

дена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 3. - С. 60-65. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-60-65. 6. Федотов, Д. Н. Особенности морфологических механизмов адаптаций эндокринных желез у млекопитающих на территории высокого радиоактивного загрязнения и снятия антропогенной нагрузки / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 2. - С. 23-26. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-2-23-26. 7. Федотов, Д. Н. Морфология надпочечников животных / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 75 с. 8. Федотов, Д. Н. Щитовидная железа млекопитающих: особенности строения и топографии / Д. Н. Федотов // Современные аспекты фундаментальной и прикладной морфологии : Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Д. М. Голуба, Минск, 15–16 сентября 2011 года. – Минск: БГМУ, 2011. – С. 275-278.

References. 1. Zhivotnyy mir v zone avarii Chernobyl'skoy AES / pod red. L. M. Sushcheni, M. M. Pikulika, A. Ye. Plenina. – Minsk : Navuka i tekhnika, 1995. – S. 200-210. 2. Kuchmel', S. V. Monitoring okhotnich'ikh i promyslovykh vidov mlekopitayushchikh na territorii PGREZ. Rezul'taty 2005 goda / S. V. Kuchmel' // 20 let posle chernobyl'skoy katastrofy : sbornik nauchnykh trudov. – Gomel' : RNIUP «Institut radiologii», 2006. – S. 216-225. 3. Savitskiy, B. P. Mlekopitayushchiye Belarusi / B. P. Savitskiy, S. V. Kuchmel', L. D. Burko. – Minsk : Izd. Tsentr BGU, 2005. – 319 s. 4. Fedotov, D. N. Formoobrazovatel'nyye protsessy i morfologicheskiye izmeneniya perifericheskikh endokrinnnykh zhelez pri adaptivno-prisposobitel'nykh reaktsiyakh yentovidnoy sobaki v zone snyatiya antropogennoy nagruzki i pri deystvii radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov, I. S. Yurchenko // Veterinarnyy zhurnal Belarusi. – 2019. – №1 (10). – S. 68–71. 5. Fedotov, D. N. Morfogenez shchitovidnoy zhelezy u enotovidnoj sobaki v postnatal'nom ontogeneze na territorii vysokogo radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". - 2022. - Т. 58, вып. 3. - С. 60-65. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-60-65. 6. Fedotov, D. N. Osobennosti morfologicheskikh mekhanizmov adaptacij endokrinnnykh zhelez u mlekopitayushchih na territorii vysokogo radioaktivnogo zagryazneniya i snyatiya antropogennoy nagruzki / D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". - 2022. - Т. 58, вып. 2. - С. 23-26. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-2-23-26. 7. Fedotov, D. N. Morfologiya nadpochechnikov zhivotnyh / D. N. Fedotov. – Vitebsk : VGAVM, 2011. – 75 s. 8. Fedotov, D. N. SHCHitovidnaya zheleza mlekopitayushchih: osobennosti stroeniya i topografii / D. N. Fedotov // Sovremennyye aspekty fundamental'noj i prikladnoj morfologii : Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika NAN Belarusi D. M. Goluba, Minsk, 15–16 sentyabrya 2011 goda. – Minsk: BGMU, 2011. – S. 275-278.

Поступила в редакцию 02.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-47-51

УДК 636.52/58:611.013

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНКУБАЦИИ НА МОРФОГЕНЕЗ ЖЕЛТОЧНОГО МЕШКА И РАЗВИТИЕ ЭМБРИОНОВ КУР ЯИЧНОГО КРОССА «ЛОМАНН БРАУН»

Челнокова М.И. ORCID ID 0000-0002-9353-767X, Сулейманов Ф.И.,
Челноков А.А. ORCID ID 0000-0003-0502-5752, Корчемкин В.Н.
ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Великие Луки, Российская Федерация

Цель исследования – изучить влияние переменной температуры инкубации на морфогенез желточного мешка и развитие эмбрионов кур. При переменных температурах на 18 сутки, в отличие от стандартной, малый диаметр ЭЭК, площадь, периметр и диаметр сосудов больше, но меньше – диаметр ядра, площадь клетки и ядра. Переменные температуры оказывали положительное влияние на развитие эмбрионов кур, выражающееся в повышении их массы к 20 суткам, снижении массы желточного мешка и наибольшем эффекте его использования эмбрионом. **Ключевые слова:** куриные эмбрионы, переменная температура инкубации, масса тела, желточный мешок, энтодермальные эпителиальные клетки (ЭЭК).

EVALUATION OF THE EFFECT OF VARIABLE INCUBATION TEMPERATURE ON THE MORPHOGENESIS OF THE YOLK SAC AND THE DEVELOPMENT OF EGG CROSS CHICKEN EMBRYOS "LOHMANN BROWN"

Chelnokova M.I., Suleymanov F.I., Chelnokov A.A., Korchemkin V.N.
FSBEI of HE "State Agricultural Academy of Velikie Luki", Velikie Luki, Russian Federation

The aim of the research is to study the effect of variable incubation temperature on the morphogenesis of the yolk sac and the development of chicken embryos. At variable temperatures on the 18th day, in contrast to the standard, the diameter of the EECs is small, the area, perimeter and diameter of the vessels are larger, but the diameter of the nucleus, the area of the cell and the nucleus are smaller. Variable temperatures had a positive effect on the development of chicken embryos, expressed in an increase in their weight by 20 days, a decrease in the weight of the yolk sac and the greatest effect of its use by the embryo. **Keywords:** chicken embryos, variable incubation temperature, body weight, yolk sac, endodermal epithelial cells (EECs).

Введение. Желточный мешок является провизорным органом и основным источником питательных веществ в эмбриональном развитии кур. Абсорбция питательных веществ из желтка и перенос их к эмбриону при различных эндогенных факторах является одним из основных посредников, влияющих на рост эмбрионов и развитие их органов [1, 2]. В отличие от млекопитающих, желточный мешок эмбриона птиц поддерживает их развитие на протяжении всего эмбриогенеза [3]. Желточный мешок является первой экстраэмбриональной мембраной, которая выходит из эмбриональной кишки примерно со 2-го дня и постепенно образует мембрану, окружающую содержимое желтка [4]. Ткань желточного мешка состоит из 3 слоев клеток, которые закладываются в упорядоченной последовательности в течение следующих 3-4 суток эмбриогенеза. Мезодермальные клетки желточного мешка мигрируют между эктодермальным и энтодермальным слоями, образуя место для эритропоэза [5]. Ткань желточного мешка может быть морфологически разделена на желточное поле (*area vitellina*), которое не содержит мезодермального слоя и кровеносных сосудов, а также сосудистое поле (*area vasculosa*), содержащее мезодермальный слой, клетки крови и кровеносные сосуды. Со 2-х по 6-е сутки эмбрионального развития происходит быстрое расширение площади поверхности сосудистого и желточного полей. После 6-х суток площадь поверхности сосудистого поля продолжает увеличиваться до 12-х суток, тогда как площадь поверхности желточного поля уменьшается [4]. Площадь и масса ткани желточного мешка достигает своего максимального пика примерно на 15-е и 17-е сутки эмбриогенеза, а затем уменьшается к периоду вылупления [6].

Цель исследования – изучить влияние переменной температуры инкубации на морфогенез желточного мешка и развитие эмбрионов кур яичного кросса «Ломанн Браун».

Материалы и методы исследований. Объектом для исследований служили инкубационные яйца ($n=200$) кур кросса «Ломанн Браун» (ОАО «Волжанин» Ярославская область, пос. Ермаково), которые инкубировали с 1-го по 21-й день в инкубаторе ИЛБ-0,5 (Волгасельмаш, Россия) при 2 режимах: 1 – инкубация при переменных температурах ($37,8^{\circ}\text{C}$ – 1-14 сут.; $39,5^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч ежедневно – 15-17 сут.; $37,5^{\circ}\text{C}$ – 18 сут.; $37,0^{\circ}\text{C}$ – 19-21 сут.; относительная влажность воздуха – 57%) [7]; 2 – инкубация при стандартной температуре $37,6\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ с относительной влажностью воздуха 55%.

Морфометрическую оценку массы тела эмбрионов ($n=6$) и массы желточного мешка ($n=6$) проводили на 14-е, 18-е, 20-е сутки, с соблюдением этических норм при работе с живыми биологическими объектами, на аналитических весах Sartogосm ЛВ 210-А (Россия).

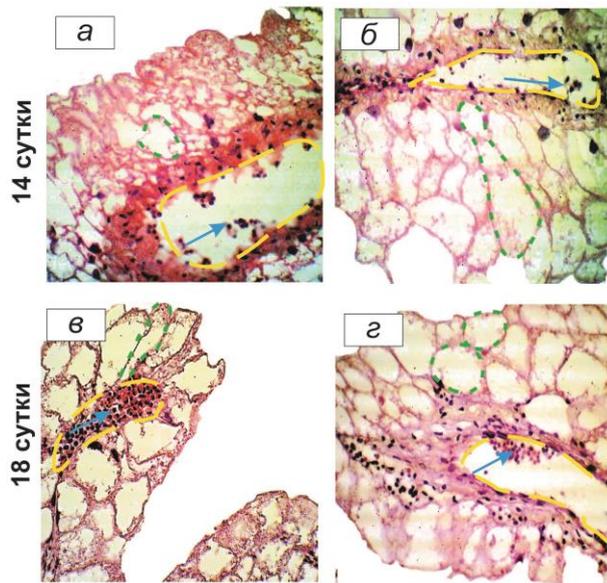
Эффективность использования остаточного желточного мешка (ОЖМ, %) определяли по отношению массы желтка ($M_{\text{желтка}}$, г) к массе тела ($M_{\text{тела}}$, г) (1) [1]:

$$\text{ОМЖ (\%)} = M_{\text{желтка}} (\text{г}) / M_{\text{тела}} (\text{г}) \times 100. \quad (1)$$

Постулируется, что наименьшее процентное содержание ОЖМ указывает на лучшую абсорбцию желтка эмбрионами [1].

Окраску срезов ($n=5$) эпителиальной ткани желточного мешка проводили гематоксилин-эозином по методу Эрлиха на 14-е и 18-е сутки инкубации. Микрофотосъемку препаратов эпителиальной ткани желточного мешка производили с помощью Digital Camera for Microscope «DCM 300» (Wise Digital, China) на базе микроскопа «Микмед-3» (ООО «Наблюдательные приборы», Санкт-Петербург, Россия). Цитоморфометрию энтодермальных эпителиальных клеток (ЭК) желточного мешка проводили с использованием программы ScreenMeter 1.0 («Софткей», Москва, Россия) и его сосудистого русла в программе Digimizer Ver. 5.7.2 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium). Статистический анализ данных проводили в программе Statistica 10.0. Для определения характера распределения использованы критерии Shapiro-Wilk's W test и Levene test. Статистическую значимость различий между исследуемыми параметрами определяли с помощью параметрического однофакторного дисперсионного анализа с последующим проведением апостериорного теста Bonferroni test и непараметрического критерия Mann-Whitney U-test. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследований. На 14-й день эмбрионального развития кур при обоих режимах инкубации ткань желточного мешка содержит ворсинкообразные структуры, состоящие из слоя ЭК с кровеносными сосудами в центре (рисунок 1, а-г). ЭК желточного мешка являются многофункциональными, которые выполняют важную физиологическую роль в поглощении питательных веществ, секреции ферментов и гормонов [2]. На поверхности ЭК желточного мешка находятся микроворсинки, которые увеличивают площадь поверхности для максимального взаимодействия с желтком. К 18-м суткам как при стандартной температуре, так и переменной, ЭК желточного мешка крупные, окружены тонкой стенкой цитоплазмы, ядра клеток почти не различаются. Визуально значительных различий в строении ткани в исследуемые сутки инкубации между стандартной и переменной температурой не наблюдалось.



Окраска гематоксилин-эозин (по Эрлиху).

Об. - 10, ок. – 15. Ворсинки желточного мешка, содержащие ЭЭК (зеленые пунктирные рамки), которые окружают центральный кровеносный сосуд (желтые пунктирные рамки).

Синяя стрелка – кровяные островки

Рисунок 1 – Микроморфологическая картина стенки желточного мешка на 14-е и 18-е сутки у эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» при стабильной температуре (а, в) и переменной температуре инкубации (б, г)

К 18-м суткам эмбриогенеза ЭЭК желточного мешка при переменных температурах уменьшаются в размерах. На 18-е сутки при переменных температурах отмечалось уменьшение в большом диаметре клетки – на $17,06 \pm 1,24$ мкм ($p=0,000$), диаметре ядра – на $1,54 \pm 0,82$ мкм ($p=0,043$), площади клетки – на $198,31 \pm 61,27$ мкм² ($p=0,043$). Однако, при стабильной температуре выявлено достоверно значимое увеличение только в диаметре ядра ЭЭК желточного мешка на $2,24 \pm 0,40$ мкм ($p=0,002$; таблица 1), а в остальных показателях различий не обнаружено ($p>0,05$). Сравнительный анализ цитометрических показателей выявил, что при переменных температурах инкубации на 14-е сутки эмбриогенеза большой и малый диаметр клетки был больше на $8,55 \pm 1,10$ мкм ($21,14 \pm 2,35\%$; $p=0,012$) и $8,63 \pm 2,25$ мкм ($53,25 \pm 5,43\%$; $p=0,012$) по сравнению со стабильной температурой, а площадь клетки – на $123,59 \pm 40,56$ мкм² ($24,55 \pm 7,26\%$; $p=0,045$). На 18-е сутки плодного периода развития при переменных температурах, в отличие от стандартной температуры, малый диаметр ЭЭК желточного мешка увеличился на $3,19 \pm 1,12$ мкм ($27,46 \pm 8,21\%$; $p=0,021$), но уменьшился диаметр ядра на $3,17 \pm 0,40$ мкм ($49,55 \pm 8,24\%$; $p=0,012$), площадь клетки – на $77,62 \pm 5,33$ мкм² ($26,84 \pm 7,01\%$; $p=0,045$) и ядра – на $9,12 \pm 1,10$ мкм² ($27,90 \pm 3,41\%$; $p=0,012$).

Наши данные в какой-то мере согласуются с исследованиями при использовании сканирующей электронной микроскопии, в которых установлено, что на 15-е сутки эмбриогенеза отмечается большая площадь поверхности ЭЭК желточного мешка, а на 19...21-е сутки клетки уменьшатся в размерах и микроворсинки покрывают всю клеточную поверхность [2]. Так, в ранних исследованиях [8] установлено, что с 15-х по 21-е сутки эмбриогенеза средний периметр апикальной поверхности ЭЭК уменьшается на 18,2%. По мнению авторов, уменьшение площади поверхности ЭЭК желточного мешка, вероятно, приводит к снижению поглощения питательных веществ и подготавливает его к втягиванию в брюшную полость куриного эмбриона [8, 2].

Таблица 1 – Влияние режима с переменными температурами (РПТ) и стабильного режима (СР) инкубации на морфометрические параметры ЭЭК и сосудов желточного мешка у эмбрионов кур

Показатели	14-е сут.		18-е сут.	
	Рпт	Ср	Рпт	Ср
Большой диаметр клетки, мкм	$40,09 \pm 1,08^*$	$31,54 \pm 0,66$	$23,03 \pm 0,85\§$	$27,31 \pm 2,16$
Малый диаметр клетки, мкм	$15,39 \pm 2,29^*$	$6,76 \pm 0,33$	$10,47 \pm 1,15^*$	$7,28 \pm 0,39$
Диаметр ядра, мкм	$8,10 \pm 0,57$	$7,49 \pm 0,19$	$6,55 \pm 0,37\§$	$9,73 \pm 0,47\$,^*$
Площадь клетки, мкм ²	$487,48 \pm 31,41^*$	$363,89 \pm 33,68$	$289,16 \pm 76,41\§$	$366,78 \pm 27,23^*$
Площадь ядра, мкм ²	$38,84 \pm 7,13$	$44,51 \pm 1,20$	$32,76 \pm 0,97$	$41,88 \pm 1,51^*$
ЯЦО	$0,12 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01$
Площадь сосуда, мкм ²	$14133,59 \pm 2636,48^*$	$4241,93 \pm 421,43$	$31389,34 \pm 2423,17\§^*$	$11236,45 \pm 1543,56\§$
Периметр сосуда, мкм	$500,11 \pm 49,13^*$	$294,32 \pm 30,47$	$740,32 \pm 60,81\§,^*$	$523,96 \pm 63,46\§$
Диаметр сосуда, мкм	$109,30 \pm 13,66$	$64,58 \pm 4,91$	$178,78 \pm 3,65\§,^*$	$86,48 \pm 12,17$

Примечания: * - достоверность различий между РПТ и СР; § - достоверно значимые различия по отношению к 14-м суткам.

При обоих режимах инкубации с 14-х по 18-е сутки эмбриогенеза морфометрические показатели сосудистого русла желточного мешка у куриных эмбрионов возрастали (таблица 1). В среднем площадь сосудов желточного мешка к 18-суткам при стабильном режиме увеличилась на $6994,52 \pm 1313,73 \text{ мкм}^2$ ($p=0,005$), при переменных температурах – на $17255,75 \pm 4699,08 \text{ мкм}^2$ ($p=0,001$), периметр – на $229,64 \pm 67,21 \text{ мкм}$ ($p=0,021$) и $240,22 \pm 94,20 \text{ мкм}$ ($p=0,015$), соответственно. Диаметр сосудов желточного мешка возрос только при переменных температурах на $69,49 \pm 16,16 \text{ мкм}$ ($p=0,015$). При переменных температурах инкубации на 14-е сутки эмбриогенеза по сравнению со стабильной температурой площадь сосудов и их периметр были достоверно больше на $9891,65 \pm 2513,31 \text{ мкм}^2$ ($66,09 \pm 6,36\%$; $p=0,021$) и $205,79 \pm 38,59 \text{ мкм}$ ($40,25 \pm 5,11\%$; $p=0,000$). На 18-е сутки развития различия в площади сосудов составили $20152,88 \pm 2620,43 \text{ мкм}^2$ ($63,64 \pm 4,86\%$; $p=0,000$), периметре – $216,36 \pm 92,20 \text{ мкм}$ ($27,35 \pm 9,35\%$; $p=0,039$), диаметре – $92,30 \pm 9,92 \text{ мкм}$ ($51,94 \pm 6,04\%$; $p=0,012$).

Влияние высоких и низких температур на формирование и дифференцировку клеток желточного мешка в эмбриогенезе кур считается доказанным. Y.M. Lin с соавторами [9] исследовали эффект предварительного хранения яиц при температуре $23,9^\circ\text{C}$ или $29,4^\circ\text{C}$ с последующей инкубацией при температурах $37,5^\circ\text{C}$ или $38,1^\circ\text{C}$ с 1-х по 5-е сутки. Предварительное хранение яиц при температуре $29,4^\circ\text{C}$ уменьшила сосудистую сеть желточного мешка на 6-е сутки эмбриогенеза, а массу желточного мешка - на 15-е сутки, тогда как инкубация яиц при высокой температуре $38,1^\circ\text{C}$ с 1-го по 5-е сутки увеличивала сосудистую сеть желточного мешка на 7-е сутки развития по сравнению со стандартной температурой $37,5^\circ\text{C}$. В другой работе [1] с применением гистологических исследований показано, что при низкой температуре $36,3^\circ\text{C}$ периметр ЭЭК желточного мешка на 15-е сутки развития значительно меньше ($78,61 \text{ мм}$), чем в контроле при температуре инкубации $37,8^\circ\text{C}$ ($94,98 \text{ мм}$) и высокой температуре $39,3^\circ\text{C}$ ($92,02 \text{ мм}$). Длительное воздействие высокой температуры в процессе инкубации вызывало 100% гибель эмбрионов на 19-е сутки эмбриогенеза, в то время как при температурах инкубации $37,8^\circ\text{C}$ и $36,3^\circ\text{C}$ периметр ЭЭК желточного мешка куриных эмбрионов снижался к периоду вылупления (21-е сутки), но был больше при низкой температуре $36,3^\circ\text{C}$ [1].

Установлено, что переменные температуры инкубации оказывали положительное влияние на развитие эмбрионов кур, выражающееся в повышении их массы к 20-м суткам эмбриогенеза на $2,52 \pm 0,57 \text{ г}$ ($p=0,000$), снижении массы желточного мешка – на $0,65 \pm 0,23 \text{ г}$ ($p=0,034$) по сравнению со стандартной температурой инкубации (таблица 2). Наибольший эффект использования ОЖМ эмбрионом отмечался при переменных температурах на 20-е сутки ($p=0,024$). Наименьшее использование ОЖМ эмбрионами при стандартной температуре указывает на более низкую абсорбцию и утилизацию эмбрионом питательных веществ, что приводит к снижению их качества и качества молодняка кур [1, 10].

Таблица 2 – Влияние режима с переменными температурами (РПТ) и стабильного режима (СР) инкубации на массу тела, массу желточного мешка и остаточного желточного мешка у эмбрионов кур (n=6)

Показатели	14-е сут.		18-е сут.		20-е сут.	
	РПТ	СР	РПТ	СР	РПТ	СР
Масса тела эмбриона, г	$10,54 \pm 0,11^*$	$8,10 \pm 0,23$	$28,63 \pm 0,57\$,^*$	$23,04 \pm 0,07\$\$	$36,05 \pm 0,29\$,^*$	$33,53 \pm 0,29\$\$
Масса желточного мешка, г	$11,33 \pm 0,50^*$	$7,17 \pm 0,39$	$4,83 \pm 0,41\$\$	$4,01 \pm 0,43\$\$	$1,59 \pm 0,15\$,^*$	$2,56 \pm 0,20\$\$
ОЖМ, %	$108,00 \pm 6,53$	$89,37 \pm 7,05$	$17,18 \pm 1,97\$\$	$17,37 \pm 0,51\$\$	$4,43 \pm 0,82\$,^*$	$7,69 \pm 0,82\$\$

Примечания: $\$$ - достоверно значимые различия по отношению к предыдущим суткам; * - достоверность различий между РПТ и СР.

Заключение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что общей закономерностью в развитии желточного мешка при стандартной и переменной температурах является уменьшение размеров ЭЭК и увеличение сосудов к 18-м суткам инкубации. При переменных температурах на 18-е сутки, в отличие от стандартной, малый диаметр клеток ЭЭК, площадь, периметр и диаметр сосудов больше, но меньше – диаметр ядра, площадь клетки и ядра. Переменные температуры оказывали положительное влияние на развитие эмбрионов кур, выражающееся в повышении их массы к 20-м суткам, снижении массы желточного мешка и наибольшем эффекте его использования эмбрионом.

Conclusion. The results of the conducted studies indicate that the general pattern in the development of the yolk sac at standard and variable temperatures is a decrease in the size of the EECs, and an increase in vessels by the 18th day of incubation. At variable temperatures on the 18th day, in contrast to the standard, the diameter of the EECs is small, the area, perimeter and diameter of the vessels are larger, but the diameter of the nucleus, the area of the cell and the nucleus are smaller. Variable temperatures had a posi-

tive effect on the development of chicken embryos, expressed in an increase in their weight by the 20th day, a decrease in the weight of the yolk sac, and the greatest effect of its use by the embryo.

Список литературы. 1. Incubation temperature affects yolk utilization through changes in expression of yolk sac tissue functional genes / J. Dayan [et al.] // *Poult. Sci.* – 2020. – Vol. 99(11). – P. 6128-6138. 2. Wong, E. A. Centennial Review: The chicken yolk sac is a multifunctional organ / E. A. Wong, Z. Uni // *Poult. Sci.* – 2021. – Vol. 100(3). – e100821. 3. Yadgary, L. Temporal transcriptome analysis of the chicken embryo yolk sac / L. Yadgary, E.A. Wong, Z. Uni // *BMC Genomics.* – 2014. – Vol.15(1). – P. 690. 4. Romanoff, A. L. The extraembryonic membranes. *The Avian Embryo: Structural and Functional Development* / A. L. Romanoff. – The Macmillan Company, New York, NY, 1960. – P. 1041-1140. 5. Clement, R. Tissue growth pressure drives early blood flow in the chicken yolk sac / R. Clement, B. Mauroy, A.J.M. Cornlissen // *Dev. Dyn.* – 2017. – Vol.246. – P. 573-584. 6. Changes in yolk sac membrane absorptive area and fat digestion during chick embryonic development / L. Yadgary [et al] // *Poult. Sci.* – 2013. – Vol.92. – P. 1634-1640. 7. Челнокова, М. И. Синергетическое воздействие переменной температуры и красного светодиодного освещения во время инкубации на рост, метаболизм куриных эмбрионов и качество суточных цыплят яичного кросса / М. И. Челнокова, Ф. И. Сулейманов, А. А. Челноков // *Российская сельскохозяйственная наука.* – 2022. – № 6. – С. 51-56. 8. Dayan, J. Ultrastructural development of the yolk sac tissue during incubation / J. Dayan, N. Reicher, Z. Uni // *The XVth European Poultry Conference.* – Croatia, 2018. – P. 137. 9. Thermal treatments prior to and during the beginning of incubation affects development of the broiler embryo and yolk sac membranes, and live performance and carcass characteristics / Y. M. Lin [et al] // *Poult. Sci.* – 2017. – Vol.96. – P. 1939-1947. 10. Sahan, U. Yolk sac fatty acid composition, yolk absorption, embryo development, and chick quality during incubation in eggs from young and old broiler breeders / U. Sahan, A. Ipek, A. Sozcu // *Poult. Sci.* – 2014. – Vol. 93. – P. 2069-2077.

References. 1. Incubation temperature affects yolk utilization through changes in expression of yolk sac tissue functional genes / J. Dayan [et al.] // *Poult. Sci.* – 2020. – Vol. 99(11). – P. 6128-6138. 2. Wong, E. A. Centennial Review: The chicken yolk sac is a multifunctional organ / E. A. Wong, Z. Uni // *Poult. Sci.* – 2021. – Vol. 100(3). – e100821. 3. Yadgary, L. Temporal transcriptome analysis of the chicken embryo yolk sac / L. Yadgary, E.A. Wong, Z. Uni // *BMC Genomics.* – 2014. – Vol.15(1). – P. 690. 4. Romanoff, A. L. The extraembryonic membranes. *The Avian Embryo: Structural and Functional Development* / A. L. Romanoff. – The Macmillan Company, New York, NY, 1960. – P. 1041-1140. 5. Clement, R. Tissue growth pressure drives early blood flow in the chicken yolk sac / R. Clement, B. Mauroy, A.J.M. Cornlissen // *Dev. Dyn.* – 2017. – Vol.246. – P. 573-584. 6. Changes in yolk sac membrane absorptive area and fat digestion during chick embryonic development / L. Yadgary [et al] // *Poult. Sci.* – 2013. – Vol.92. – P. 1634-1640. 7. Chelnokova, M. I. Sinergeticheskoe vozdejstvie peremennoj temperatury i krasnogo svetodiodnogo osveshcheniya vo vremena inkubacii na rost, metabolizm kurinyh embrionov i kachestvo sutochnyh cyplyat yaichnogo krossa / M. I. Chelnokova, F. I. Sulejmanov, A. A. Chelnokov // *Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka.* – 2022. – №6. – S. 51-56. 8. Dayan, J. Ultrastructural development of the yolk sac tissue during incubation / J. Dayan, N. Reicher, Z. Uni // *The XVth European Poultry Conference.* – Croatia, 2018. – P. 137. 9. Thermal treatments prior to and during the beginning of incubation affects development of the broiler embryo and yolk sac membranes, and live performance and carcass characteristics / Y. M. Lin [et al] // *Poult. Sci.* – 2017. – Vol.96. – P. 1939-1947. 10. Sahan, U. Yolk sac fatty acid composition, yolk absorption, embryo development, and chick quality during incubation in eggs from young and old broiler breeders / U. Sahan, A. Ipek, A. Sozcu // *Poult. Sci.* – 2014. – Vol. 93. – P. 2069-2077.

Поступила в редакцию 30.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-51-56
УДК 619:612.017:618.7:636.4

НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ ГУМОРАЛЬНАЯ И КЛЕТОЧНАЯ ЗАЩИТА В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА У СВИНОМАТОК С ПОСЛЕРОДОВОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

*Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, *Сашнина Л.Ю. ORCID ID 000-0001-6477-6156,
*Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264, *Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170,
**Елецкий А.В.

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
**ООО «РУСМИТ», Воронежская область, Российская Федерация

В статье представлены результаты изучения неспецифической резистентности у свиноматок в разные периоды репродуктивного цикла в условиях промышленно свиноводческого комплекса. Установлено, что у животных, заболевших после опороса, уже до осеменения и в период супоросности регистрируют пониженный, по сравнению с таковым у клинически здоровых свиноматок, уровень гуморальной и клеточной защиты, свидетельствующий о риске развития воспалительных процессов в репродуктивной системе, проявляющихся клинически после опороса эндометритами и ММА. В период лактации у перенесших послеродовые заболевания свиноматок показатели неспецифической резистентности были также ниже, чем у клинически здоровых животных. **Ключевые слова:** свиноматки, бактерицидная, лизоцимная и комплементарная активность сыворотки крови, фагоцитоз, циркулирующие иммунные комплексы.