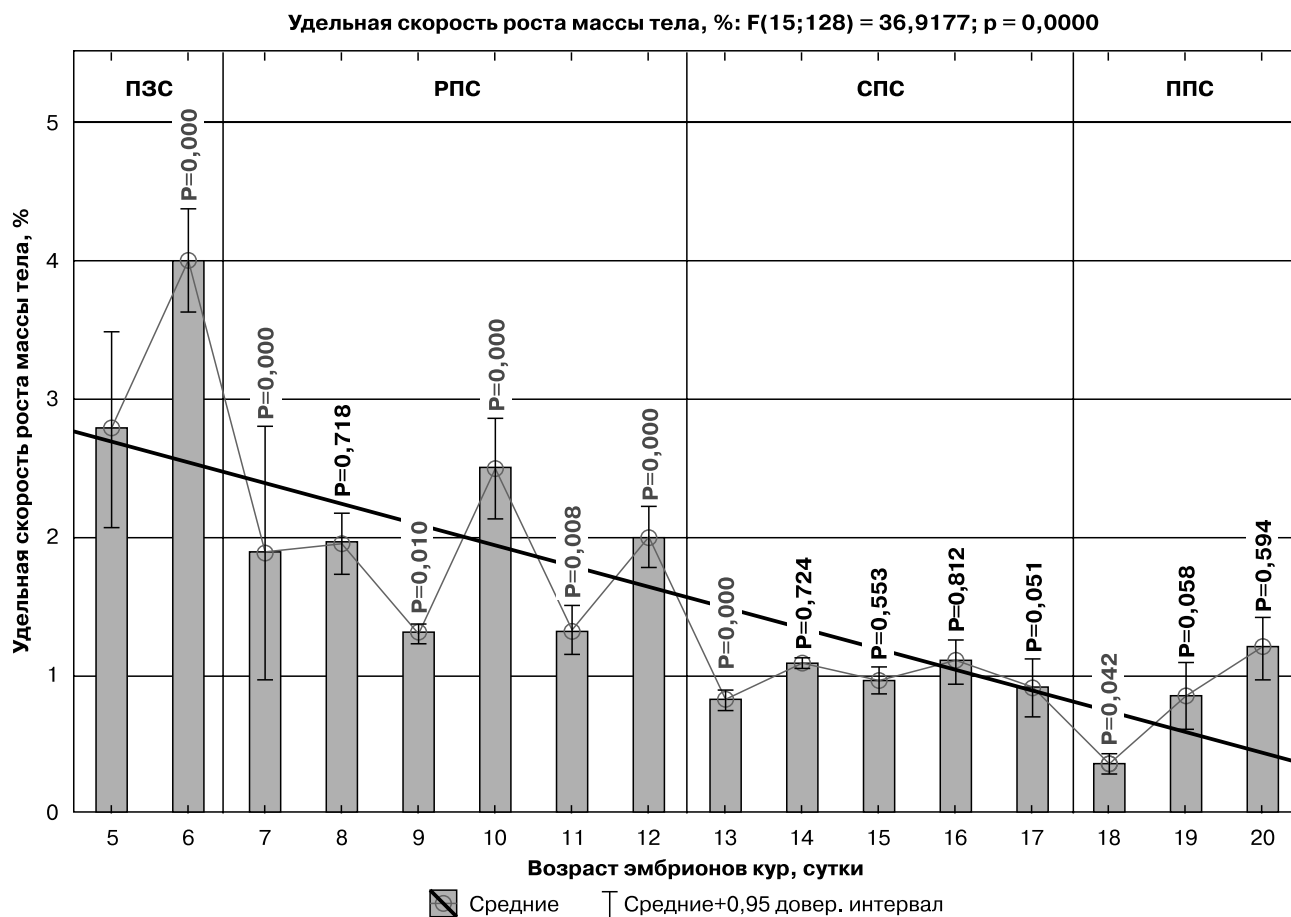
**Результаты исследований.** Учитывая периодизацию эмбриогенеза кур, предложенную И. Р. Шашиновым и Л. П. Тельцовым (2008) [6, 7], мы приводим морфологическую характеристику линейных и весовых размеров эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные стадии развития. В позднзародышевой стадии развития (4–6-е сутки) размеры эмбрионов имеют среднюю длину тела 1,967 см при средней массе тела 0,297 г, а в раннеплодную стадию (7–12-е сутки) достоверно повышаются по сравнению с длиной ( $P < 0,05$ ) и массой ( $P < 0,05$ ) тела эмбрионов предыдущей стадии развития (табл. 1). В среднеплодной стадии развития (13–17-е сутки) эмбрионы достоверно возрастают по длине и массе, достигая 7,340 см ( $P < 0,05$ ) и 16,020 г ( $P < 0,05$ ), соответственно. С 18-х по 20-е сутки позднеплодной стадии развития абсолютные величины массы ( $P < 0,05$ ) и длины ( $P < 0,05$ ) тела эмбрионов достоверно увеличиваются по сравнению с предшествующей стадией развития.

Для объективной характеристики роста и массы тела кур кросса «Ломанн Браун» в онтогенезе на стадиях эмбрионального развития применялся расчет показателей удельной скорости роста по И. И. Шмальгаузену и С. Броди (1927) [5]. Результаты исследования, представленные на рис. 1, показали, что пик увеличения скорости роста массы тела эмбрионов отмечался в позднзародышевую стадию развития на 6-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 5-м и 7-м суткам) и в раннеплодную стадию — на 10-е ( $P < 0,05$  по отношению к 9-м суткам) и 12-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 11-м суткам). Достоверные пики задержки

в весовой скорости роста отмечались в поздnezародышевую стадию развития на 5-е ( $P<0,05$  по отношению к 6-м суткам), в раннеплодную стадию — на 7-е сутки ( $P<0,05$  по отношению к 5-м суткам) и 8-е сутки ( $P<0,05$  по отношению к 9-м суткам), 9-е сутки ( $P<0,05$  по отношению к 10-м суткам) и 11-е сутки ( $P<0,05$  по отношению к 10-м и 12-м суткам), в среднеплодную стадию — на

13-е сутки ( $P<0,05$  по отношению к 12-м суткам) и в позднеплодную стадию — на 18-е сутки ( $P<0,05$  по отношению к 17-м суткам).

Анализ удельной скорости роста длины тела эмбрионов позволил обнаружить иную особенность в сравнении с удельной весовой скоростью (рис. 2). В поздnezародышевую стадию пик увеличения удельной скорости роста массы тела эм-



**Рис. 1.** Изменение удельной скорости роста массы тела эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные стадии развития (ПЗС — Поздnezародышевая, РПС — Раннеплодная, СПС — Среднеплодная, ППС — Позднеплодная):  $P<0,05$  — достоверность различий в показателях с предшествующими сутками (One-way Anova с post-hoc анализом Newman-Keuls)

**Таблица 1.** Показатели весовых и линейных размеров тела эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные стадии развития

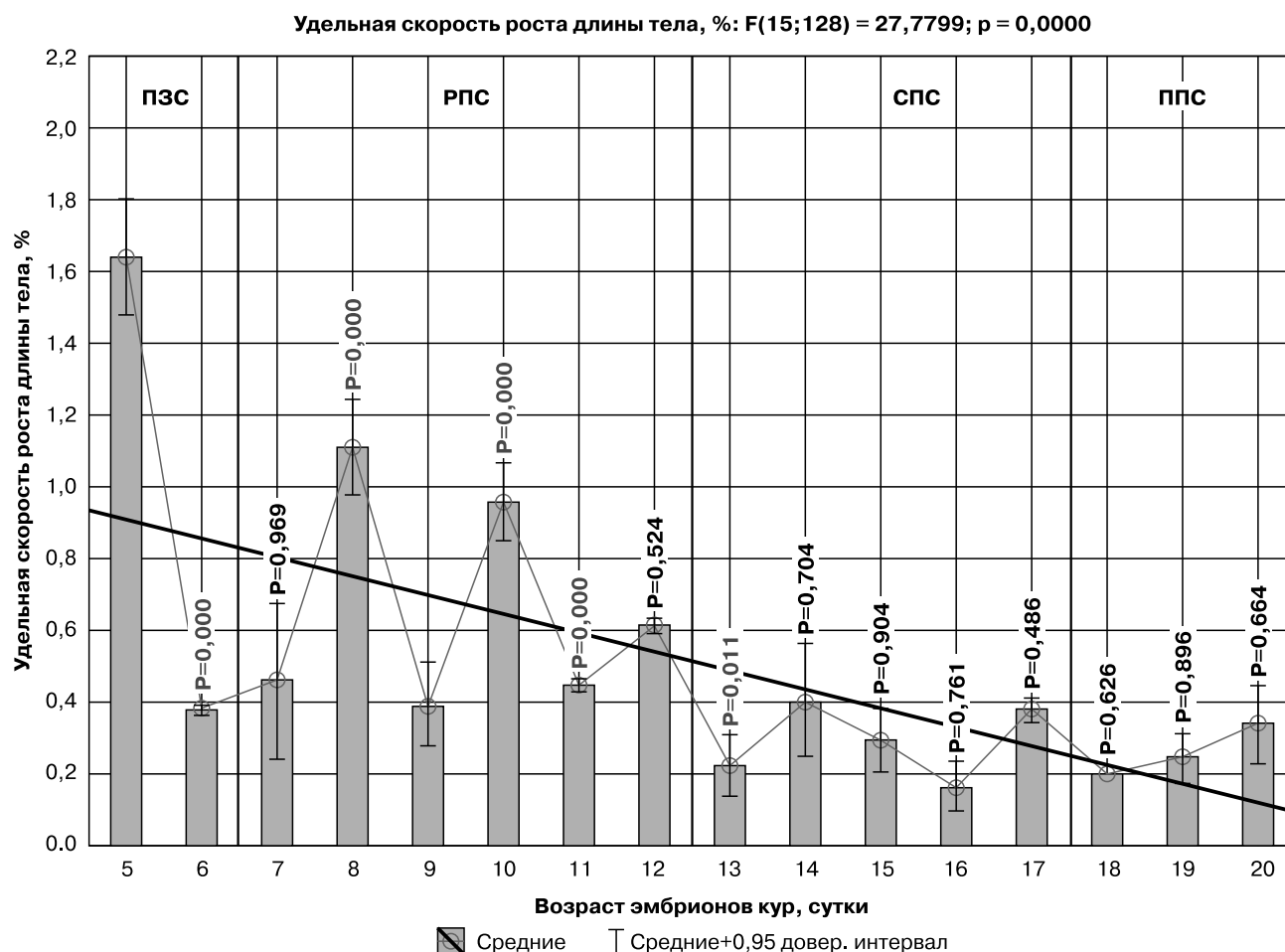
| Стадии развития и возраст эмбрионов, сутки | Масса, г |        |                         | Длина, см |       |                        |
|--------------------------------------------|----------|--------|-------------------------|-----------|-------|------------------------|
|                                            | Min      | Max    | $M \pm SE$              | Min       | Max   | $M \pm SE$             |
| Поздnezародышевая (4–6 сутки) (n=27)       | 0,100    | 0,700  | $0,297 \pm 0,041$       | 1,400     | 5,700 | $1,967 \pm 0,081$      |
| Раннеплодная (7–12 сутки) (n=54)           | 0,809    | 7,630  | $3,150 \pm 0,263^{\#}$  | 3,500     | 7,100 | $4,196 \pm 0,142^{\#}$ |
| Среднеплодная (13–17 сутки) (n=45)         | 9,100    | 24,900 | $16,020 \pm 0,705^{\#}$ | 5,900     | 8,500 | $7,340 \pm 0,093^{\#}$ |
| Позднеплодная (18–20 сутки) (n=27)         | 25,700   | 43,800 | $34,022 \pm 1,428^{\#}$ | 8,000     | 9,900 | $8,744 \pm 0,116^{\#}$ |

*Примечание:*  $P<0,05$  — достоверность различий в показателях по отношению к предыдущей стадии развития (# — Kruskal-Wallis test Anova).

бриона наблюдался на 5-е сутки развития ( $P < 0,05$  по отношению к 6-м суткам), в раннеплодную стадию — на 8-е ( $P = 0,000$  по отношению к 9-м суткам) и 10-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 9-м и 10-м суткам) и в среднеплодную стадию — на 12-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 13-м суткам). Задержки скорости роста длины тела эмбрионов отмечались на 6-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 7-м суткам) позднзародышевой стадии развития, на 7-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 8-м суткам), 9-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 8-м и 10-м суткам), 11-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 10-м суткам) раннеплодной стадии развития и на 13-е сутки ( $P < 0,05$  по отношению к 12-м суткам) среднеплодной стадии развития. Следует отметить, что удельная скорость массы и длины тела эмбрионов кур «Ломанн Браун» закономерно снижаются к концу эмбриогенеза, о чем свидетельствуют достоверные показатели критерия Фишера (рис. 1-2; тест Fisher LSD,  $F_{(15;128)} = 36,917$ ,  $P < 0,05$ ;  $F_{(15;128)} = 27,779$ ,  $P < 0,05$ ).

Параметры аллометрических уравнений, отражающих связь длины тела с массой тела эм-

брионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные стадии развития, приведены в таблице 2. Рассматривая изменения характера аллометрии длины тела от массы тела эмбрионов, следует констатировать ее особенности. На всех стадиях развития эмбрионов отмечалась отрицательная аллометрия относительной скорости роста длины тела эмбрионов, за исключением 14-х суток среднеплодной стадии, где наблюдалась отрицательная изометрия ( $b = -1,000$ ). Более высокие значения степенного коэффициента, характеризующие медленный рост эмбрионов в длину по отношению к их массе тела, отмечались в позднзародышевую стадию на 5–6-е сутки ( $b = 0,913-0,995$ ), в раннеплодную — на 10-е ( $b = 0,960$ ) и 12-е сутки ( $b = 0,928$ ), в среднеплодную — на 13-е ( $b = 0,821$ ) и 15-е сутки ( $b = 0,981$ ) и в позднеплодную — на 20-е сутки ( $b = 0,836$ ). Коэффициенты детерминации аллометрической зависимости длины тела от массы тела эмбрионов в данные стадии развития достаточно высокие ( $R^2 = 0,821-0,995$ ). Менее низкие значения степенного коэффициента наблюдались в раннеплодную стадию на 7-е ( $b = 0,794$ ) и 11-е



**Рис. 2.** Изменение удельной скорости роста длины тела эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные стадии развития (ПЗС — Позднзародышевая, РПС — Раннеплодная, СПС — Среднеплодная, ППС — Позднеплодная):  $P < 0,05$  — достоверность различий в показателях с предшествующими сутками (One-way Anova с post-hoc анализом Newman-Keuls)

сутки ( $b=0,711$ ). Самые низкие значения степенного коэффициента отмечались на 4-е сутки позднесплодной стадии развития, на 8-е и 9-е сутки раннесплодной стадии, на 16-е и 17-е сутки среднесплодной стадии и на 18-е и 19-е сутки позднесплодной стадии развития (табл. 2).

**Обсуждение результатов.** Эмбриогенез в индивидуальном развитии птиц является начальной, исключительно насыщенной событиями фазой жизненного цикла. События в этой фазе следуют в целом общим закономерностям роста и развития организма. По нашим данным, при инкубации эмбрионов кросса «Ломанн Браун» абсолютные величины, характеризующие их длину и массу тела, закономерно возрастают к позднесплодной стадии плодного этапа развития (тест Fisher LSD, Длина, см:  $F_{(16;136)}=1212,9926$ ;  $P<0,05$ ; Масса, г:  $F_{(16;136)}=3749,7401$ ;  $P<0,05$ ). Данная особенность отмечена и другими авторами у эмбрионов кур яичных и мясных кроссов, которые обобщены нами по стадиям развития эмбриогенеза кур в таблице 3. Эти данные позволяют предположить, что генетическая селекция, которая направлена на улучшение линий и пород сельскохозяйственной птицы, а также на их продуктивность, прямо воздействует на рост и развитие куриных эмбрионов.

Нами получены данные, свидетельствующие о том, что рост эмбрионов кур «Ломанн Браун» проходит ритмично, то есть фазы подъема сменяются фазами ослабления скорости роста длины и массы тела, причем величина каждого следую-

щего подъема оказывается ниже предыдущего и таким образом амплитуды волн роста к концу эмбриогенеза все время падают (рис. 1, 2). Многие исследователи относят фазы усиления роста к неустойчивым периодам развития, называя их «критическими» [15, 16]. В эти периоды эмбрион особенно чувствителен к различным внешним воздействиям. Критические фазы развития эмбриона совпадают с началом детерминации отдельных систем органов и с переходом эмбриональных тканей на новый путь развития [15]. Нами выявлено, что на всем протяжении эмбриогенеза в увеличении удельной скорости роста длины тела эмбриона наблюдается две критические фазы: на 5-е сутки позднесплодной стадии, 8-е, 10-е, 12-е сутки раннесплодной стадии, и в удельной скорости роста массы тела эмбрионов — две критические фазы на 6-е сутки позднесплодной стадии, 10-е и 12-е сутки раннесплодной стадии (рис. 1, 2).

Изучение удельной скорости роста массы и длины тела эмбрионов «Ломанн Браун» на разных стадиях эмбриогенеза показало, что в развитии куриного эмбриона наблюдаются четыре фазы задержки скорости роста массы тела: 5-е сутки позднесплодной стадии, 7-е, 8-е, 9-е, 11-е сутки раннесплодной стадии, 13-е сутки среднесплодной стадии и 18-е сутки позднесплодной стадии. Напротив, в удельной скорости роста размеров тела выявлено три фазы — на 6-е сутки позднесплодной стадии, 7-е, 9-е и 11-е сутки

**Таблица 2. Изменения характера аллометрии длины тела от массы тела эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» в разные стадии развития**

| Стадии развития | Возраст эмбрионов, сутки | Коэффициенты  |              | R <sup>2</sup> | P <sub>F-тест</sub> |
|-----------------|--------------------------|---------------|--------------|----------------|---------------------|
|                 |                          | a             | b            |                |                     |
| Позднесплодная  | 4                        | 1,380±0,283   | 0,069±0,377  | 0,004          | 0,858               |
|                 | 5                        | 1,111±0,174   | 0,913±0,153  | 0,834          | 0,000               |
|                 | 6                        | 1,564±0,027   | 0,995±0,034  | 0,991          | 0,000               |
| Раннесплодная   | 7                        | 1,233±0,395   | 0,794±0,229  | 0,630          | 0,010               |
|                 | 8                        | -0,327±0,375  | 4,440±1,137  | 0,107          | 0,107               |
|                 | 9                        | 2,501±0,596   | 0,616±0,297  | 0,380          | 0,076               |
|                 | 10                       | 2,061±0,288   | 0,960±0,104  | 0,923          | 0,000               |
|                 | 11                       | 3,881±0,506   | 0,711±0,265  | 0,505          | 0,031               |
|                 | 12                       | -29,203±5,328 | 0,928±0,140  | 0,862          | 0,000               |
| Среднесплодная  | 13                       | -5,275±3,022  | 0,821±0,215  | 0,675          | 0,006               |
|                 | 14                       | 13,597±0,058  | -1,000±0,008 | -1,000         | 0,000               |
|                 | 15                       | -2,264±0,703  | 0,981±0,071  | 0,964          | 0,000               |
|                 | 16                       | 8,298±0,654   | -0,327±0,357 | 0,107          | 0,389               |
|                 | 17                       | 7,765±0,495   | 0,453±0,336  | 0,206          | 0,219               |
| Позднесплодная  | 18                       | 11,978±5,420  | -0,248±0,366 | 0,006          | 0,519               |
|                 | 19                       | 6,391±1,367   | 0,521±0,322  | 0,272          | 0,149               |
|                 | 20                       | -18,007±6,781 | 0,836±0,207  | 0,698          | 0,004               |

**Примечание:** P<sub>F-тест</sub> — достоверность различий в показателях длины тела от массы тела эмбрионов (One-way Anova с post-hoc анализом Fisher LSD).

раннеплодной стадии, 13-е сутки среднеплодной стадии. Таким образом, задержка скорости роста длины и массы тела эмбрионов Ломан Браун на разных стадиях эмбрионального развития происходит неравномерно. На неравномерность скорости роста зародыша курицы (порода не известна) на 4-е, 9-е и 11-е сутки эмбрионального развития обращал внимание И. И. Шмальгаузен и связывал с увеличением в яйце молочной кислоты, мочевины и мочевой кислоты [6]. По данным С. Броди на 17-18-е сутки у куриного эмбриона наблюдается наиболее сильная задержка скорости роста, что связано с переходом функции дыхания от аллантоиса к легким [6]. Еще исследования И. Б. Солдатовой показали, что с 17-х по 20-е сутки инкубации в большинстве случаев скорость роста у эмбрионов кур кросса Беларусь-9 снижается, и масса окончательно сформировавшегося эмбриона к моменту вылупления цыпленка оказывается на 9–34% ниже предсказываемой ходом параболической зависимости [17]. По нашим данным наиболее сильная задержка скорости роста массы тела у эмбрионов кур «Ломанн Браун»

наступает на 18-е сутки позднеплодной стадии эмбриогенеза (рис. 1). Кроме того, W.F. Windle с соавторами указывают на замедление темпов роста на этой стадии развития, что в первую очередь связано с относительно малой подвижностью эмбрионов, поскольку они обладают уже весьма развитой мышечной системой, но скованы в движениях пространством яйца [18].

**Заключение.** Таким образом, результаты исследования морфометрических показателей абсолютных величин линейных и весовых размеров тела, удельной скорости роста и относительного (аллометрического) роста куриных эмбрионов яичного кросса «Ломанн Браун» на разных стадиях эмбриогенеза могут быть применены не только в научных исследованиях, но и в птицеводстве для оценки влияния предынкубационной обработки яиц на развитие эмбрионов и эмбриональной смертности на различных стадиях эмбриогенеза, в определении нормального и аномального развития эмбрионов, а также в оценке влияния других факторов инкубации на развитие эмбрионов, выводимость яиц и сохранность птицы.

**Таблица 3. Морфометрические показатели абсолютных величин массы и длины тела эмбрионов кур яичного и мясного направлений по данным литературных источников [6, 8, 10, 14]**

| Автор                                          | Порода (кросс)          | Стадии развития и возраст эмбрионов, сутки | Показатели    |                |
|------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|---------------|----------------|
|                                                |                         |                                            | Масса тела, г | Длина тела, см |
| Шашанов И. Р.<br>с соавт. (2008) [6]           | «Родонит-3»             | ПЗС (4–6)                                  | 0,08–0,44     | 0,08–0,29      |
|                                                |                         | РПС (7–12)                                 | 0,76–5,03     | 0,31–1,50      |
|                                                |                         | СПС (13–17)                                | 6,91–18,05    | 1,88–4,83      |
|                                                |                         | ППС (18–20)                                | 22,88–30,30   | 3,69–4,78      |
| Челнокова М. И.<br>с соавт. (2011) [8]         | «Хайсекс<br>коричневый» | ПЗС (4–6)                                  | 0,01–0,27     | 1,27–1,90      |
|                                                |                         | РПС (7–12)                                 | 0,71–4,14     | 2,20–5,11      |
|                                                |                         | СПС (13–17)                                | 7,20–17,70    | 5,80–7,87      |
|                                                |                         | ППС (18–20)                                | 23,04–33,53   | 7,97–9,90      |
| Суйя Е. В.,<br>Сулейманов Ф. И.<br>(2016) [10] | «Ф15 Уайт<br>Хаббард»   | ПЗС (5–6)                                  | 0,18–0,38     | 0,149–0,201    |
|                                                |                         | РПС (7–12)                                 | 0,81–6,51     | 0,221–4,562    |
|                                                |                         | СПС (13–17)                                | 9,65–24,85    | 5,480–7,558    |
|                                                |                         | ППС (18–20)                                | 26,93–44,78   | 7,481–8,519    |
| Волкова Н. А.<br>с соавт. (2018) [14]          | «Род-айланд»            | ПЗС (5–6)                                  | —             | —              |
|                                                |                         | РПС (7–10)                                 | 0,58–1,66     | 1,25–3,70      |
|                                                |                         | СПС (14)                                   | 8,91          | 6,00           |
|                                                |                         | ППС (18)                                   | 21,78         | 9,00           |

*Примечание:* ПЗС — Поздnezародышевая стадия, РПС — Раннеплодная стадия, СПС — Среднеплодная стадия, ППС — Позднеплодная стадия.

## Литература

- Исупова Н. В. Сравнительная морфологическая характеристика развития яичников кур кроссов «Родонит-2» и «Хайсекс белый» / Н. В. Исупова, А. А. Астраханцев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2010. — № 4. — С. 219–221.
- Горшкова Е. В. Сравнительная макроморфология селезёнок цыплят-бройлеров кросса «Смена-7» и цыплят кросса «Хайсекс браун» / Е. В. Горшкова [и др.] // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — № 2. — С. 27–31.

3. Dewil E. Different characteristics in chick embryos of two broiler lines differing in susceptibility to ascites / E. Dewil [et al.] // Brit. Poult. Sci. — 1996. — Vol. 37. — P. 1003–1013.
4. Willemsen H. Intermittent thermal manipulations of broiler embryos during late incubation and their immediate effect on the embryonic development and hatching process / H. Willemsen [et al.] // Poultry Science. — 2011. — Vol. 90. — P. 1302–1312.
5. Tong Q. Embryonic development and the physiological factors that coordinate hatching in domestic chickens / Q. Tong [et al.] // Poultry Science. — 2013. — Vol. 92. — P. 620–628.
6. Шашанов И. Р. Эмбриогенез. Периодизация развития кур / И. Р. Шашанов [и др.] // Межд. научн.-практ. конф., посв. 100-летию со дня рожд. проф. В. И. Жеденова, Г. М. Удовина, Н. В. Садовского. — Оренбург: изд-во Оренбургского гос. ун-та. — 2008. — С. 64–71.
7. Тельцов Л. П. Эмбриогенез. Периодизация развития кур / Л. П. Тельцов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2008. — № 4. — С. 64–71.
8. Челнокова М. И. Воздействие температурных режимов и БАВ на эмбриональное развитие кур / М. И. Челнокова, А. Г. Шутенков, Ф. И. Сулейманов // Научно-производственный журнал «Птицеводство». — 2011. — № 5. — С. 11–12.
9. Дядичкина Л. Ф. Морфологические особенности эмбрионального развития высокопродуктивных мясных кроссов кур / Л. Ф. Дядичкина, Т. В. Цилинская // Птица и птицепродукты. — 2011. — № 5. — С. 39–43.
10. Суйя Е. В. Морфометрические изменения в организме эмбрионов кур в онтогенезе и при воздействии магнитного поля и лазерного излучения / Е. В. Суйя, Ф. И. Сулейманов // Иппология и ветеринария. — 2016. — № 2(20). — С. 126–131.
11. Дмитриева О. С. Влияние рибофлавина на массу тела и глаз эмбрионов кур в антенатальном онтогенезе / Дмитриева О. С. // Известия Великолукской ГСХА. — 2017. — № 4. — С. 2–7.
12. Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. М.: Наука. — 1976. — 291 с.
13. Lindgren I. Sensitivity of organ growth to chronically low oxygen levels during incubation in red jungle fowl and domesticated chicken breeds / I. Lindgren, J. Altimiras // Poultry Science. — 2011. — Vol. 90. — P. 126–135.
14. Волкова Н. А. Весовые и линейные показатели роста и развития эмбрионов кур с конститутивной экспрессией маркерного гена eGFP / Н. А. Волкова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — Т. 32. — № 9. — С. 81–83.
15. Hamilton H. L. Sensitive periods during development / H. L. Hamilton // Ann. N. Y. Acad. Sci. — 1952. — Vol. 55. — № 2. — P. 177–187.
16. Микляева М. А. Эмбриональная гибель гусей и кур при воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения / М. А. Микляева [и др.] // Вестник ТГУ. — 2014. — Т. 19. — Вып. 5. — С. 1442–1445.
17. Солдатова И. Б. Развитие и метаболизм зародышей курицы в эмбриогенезе при звуковой стимуляции / И. Б. Солдатова // Онтогенез. — 2011. — Т. 42. — № 4. — С. 300–306.
18. Windle W. F. Physiologdy of the fetus. Philadelphia, Saunders Co. — 1940. — 249 p.

---

Chelnokova M., Chelnokov A.

## Features of growth and development of egg cross chicken embryos «Lomann Brown»

### Abstract.

**Purpose:** to study morphometric parameters of absolute values of linear and weight body sizes, specific growth rate and relative (allometric) growth of chicken embryos of the «Lohmann Brown» egg cross at different stages of embryogenesis.

**Materials and methods.** The absolute values of linear and weight body sizes of chicken embryos were estimated using morphometric methods. The formula of I. I. Schmalhausen and S. Brody was calculated the specific growth rate of length and body weight of chicken embryos by the formula simple allometry — relative (allometric) growth of body length from body mass.

**Results.** This is manifested in the increase in the specific growth rate of body length of the embryo at 5 days of the late-fetal stage, 8th, 10th, 12th day of the early-fetal stage and specific growth rate of body mass for 6 days of the late-fetal stage of the late-fetal stage, 10-th and 12-th day of the early-fetal stage. At all stages of embryo development, there is a negative allometry of the relative growth rate of the embryo body length, except for 14 days of the mid-fetal stage, where negative isometry was observed ( $b=-1,000$ ). Higher values of the power coefficient

reflecting the slower growth of the embryo in length relative to their body weight, observed in late-fetal stage at 5-6 days ( $b=0,913-0,995$ ), in early-fetal stage — 10-e ( $b=0,960$ ) and 12 days ( $b=0,928$ ), in mid-fetal stage — 13-th ( $b=0,821$ ) and 15 days ( $b=0,981$ ) and late-fetal stage — 20 days ( $b=0,836$ ).

**Conclusion.** New knowledge derived from this study can be applied not only in research, but in the poultry industry to assess the impact of preincubation processing of eggs on the development of embryos and embryonic mortality at different stages of embryogenesis, the definition of normal and abnormal development of embryos, as well as to assess the impact of other factors, artificial incubation on embryo development, hatchability of eggs and safety of poultry.

**Keywords:** body length, body weight, specific growth velocity, allometry, chicken embryo.

**Authors:**

**Chelnokova M.** — PhD. (Biol. Sci.); e-mail: marinachelnokova@yandex.ru;

**Chelnokov A.** — Dr. Habil. (Bio. Sci.), Professor; e-mail: and-chelnokov@yandex.ru.

State Agricultural Academy of Velikie Luki; 182113, Russia, Pskov region, Velikiye Luki, 1 Yasnaya street.

## References

1. Isupova N. V. Comparative morphological characteristics of the development of ovarian chickens «Rhodonite-2» and «Highsex white» / N. V. Izupova, A. A. Astrakhantsev // Questions of regulatory regulation in veterinary medicine. — 2010. — № 4. — P. 219–221.
2. Gorshkova E. V. Comparative macromorphology splezenok Chickens-broiler Cross Change-7 and Cross Chickens «Highsex Brown» / E. V. Gorshkov [et al.] // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. — 2014. — №2. — P. 27–31.
3. Dewil E. Different Characteristics in Chick Embryos of Two Broiler Lines Differing in Susceptibility to Ascites / E. Dewil [et al.] // Brit. Poult. SCI. — 1996. — Vol. 37. — P. 1003–1013.
4. Willemsen H. Intermitentent thermal manipulations of broiler embryos during late incubation and their immediate effect on Embryonic Development and Hatching Process / H. Willemsen [et al.] // Poultry Science. — 2011. — Vol. 90. — P. 1302–1312.
5. Tong Q. Embryonic Development and The Physiological Factors That Coordinate Hatching In Domestic Chickens / Q. Tong [et al.] // Poultry Science. — 2013. — Vol. 92. — P. 620–628.
6. Shashanov I. R. Embriogenesis. Periodization of the development of chickens / I. R. Shashanov [et al.] // Interddes Scientific practice. conf., checkout 100th anniversary of the birth. prof. V. I. Zhecedhenova, M. Udoso, N. V. Sadovsky. — Orenburg: Publishing House of the Orenburg State. un-ta. — 2008. — P. 64–71.
7. Tales L. P. Embryogenesis. Periodization of the development of chickens / L. P. Teltsov [et al.] // News of the Orenburg State Agrarian University. — 2008. — № 4. — P. 64–71.
8. Checklocks M. I. Impact of temperature regimes and Bav on the embryonic development of chickens / M. I. Chelnokova, A. G. Sustenkov, F. I. Suleimanov // Scientific and production magazine «Poultry farming». — 2011. — № 5. — P. 11–12.
9. Dadichkina L. F. Morphological features of the embryonic development of highly productive meat crosses of chickens / L. F. Dyadichna, T. V. Cylinskaya // Bird and poultry products. — 2011. — № 5. — P. 39–43.
10. Suiya E. V. Morphometric changes in the organism of chickered embryos in ontogenesis and when exposed to a magnetic field and laser radiation / E. V. Suiya, F. I. Suleimanov // Ippology and veterinary medicine. — 2016. — № 2(20). — P. 126–131.
11. Dmitrieva O. S. The influence of riboflavin on the body weight and eye of the chickens in the antenatal ontogenesis / Dmitriev O. S. // Izvestia Velikobskaya GSHA. — 2017. — № 4. — P. 2–7.
12. Mina M. V., Clevisal G. A. Growth of animals. M.: Science. — 1976. — 291 p.
13. Lindgren I. Sensitivity of Organ Growth to Chronically Low Oxygen Levels During Incubation in Red Jungle Fowl and Domesticated Chicken Breeds / I. Lindgren, J. Altimiras // Poultry Science. — 2011. — Vol. 90. — P. 126–135.
14. Volkova N. A. Weighing and linear indicators of growth and development of chickens embryos with the constitutive expression of the EGFP / N. A. Volkova marker gene [and others] // Achievements of Science and Technology APK. — 2018. — Vol. 32. — № 9. — P. 81–83.
15. Hamilton H. L. Sensitive Periods During Development / H. L. Hamilton // Ann. N. Y. ACAD. SCI. — 1952. — V. 55. — № 2. — P. 177–187.
16. Miklyaeva M. A. The embryonic death of geese and chickens when exposed to low-intensity laser radiation / M. A. Miklyaev [and others] // Bulletin TSU. — 2014. — Vol. 19. — Part 5. — P. 1442–1445.
17. Soldatimova I. B. Development and metabolism of chicken germs in embryogenesis during sound stimulation / I. B. Soldatova // Ontogenesis. — 2011. — Vol. 42. — № 4. — P. 300–306.
18. Windle W. F. Physiologdy of the Fetus. Philadelphia, Saunders Co. — 1940. — 249 p.