

УДК: 636.52/.58:611.013

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.3.241

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЛАЗНЫХ ЯБЛОК И ХРУСТАЛИКОВ У КУРИНЫХ ЭМБРИОНОВ КРОССА «ЛОМАНН БРАУН»

Дмитриева О.С.¹ – канд. ветеринар. наук, доц. каф. зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства (ORCID 0000-0003-1326-7794);
Аржанкова Ю.В.² – д-р биол. наук, доц. каф. зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства (ORCID 0000-0003-0964-5270); Половинцева Т.М.³ – канд. биол. наук (ORCID 0000-0003-4285-9940).

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная
сельскохозяйственная академия»

*oksana.sergeevna85@mail.ru

Ключевые слова: куриный эмбрион, глазные яблоки, хрусталики, морфометрия, эмбриогенез.

Key words: chicken embryo, eyeballs, lenses, morphometry, embryogenesis.

Поступила: 08.07.2024

Принята к публикации: 20.09.2024

Опубликована онлайн: 01.10.2024



РЕФЕРАТ

В статье представлены морфометрические исследования глазных яблок и хрусталиков куриных эмбрионов с 4-х по 20-е сутки инкубации в росто-каудальном и дорсо-вентральном направлениях. На ранних этапах развития наблюдались небольшие различия в диаметрах правых и левых глазных яблок, которые постепенно уменьшались, достигая синхронного развития к концу инкубации. В росто-каудальном направлении размер правого глазного яблока превышал левое на 25% на 4-е сутки, уменьшаясь до 1,9% к 20-м суткам. Достоверные различия наблюдались на 16 и 19 сутки ($p < 0,05 \dots 0,01$). В дорсовентральном направлении разница между правым и левым глазным яблоком составила 9,4% на 6-е сутки, стабилизируясь на уровне 1,8-1,9% к 18-20-м суткам. Достоверные различия отмечены на 6-е ($p < 0,05$) и 18-20-е ($p < 0,01$) сутки. Размер хрусталика в росто-каудальном направлении показал максимальное отклонение 33,3% на 4-е сутки и минимальное 5,9% на 20-е сутки. Достоверные различия между правым и левым хрусталиками обнаружены только на 9-е сутки ($p < 0,01$), 18-19-е сутки ($p < 0,01$) инкубации в дорсовентральном направлении разница между правым и левым хрусталиком составляла от 7,7% до 25,0% на ранних стадиях (4-9 сутки), уменьшаясь к 20-м суткам до 4,2%. Достоверных различий не выявлено. Исследования показали, что размеры глазных яблок и хрусталиков увеличиваются закономерно в течение инкубационного периода, при этом правый глаз и хрусталик несколько больше левого на протяжении всего периода развития. Размеры хрусталиков увеличивались пропорционально росту глазных яблок. Нами интенсивный рост отмечен при переходе к раннеплодной стадии развития.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Исследование морфогенеза глазного яблока и хрусталика у куриных эмбрионов, представляет собой важную и актуальную задачу современной эмбриологии и морфологии. Глазное яблоко и хрусталик являются важнейшими элементами зрительного аппарата, определяющими его анатомическую и функциональную целостность. Глазное яблоко, как основной рецепторный орган зрительного анализатора, играет ключевую роль в восприятии света и преобразовании световой информации в нервные импульсы. Хрусталик, в свою очередь, отвечает за фокусировку света на сетчатке, обеспечивая четкое и ясное изображение. Морфометрические параметры этих структур, такие как их размер, форма и положение, могут служить важными индикаторами нормального или патологического развития зрительной системы на ранних стадиях эмбриогенеза [1-3].

В настоящее время изучение морфометрических изменений глазных яблок и хрусталиков на различных этапах эмбрионального развития является актуальным направлением исследований в области офтальмологии и эмбриологии. Асимметрии в развитии глазных яблок и хрусталиков могут иметь генетическую природу, а также возникать под влиянием внешних факторов, таких как условия инкубации, температура, влажность, освещение и другие параметры среды [4-6].

На сегодняшний день данные о морфометрических изменениях параметров глазных яблок и хрусталиков у куриных эмбрионов остаются фрагментарными и требуют систематизации. Существующие исследования в этой области зачастую ограничиваются общими описаниями, не учитывающими детальные изменения размеров и формы глазных яблок в зависимости от стадии эмбрионального развития. В связи с этим возрастает необходимость разработки и применения новых, более точных методик морфометрического анализа, которые позволили бы получить надежные и воспроизводимые данные о динамике изменений глазных яблок

и хрусталиков в эмбриональном периоде [7-11].

Целью данного исследования является изучение морфометрических изменений глазных яблок и хрусталика куриных эмбрионов в росто-каудальном и дорсовентральном направлении в различные сутки инкубационного периода (с 4-х по 20-е сутки).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проводились в научной лаборатории ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА. Для исследования были отобраны яйца кур кросса «Ломанн Браун», оцененные по массе, целостности скорлупы и степени мраморности для определения их качества и пригодности к инкубации. Масса яиц составила 51-59 г (n=60).

При инкубации яиц температура воздуха в инкубаторе была стабильной ($37,6 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$), а относительная влажность воздуха составляла 54,0-57,0%, соответствуя рекомендациям ВНИТИП по инкубации яиц сельскохозяйственной птицы. Проводился биологический контроль с помощью овоскопирования.

Материалом для исследования являлись глазные яблоки куриных эмбрионов с 4-го по 20-й сутки инкубации. Ежедневно, в одно и то же время проводилось вскрытие трех яиц. Глазное яблоко каждого эмбриона измеряли в программе ScreenMeter 1.0 («Софткей», Москва, Россия).

Диаметр глазного яблока и хрусталика измеряли в дорсовентральном и росто-каудальном направлениях. Из-за невозможности осуществить анализ в первые три дня развития исследование глазных яблок и хрусталиков начиналось с 4-х суток инкубации. Полученные данные подвергались биометрической обработке с анализом цифрового материала и степени достоверности результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В результате исследования были проведены морфометрические измерения диаметров глазных яблок и хрусталиков у эмбрионов кур в различных направлениях — дорсовентральном и росто-

каудальном. Эти измерения позволили выявить периоды интенсивного роста глазных яблок и хрусталиков в процессе эмбрионального развития.

Данные, представленные в таблице 1 и на рисунках 1-4, демонстрируют посуточ-

ное развитие глазных яблок и хрусталиков у эмбрионов кур с 4-х по 20-е сутки инкубации, что отражает динамику их роста и развития на различных стадиях эмбрионального периода (табл. 1).

Таблица 1 – Морфометрическое измерение диаметра правых, левых глазных яблок хрусталиков у эмбрионов кур

С У Т О К	Измерение глаза, мм				Измерение хрусталика, мм			
	ростро-каудально		дорсовентрально		ростро-каудально		дорсовентрально	
	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый
Позднезародышевая стадия (4-6 сутки)								
4	0,5±0,1	0,4±0,03	1,5±0,03	1,4±0,10	0,4±0,03	0,3±0,03	0,5±0,03	0,4±0,03
5	1,9±0,1	1,8±0,1	2,7±0,03	2,6±0,03	0,5±0,03	0,4±0,03	0,7±0,03	0,6±0,03
6	2,9±0,1	2,8±0,2	3,5±0,03*	3,2±0,10	0,5±0,03	0,4±0,03	0,7±0,03	0,6±0,03
Раннеплодная стадия (7-12 сутки)								
7	3,9±0,03	3,7±0,1	4,7±0,1	4,6±0,1	0,8±0,03	0,7±0,03	1,2±0,03	1,1±0,03
8	6,2±0,1	5,9±0,1	6,5±0,03	6,4±0,1	0,8±0,03	0,7±0,03	1,2±0,03	1,1±0,03
9	6,4±0,1	6,3±0,1	7,1±0,03	7,0±0,1	0,9±0,03* *	0,7±0,03	1,4±0,03	1,3±0,06
10	7,0±0,1	6,9±0,1	7,2±0,1	7,1±0,1	1,0±0,10	0,9±0,03	1,5±0,06	1,4±0,06
11	8,1±0,1	8,0±0,1	8,4±0,1	8,2±0,1	1,1±0,03	1,0±0,03	1,5±0,06	1,4±0,03
12	8,4±0,1	8,2±0,1	8,7±0,1	8,6±0,1	1,2±0,03	1,1±0,03	1,8±0,06	1,7±0,09
Среднеплодная стадия (13-17 сутки)								
13	9,0±0,1	8,9±0,03	9,2±0,1	9,1±0,03	1,3±0,03	1,2±0,03	2,1±0,03	2,0±0,03
14	9,2±0,1	9,0±0,03	9,5±0,03	9,3±0,1	1,4±0,03	1,3±0,03	2,2±0,03	2,1±0,03
15	9,3±0,1	9,2±0,03	9,8±0,03	9,6±0,1	1,5±0,03	1,4±0,03	2,2±0,03	2,1±0,06
16	9,6±0,03*	9,5±0,01	10,2±0,1	10,0±0,0 3	1,6±0,03	1,5±0,03	2,3±0,06	2,2±0,03
17	9,9±0,1	9,8±0,1	10,6±0,1	10,5±0,0 3	1,6±0,03	1,5±0,03	2,3±0,06	2,2±0,00
Позднеплодная стадия (18-20 сутки)								
18	10,1±0,1	9,9±0,1	10,9±0,03**	10,7±0,0 3	1,9±0,03* *	1,6±0,03	2,4±0,03	2,3±0,07
19	10,5±0,03**	10,3±0,03	11,0±0,03**	10,8±0,0 3	1,9±0,03* *	1,7±0,03	2,5±0,03 *	2,4±0,03
20	10,8±0,1	10,6±0,1	11,3±0,03**	11,1±0,0 3	1,8±0,03	1,7±0,03	2,5±0,03	2,4±0,03

*p<0,05, ** p<0,01.

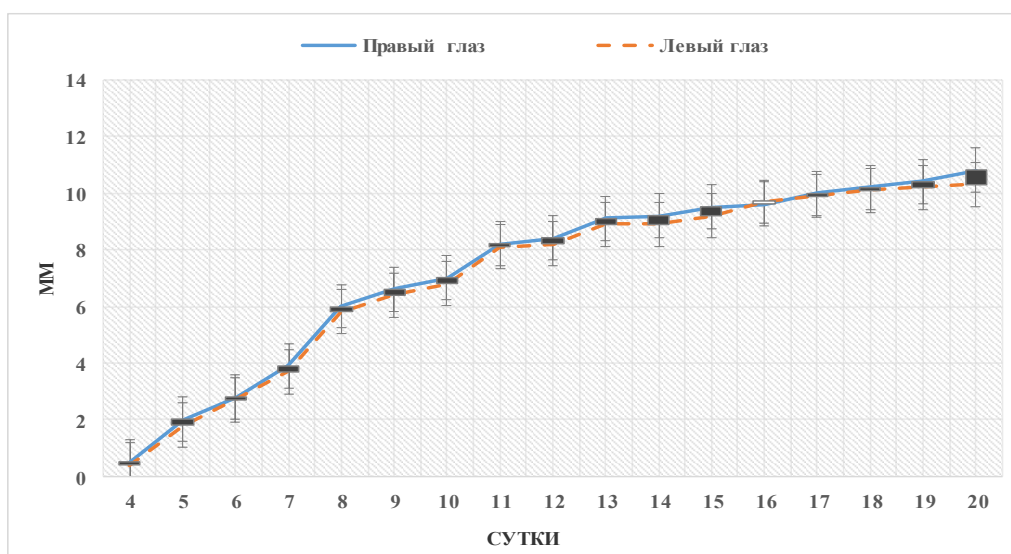


Рисунок 1 – Изменение диаметра левого и правого глазных яблок куриного эмбриона в росто-каудальном направлении.

Измерение диаметра правого и левого глазных яблок куриного эмбриона в росто-каудальном направлении позволяет оценить их развитие. На начальной стадиях развития глазные яблоки имеют диаметр 0,4-0,5 мм, что свидетельствует о симметричности. По мере роста эмбриона наблюдается постепенное увеличение диаметров глазных яблок, с определенными колебаниями в зависимости от возраста (рис. 1).

В результате измерений в росто-каудальном направлении получены следующие данные: на 4-е сутки инкубации размер правого глазного яблока превышает размер левого на 25%, к 20-м суткам инкубации этот показатель уменьшился до 1,9%. Достоверное превосходство правых глазных яблок по сравнению левыми выявлено на 16-е ($p<0,05$) и 19-е ($p<0,01$) сутки. Однако на протяжении всего инкубационного периода росто-каудальный диаметр правых глазных яблок больше диаметра левых.

Изучение изменения диаметров левого и правого глазных яблок куриного эмбриона в дорсовентральном направлении позволяет оценить их динамику развития (рис. 2). Дорсовентральное измерение

предоставляет информацию о вертикальном размере глазного яблока, что важно для понимания его роста и развития в вертикальной плоскости. Это измерение помогает определить, как глазное яблоко удлиняется или уплощается в вертикальном направлении, что влияет на его общую форму и объем.

Поскольку глазное яблоко должно иметь определенную форму для нормального функционирования, изменения в дорсовентральном размере могут свидетельствовать о нарушениях в его формировании. Например, отклонения от нормального роста могут привести к изменению кривизны роговицы или формы хрусталика, что, в свою очередь, влияет на преломление света и зрительное восприятие.

При дорсовентральном измерении разница между правым и левым глазным яблоком составила: на 6-е сутки инкубации – 9,4%, к 18-20-м суткам этот показатель стабилизировался на уровне 1,8-1,9%. Достоверное превосходство правых глаз по сравнению левыми выявлено на 6-е ($p<0,05$), 18-20-е ($p<0,01$) сутки инкубации и наблюдается в течение всего периода.

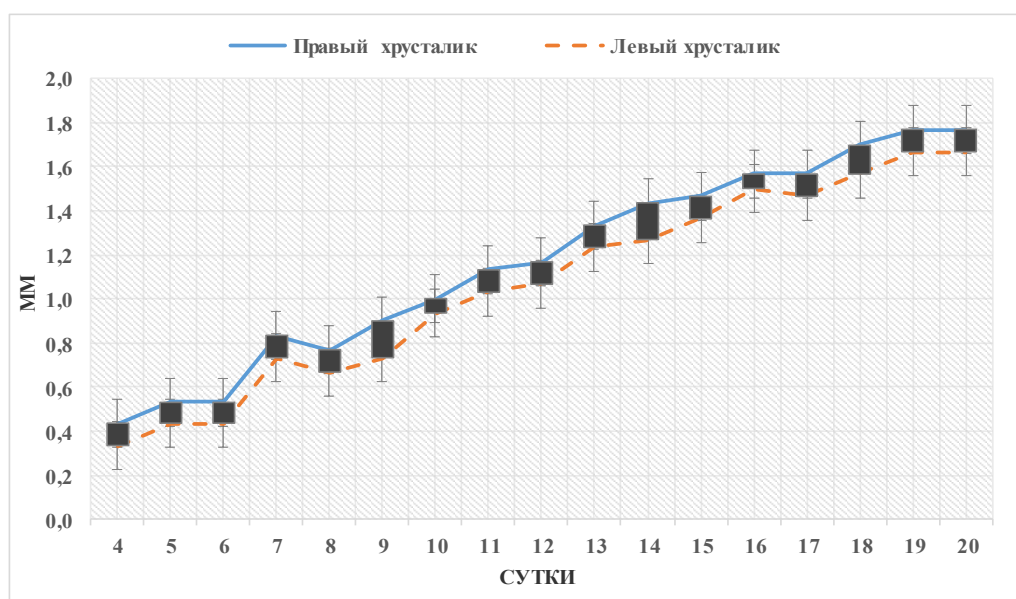


Рисунок 3 – Изменение диаметра хрусталика левых и правых глаз куриного эмбриона в росто-каудальном направлении.

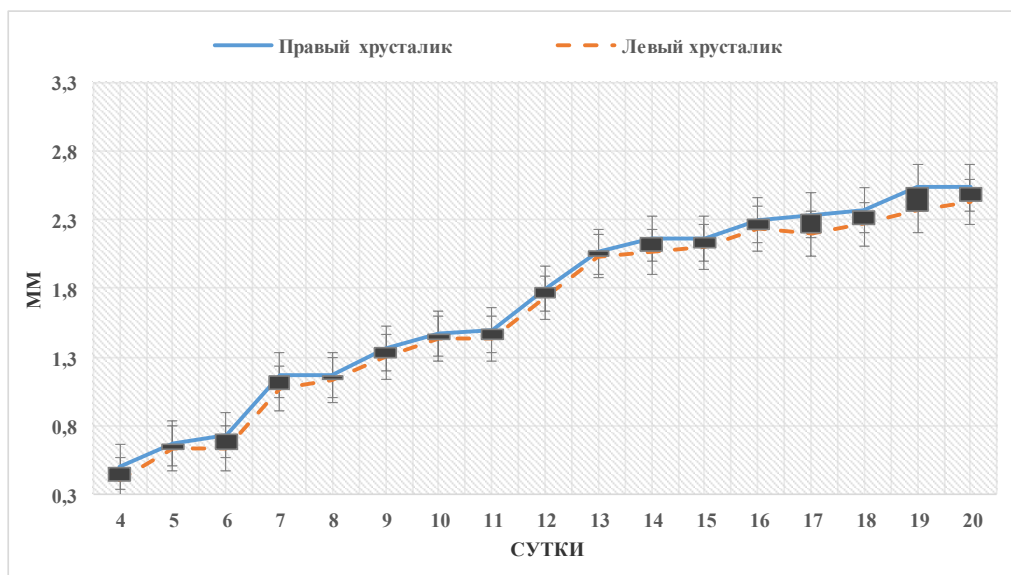


Рисунок 4 – Изменение диаметра хрусталика левых и правых глазных яблок куриного эмбриона в дорсовентральном направлении.

Таким образом, можно сделать вывод, что в период инкубации отмечается закономерный рост глазных яблок, причем размер правых глазных яблок больше размера левых на протяжении всего периода инкубации. К концу позднеплодной стадии различия становятся достоверными несмотря на то, что различия между размерами глазных яблок в относительных величинах несколько снижаются.

Морфометрические измерения хрусталика у эмбрионов кур также проводились с 4-х по 20-е сутки инкубации как росто-каудально, так и дорсовентрально для обоих (рис. 3, 4).

Размер хрусталика активно изменяется в инкубационный период пропорционально размеру глазного яблока. В росто-каудальном направлении между правыми и левыми хрусталиками не обнаружено достоверных различий в размере за периоды с 4-х по 20-е сутки за исключением -х ($p < 0,01$), 18-19-ых суток ($p < 0,01$).

В росто-каудальном направлении разница между размерами правых и левых хрусталиков показало отклонение с максимальным значением 33,3% на 4-е сутки и минимальным значением 5,9% на 20-е сутки. Более быстрый рост выявлен на 7-е сутки при переходе к раннеплодной стадии, затем показатель возрастал закономерно.

При измерениях дорсовентрально на 4-е сутки инкубации разница в размере правого и левого хрусталика составила 25%, к 20-м суткам она уменьшилась до 4,2%.

В дорсовентральном направлении на ранних стадиях развития (с 4-х по 9-е сутки) изменения размеров были значительно выражены. Разница между правыми и левыми хрусталиками составляла от 7,7% до 25,0%. Затем значения показателей закономерно уменьшались, достигая 4,2%. К 20-м суткам достоверных различий не выявлено.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

На начальных стадиях развития куриных эмбрионов, диаметр глазных яблок как правого, так и левого составляет 0,4-0,5 мм, что указывает на их симметрич-

ное развитие. По мере роста эмбрионов наблюдается закономерное увеличение диаметров глазных яблок в росто-каудальном направлении. На 4-е сутки инкубации размер правого глазного яблока превышал левое на 25%, однако к 20-м суткам разница уменьшилась до 1,9%. Это свидетельствует о постепенном выравнивании размеров глазных яблок по мере их развития.

В течение всего периода инкубации росто-каудальный диаметр правого глазного яблока был больше, чем левого. Достоверное превосходство правых глазных яблок было выявлено на 16-е и 19-е сутки инкубации ($p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно).

Измерения в дорсовентральном направлении показали, что разница в размере между правым и левым глазными яблоками составляла 9,4% на 6-е сутки инкубации и стабилизировалась на уровне 1,8-1,9% к 18-20-м суткам. Достоверные различия также были отмечены на 6-е и 18-20-е сутки инкубации ($p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно).

Размер хрусталика увеличивался пропорционально росту глазного яблока. В росто-каудальном направлении не было обнаружено достоверных различий между правым и левым хрусталиками, за исключением 9-х и 18-19-х суток инкубации ($p < 0,01$). Наибольшая разница в размерах хрусталика отмечалась на 4-е сутки (33,3%), минимальная — на 20-е сутки (5,9%).

В дорсовентральном направлении на ранних стадиях инкубации (4-9-е сутки) разница в размерах хрусталиков между правым и левым была значительно выражена (от 7,7% до 25,0%). Однако к 20-м суткам эта разница уменьшилась до 4,2%, и достоверных различий выявлено не было.

В целом, исследование показало закономерный рост глазных яблок и хрусталиков у куриных эмбрионов, причем правые глазные яблоки и хрусталики были больше по размеру на протяжении всего периода инкубации. Однако к концу позднеплодной стадии различия в размерах

между правыми и левыми глазными яблоками, и хрусталиками снизились и стали менее выраженными.

MORPHOMETRIC CHANGES IN PARAMETERS OF EYEBALLS AND CRYSTALLINE LENS IN CHICKEN EMBRYOS OF THE CROSS "LOMANN BROWN"

Dmitrieva O. S.¹ – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of zootechnics and animal production processing technology; **Arzhankova Yu. V.**² – doctor of biological sciences, associate professor of the department of zootechnics and animal production processing technology; **Polovintseva T. M.**³ – candidate of biological sciences (ORCID 0000-0003-4285-9940)

State Agricultural Academy of Velikie Luki

* oksana.sergeevna85@mail.ru

ABSTRACT

The article presents morphometric studies of eyeballs and crystalline lens of chicken embryos from the 4th to the 20th day of incubation in rostral-caudal and dorsoventral directions. At early stages of development, slight differences in the diameters of the right and left eyeballs were observed, which gradually decreased, reaching synchronous development by the end of incubation. In the rostral-caudal direction, the size of the right eyeball exceeded the left one by 25% on the 4th day, decreasing to 1.9% by the 20th day. Significant differences were observed on the 16th and 19th day ($p < 0.05 \dots 0.01$). In the dorsoventral direction, the difference between the right and left eyeballs was 9.4% on the 6th day, stabilizing at 1.8-1.9% by the 18th-20th day. Significant differences were noted on the 6th ($p < 0.05$) and 18th-20th ($p < 0.01$) days. The lens size in the rostral-caudal direction showed a maximum deviation of 33.3% on the 4th day and a minimum of 5.9% on the 20th day. Significant differences between the right and left lens were found only on the 9th day ($p < 0.01$), 18-19th day ($p < 0.01$) of incubation in the dorsoventral direction the difference between the right

and left lens ranged from 7.7% to 25.0% in the early stages (4-9 days), decreasing to 4.2% by the 20th day. No significant differences were found. The studies showed that the sizes of the eyeballs and crystalline lens increased in a regular manner during the incubation period, with the right eye and crystalline lens being slightly larger than the left throughout the developmental period. The size of the lens increased in proportion to the growth of the eyeballs. We noted intensive growth during the transition to the early fruiting stage of development.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аржанкова, Ю. В. Влияние витамина А (ретинол) на массу тела и глаз цыплят-бройлеров в постнатальном онтогенезе / Ю. В. Аржанкова, О. С. Дмитриева, С. Ю. Николаева // наука молодых 2022 : сборник статей III Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 19 декабря 2022 года. Том Часть 1. – Петрозаводск: Международное партнерство «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 213-218.
2. Дмитриева, О. С. Морфофункциональные изменения зрительного анализатора цыплят-бройлеров в онтогенезе и при воздействии рибофлавина / О. С. Дмитриева // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Сборник докладов XIV Международной научно-практической конференции, Великие Луки, 11–12 апреля 2019 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 111-120.
3. Дмитриева, О. С. Влияние рибофлавина на массу тела и глаз эмбрионов кур в антенатальном онтогенезе / О. С. Дмитриева // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 2-7.
4. Дмитриева, О. С. Влияние витамина А (ретинола) на гистологические изменения в сетчатой оболочке глаза и хрусталика цыплят-бройлеров в постнатальном онтогенезе / О. С. Дмитриева, Ю. В. Аржанкова, С. Ю. Николаева // Лучший исследовательский проект 2023 : сборник статей

Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 17 мая 2023 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. – С. 95-103.

5.Дмитриева, О. С. Влияние витамина А (ретинола) на морфометрические изменения параметров глазного яблока и хрусталика глаза цыплят – бройлеров в постнатальном онтогенезе / О. С. Дмитриева, С. Ю. Николаева // Молодые исследователи – современной науке : сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 10 мая 2023 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. – С. 165-171.

6.Половинцева, Т. М. Начальные этапы развития глазного яблока у эмбрионов кур / Т. М. Половинцева, О. С. Дмитриева // Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования: материалы научно-практической (очно-заочной) конференции с международным участием, Омск, 26 октября 2017 года / Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства. – Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2017. – С. 21-26.

7.Mey, J. Development of the visual system of the chick. I. Cell differentiation and histogenesis / J. Mey, S. Thanos // Brain Res Brain Res Rev. – 2000. –V. 32. – P. 343-379.

8.Neath, P. Intraocular pressure-dependent and -independent phases of growth of the embryonic chick eye and cornea / P. Neath, S.M. Roche, J.A. Bee // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 1991. –V. 32. – P. 2483-2491.

9.Rogers, L.J. Asymmetry of Motor Behavior and Sensory Perception: Which Comes First? / L.J. Rogers // Symmetry. – 2020. –V. 12. – P. 1-12.

10.Thanos, S. Axonal arborization in the developing chick retinotectal system / S. Thanos, F. J. Bonhoeer // Comp. Neurol. – 1987. –V. 261. – P. 155-164.

11.Zareen, N. Histological stages of retinal morphogenesis in chicken - a descriptive

laboratory research / N. Zareen, M. Y. Khan, L. A. Minhas // Italian Journal of Zoology. – 2011. – V. 78. – P. 45-52.

REFERENCES

1. Arzhankova, Yu. V. Effect of vitamin A (retinol) on body weight and eyes of broiler chickens in postnatal ontogenesis / Yu. V. Arzhankova, O. S. Dmitrieva, S. Yu. Nikolaeva // SCIENCE OF THE YOUNG 2022: collection of articles of the III International Research Competition, Petrozavodsk, December 19, 2022. Volume Part 1. - Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2022. - C. 213-218. - EDN CZCXQL.

2.Dmitrieva, O. S. Morphofunctional changes in the visual analyzer of broiler chickens in ontogenesis and under the influence of riboflavin / O. S. Dmitrieva // Scientific and technological progress in agricultural production: Collection of reports of the XIV International Scientific and Practical Conference, Velikie Luki, April 11-12, 2019. - Velikie Luki: Velikie Luki State Agricultural Academy, 2019. - C. 111-120.

3.Dmitrieva, O. S. The effect of riboflavin on the body weight and eyes of chicken embryos in antenatal ontogenesis / O. S. Dmitrieva // Izvestiya Velikolukskaya State Agricultural Academy. - 2017. - № 4. - C. 2-7. - EDN YLSEBJ.

4.Dmitrieva, O. S. Effect of vitamin A (retinol) on histological changes in the retina and lens of broiler chickens in postnatal ontogenesis / O. S. Dmitrieva, Y. V. Arzhankova, S. Yu. Nikolaeva // best research project 2023: collection of articles of the International Research Competition, Petrozavodsk, May 17, 2023. - Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2023. - C. 95-103.

5.Dmitrieva, O. S. Effect of vitamin A (retinol) on morphometric changes in the parameters of the eyeball and eye lens of broiler chickens in postnatal ontogenesis / O. S. Dmitrieva, S. Yu. Nikolaeva // young researchers - modern science: collection of articles of the VI International Scientific Conference, Petrozavodsk, May 10, 2023. -

- Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2023. - С. 165-171.
6. Polovintseva, T. M. Initial stages of eyeball development in chicken embryos / T. M. Polovintseva, O. S. Dmitrieva // Modern trends of scientific support in the development of agroindustrial complex: fundamental and applied research: proceedings of the scientific and practical (full-time and part-time) conference with international participation, Omsk, October 26, 2017 / Siberian Research Institute of Poultry Breeding. - Omsk: IP Maksheeva E.A., 2017. - С. 21-26.
7. Mey, J. Development of the visual system of the chick. I. Cell differentiation and histogenesis / J. Mey, S. Thanos // Brain Res Brain Res Rev. - 2000. -V. 32. - P. 343-379.
8. Neath, P. Intraocular pressure-dependent and -independent phases of growth of the embryonic chick eye and cornea / P. Neath, S.M. Roche, J.A. Bee // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. - 1991. -V. 32. - P. 2483-2491.
9. Rogers, L.J. Asymmetry of Motor Behavior and Sensory Perception: Which Comes First? / L.J. Rogers // Symmetry. - 2020. -V. 12. - P. 1-12.
10. Thanos, S. Axonal arborization in the developing chick retinotectal system / S. Thanos, F. J. Bonhoeer // Comp. Neurol. - 1987. -V. 261. - P. 155-164.
11. Zareen, N. Histological stages of retinal morphogenesis in chicken - a descriptive laboratory research / N. Zareen, M. Y. Khan, L. A. Minhas // Italian Journal of Zoology. - 2011. - V. 78. - P. 45-52.