

DOI: 10.52419/ISSN2072-2419.2023.1.212

УДК 591.33:636.597

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕФЕРЕНСНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ УТОК

К. Тодороски1-аспирант 3-го года обучения каф. физиологии и патологической физиологии (ORCID 0000-0003-4908-4316), Ежкова А.М.1- д. биол. наук, проф., зав.каф.физиологии и патологической физиологии (0000-0002-5526-2214), Ежков В.О.2 - д. вет. наук, проф., зав. отделом био- и нанотехнологий в земледелии и животноводстве (ORCID 0000-0001-6476-6054), Волков Р.А.1- к. биол. наук, доц. каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии (ORCID 0000-0001-8519-2299)  
1- ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ; 2- ФИЦ КазНЦ РАН

**Ключевые слова:** эмбрион, утка, развитие, инкубация, яйцо, овоскопия, анатомирование, морфометрия.

**Key words:** embryo, duck, development, incubation, egg, ovoscopy, anatomy, morphometry.



### РЕФЕРАТ

Общеизвестно, что период высживания яиц, размеры птенцов и их зрелость в период вылупления существенно зависят от видов птиц и тесно связаны с генетическими факторами и условиями окружающей среды. Исследование эмбрионального развития на модели инкубационных яиц сельскохозяйственных птиц является наглядно результативным, легкодоступным и сравнительно не дорогим методом. В статье представлены данные об использовании приборов и оборудования (овариоскоп, инкубатор), даны характеристика режима инкубации яиц уток, показаны методы, используемые при исследовании инкубируемых яиц – овариоскопия, анатомирование и морфометрия. Целью исследований стала визуализация эмбрионального развития уток и интерпретация полученных данных. Были определены задачи: 1) получить ежесуточные фотографические изображения развития эмбрионов; 2) посуточно описать видимые изменения в развитии, провести взвешивание и обмер эмбрионов. Представлены изображения анатомированных эмбрионов уток пекинской мясной породы, полученные методом фотографирования в период с 1 по 27 сутки инкубации. Показано формирование и увеличение размеров зародышевого диска на желтке в ранние сроки инкубации в период с 1 по 4 сутки развития. Описаны изображения формирования сердечно-сосудистой системы и разветвлений капиллярной сети с 4 суток инкубации. Представлены данные по образованию и развитию первых перьев-зачатков на хвосте на 10 сутки, формированию когтей на пальцах конечностей на 12 сутки и яйцевого зуба на 14 сутки инкубации. Установлено, что на 21 сутки в яйце отсутствует белок и уплотняется желток. На 22 сутки желток начинает втягиваться в брюшную полость, на 25 сутки желточный мешок с содержимым на 2/3 втянут в брюшную полость, глаза эмбриона начинают открываться. На 27 сутки инкубации, эмбрион оформлен, желточный мешок полностью втянут в брюшную полость, начинается наклеив скорлупы. В статье представлен материал по морфометрии эмбрионов, показаны увеличение их массы и длины в период инкубации.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Полноценное яйцо сельскохозяйственной птицы содержит питательные вещества, необходимые для образования зародыша, и достаточные запасы энергии для формирования жизнеспособных птенцов. Однако для получения здорового птенца необходима инкубация яиц [1]. Инкубацией в птицеводстве (от лат. Incubatio – высиживание яиц) принято считать вывод молодняка из яиц птицы в инкубаторах. Проводится в инкубаторно-птицеводческих станциях и хозяйствах, имеющих маточные стада (птицефабрики). Условия и режим инкубации играют большую роль в реализации потенциала продуктивности и сохранности поголовья молодняка птиц [2].

Преимущества использования птичьих эмбрионов для изучения эмбриологии заключаются в простоте их доступности, манипулирования и наблюдения, а также в относительно низкой стоимости яиц [3]. Инкубационные качества яиц характеризуются тремя основными показателями: оплодотворенностью, выводимостью яиц и выводом молодняка [4]. Ряд авторов в своих исследованиях описывают условия хранения инкубационных яиц с целью повышения вывода птенцов, снижения эмбриональной смертности и сокращения периода развития [5]. Общеизвестно, что период инкубации утиных эмбрионов примерно на одну неделю дольше, чем у куриных. В то же время специфические особенности, связанные с более длительным эмбриональным развитием уток, показаны и описаны недостаточно [6].

В связи с чем, целью исследований стала ежесуточная визуализация эмбрионального развития уток и описание происходящих изменений в сопоставлении методов овоскопии, анатомирования и морфометрии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ/ MATERIALS AND METHODS

Для достижения поставленной цели в условиях лаборатории кафедры физиологии и патологической физиологии, кафедры технологии животноводства и зоогигиены федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» проведены серии исследований по визуализации эмбрионального развития уток. Для инкубации утиных эмбрионов использовали автоматический бытовой инкубатор «Матрица ВЕГАС» д10 (Россия). Предварительно инкубатор был обработан дезинфицирующим средством, запущен для достижения необходимой температуры и влажности воздуха. Овоскопирование яиц проведено на настольном овоскопе «ОН-10» (Россия). Яйца с поврежденной скорлупой были выбракованы, отобраны 60 лучших по качеству яиц и заложены в инкубатор.

Режим инкубации: в течение первых 7 суток, температура воздуха в инкубаторе колебалась в пределах 38-38,3 градусов по Цельсию, влажность составляла 75%. Инкубатор запрограммирован поворачивать яйца один раз в каждые 3 часа. На 8 сутки инкубации, температуру воздуха снижали до 37,8 градусов по Цельсию, а влажность воздуха – до 60%. Количество поворотов осталось без изменений. С 8 по 14 сутки инкубации, яйца орошали водой, один раз в сутки. На 15 сутки инкубации, температура и влажность воздуха оставались без изменений. Количество поворотов увеличивалось, один раз в каждые 2 часа. 18 сутки инкубации, считаются критичным периодом эмбрионального развития уток, в яйце усиливается теплообмен. В этот период инкубатор открывали 2 раза в сутки по 20 минут для охлаждения яиц. Тем самым исключали вероятность повышения температуры до 42 градусов по Цельсию, что обусловило бы летальный исход эмбрионов. С 19 по 25 сутки инкубации температура воздуха была 37,8 градусов по Цельсию, влажность воздуха достигала 60%, автоматические повороты яиц совершались один раз в каждые 2 часа. К 26 суткам инкубации температуру воздуха уменьшали до 37,5 градусов по Цельсию, влажность воздуха увеличивали до 90%, для того чтобы смягчилась скорлупа. Количество поворотов уменьшали

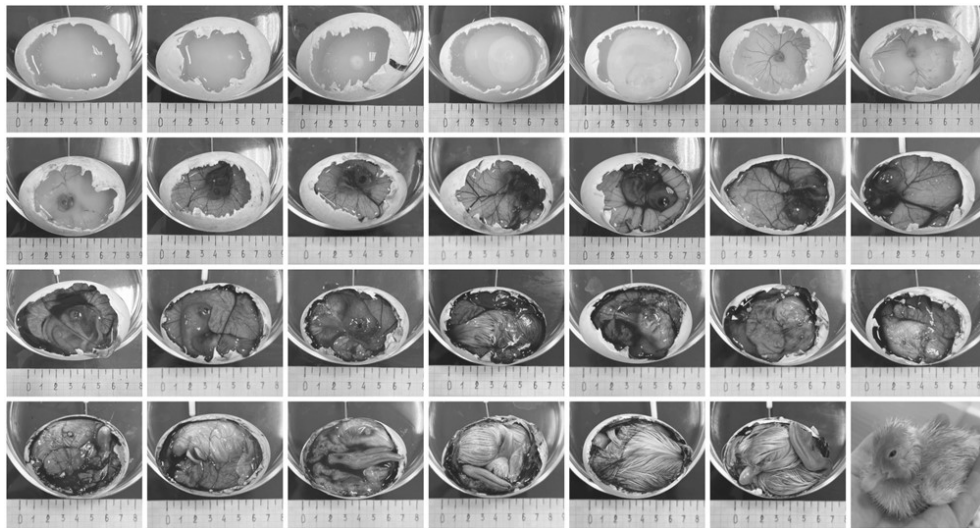


Рис. 1. Фотографические изображения эмбрионального развития уток в период с 0 до 27 суток

до одного раза в каждые 3 часа на протяжении 3 суток – до вылупления утят. В течение первых 8 суток инкубации ежедневно проводили овоскопию яиц, а затем один раз в неделю – для выявления замерших в развитии эмбрионов. На протяжении инкубации, ежедневно проводили анатомирование и морфометрию яйца и эмбриона. Изображения получали с помощью камеры устройства iPhone 13pro, разрешением 12 Мп (США). Взвешивание эмбрионов проводили на весах II класса точности 122ACF-1500.05 LCD «Accurate» (Южная Корея). Согласно правовым и этическим нормам, эмбрионы птиц до вылупления не считаются полноценными живыми организмами, поэтому все проведенные эксперименты не противоречили правилам этического кодекса по проведению биологических исследований с использованием животных [7, 8].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ/ RESULTS OF RESEARCH

Перед закладкой в инкубатор проведено взвешивание инкубационных яиц уток, их средняя масса составила  $81,12 \pm 3,24$  г. В период инкубации с интервалом в 24 часа проводили анатомирование яиц, по 2 яйца каждые сутки. Полученные изображения представлены на рисунке 1.

При овоскопии и анатомировании яйца в первые сутки инкубации, наблюдали в желтке диск размером 2-3 мм. Через сутки отмечали его увеличение до 7-8 мм., на третьи сутки - до 20 мм. На четвертые сутки диск полностью покрывал желток, выявляли начальный этап формирования капиллярной сети и сердца. На пятые сутки инкубации отмечали хорошо развитую капиллярную сеть и начало сердечбиения. На шестые сутки инкубации выявляли формирование у зародыша зрительных и слуховых анализаторов размером 7-8 мм. На 7 сутки размер формирующейся головы эмбриона достигал 10 мм, сердечбиение становилось более четким и ритмичным, капиллярная сеть увеличилась в объеме. На 8 сутки инкубации размер головы эмбриона достигал 20 мм, появилась мигательная перепонка глаза и выраженный клюв.

Результаты морфометрии эмбрионов и их органов в период с 9 по 27 сутки представлены в таблице 1.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Таким образом, при исследовании инкубационных яиц уток, визуализировано их посуточное развитие. Дано описание полученных изображений и показано, что на 5 сутки инкубации сформирована ка-

Таблица 1

Описание посуточного развития эмбриона уток

Сутки инкубации	Общие черты, особенности эмбрионального развития
9	Эмбрион длиной 26 мм. Крылья и задние конечности сгибаются. Сердце хорошо развито, бьется. Клюв тупой. Эмбрион находится в согнутом состоянии. Зарождаются плавательные перепонки между 1-2 пальцами на лапах.
10	Эмбрион длиной 32 мм. Удлиняются задние конечности и крылья, дифференцируются стопа и пальцы. Появляются перья-зачатки на хвосте.
11	Эмбрион длиной 38 мм. Зачатки перьев распространяются на лопатку, вентральную сторону шеи, задний край крыла. Мигательная перепонка на половину развита.
12	Эмбрион длиной 47 мм. Появляются когти на пальцах конечностей. Участок перьевого зачатка присутствует и отчетливо виден, появляются перьевые зачатки вокруг глаза. Мигательная перепонка полностью развита.
13	Эмбрион длиной 60 мм. Перьевые зачатки почти покрывают все тело, и формируются перья на хвосте. Поскольку перья зародыша утки имеют отложения пигмента, их легче всего наблюдать. Видны когти на пальцах крыльев и задних конечностей. Мигательная перепонка защищает передние склеральные сосочки и приближается к роговице.
14	Эмбрион длиной 75 мм. Клюв вырастает, удлиняется, его размер составляет 7-8 мм. На поверхности клюва появляется яйцевой зуб. Перья продолжают расти по обе стороны тела от позвоночника над областью лопатки и локтевой кости, на бедре и у края хвоста.
15	Эмбрион длиной 90 мм. Перья покрывают спину, шею, лопатки, локтевую кость, бедро и хвост. Когти утиных пальцев становятся более выраженными.
16	Эмбрион длиной 100 мм. Все тело покрыто перьями. Верхние и нижние веки глаз сжимаются в щель. Длина клюва 11 - 12 мм. Хорошо заметны ноздри. Эмбрион вплотную прилегает к зародышевым оболочкам.
17	Эмбрион длиной 110 мм. Длина клюва 14,1 мм, третий палец нижних конечностей длиной 14,6 мм. На коже конечностей хорошо видны роговые чешуйки.
18	Эмбрион длиной 115 мм. Длина клюва 14,2 мм. Изменяется положение эмбриона: голова постепенно перемещается под правое крыло. Удлиняются крылья. Длина задних конечностей достигает 60 - 64 мм. На пальцах задних конечностей обнаруживаются когти.
19	Эмбрион длиной 120 мм. Длина клюва 14,7 мм, третий палец 15,7 мм. Голова находится под правым крылом. Белок почти полностью использован. Желток уплотнен.
20	Эмбрион длиной 132 мм. Длина клюва 15 мм, третий палец 16,7 мм. Тело эмбриона полностью покрыто длинными перьями белого цвета.
21	Эмбрион длиной 150 мм. Длина клюва 15,4 мм, третий палец 18,1 мм. Уплотняется желток. Белок отсутствует.

Продолжение  
Таблица 1

## Описание посуточного развития эмбриона уток

Сутки инкубации	Общие черты, особенности эмбрионального развития
22	Эмбрион длиной 155 мм. Длина клюва 15,5 мм, третий палец 19,7 мм; Клюв удлиняется. Желточный мешок с содержимым начинает втягиваться в брюшную полость.
23	Эмбрион длиной 170 мм. Длина клюва 16,2 мм, третий палец 20,2 мм. Почти весь зародыш покрыт перьями.
24	Эмбрион длиной 175 мм. Длина клюва 16,5 мм, третий палец 20,6 мм. Желток уплотняется, желточный мешок с содержимым продолжает втягиваться в брюшную полость.
25	Эмбрион длиной 185 мм. Длина клюва 17,0 мм, третий палец 21,7 мм. Желточный мешок с содержимым на 2/3 втянут в брюшную полость. Глаза слегка приоткрыты.
26	Эмбрион длиной 190 мм. Длина клюва 17,3 мм, третий палец 22,3 мм. Желточный мешок с содержимым на ¾ втянут в брюшную полость. Глаза слегка открыты.
27	Эмбрион длиной 195 мм. Длина клюва 17,4 мм, третий палец 22,7 мм. Эмбрион полностью оформлен, желточный мешок полностью втянут в брюшную полость. Тело зародыша полностью покрыто желтыми перьями. Начинается наклеив скорлупы. Утенок готовится к вылуплению.

пиллярная сеть и наблюдается сердцебиение, на 9 сутки инкубации начинается формирование сетки между пальцами на лапах, на 10 сутки зарождаются первые перья-зачатки на хвосте, на 12 сутки появляются когти на пальцах конечностей, на 14 сутки появляется яйцевой зуб. На 21 сутки инкубации уплотняется желток и отсутствует белок. На 22 сутки желток начинает втягиваться в брюшную полость эмбриона, на 25 сутки желточный мешок с содержимым на 2/3 втянут в брюшную полость, глаза эмбриона слегка приоткрыты, на 27 сутки инкубации, эмбрион полностью оформлен, желточный мешок полностью втянут в брюшную полость, начинается наклеив скорлупы. Установлена высокая сопоставимость методов овоскопии и анатомирования при определении жизнеспособности эмбрионов на ранней стадии инкубации яиц.

**VISUALIZATION AND INTERPRETATION OF DUCKS EMBRYO DEVELOPMENT.** K. Todoroski1 - 3rd year postgraduate student of the department. Physiology and Pathological Physiology (ORCID 0000-

0003-4908-4316), Ezhkova A.M.1 - D. Biol. Sci., Prof., Head of the Department of Physiology and Pathological Physiology (0000-0002-5526-2214), Ezhkov V.O.2 - d. vet. sciences, prof., head. Department of Bio- and Nanotechnologies in Agriculture and Animal Husbandry (ORCID 0000-0001-6476-6054), Volkov R.A.1 - k. biol. Sciences, Assoc. café microbiology, virology and immunology (ORCID 0000-0001-8519-2299)

Kazan State Academy of Medical Sciences, 2- Federal Research Center of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,

**ABSTRACT**

It is well known that the brooding period, the size of the chicks and their maturity during the hatching period are significantly depend on the species of birds and closely related to the genetic factors and environmental conditions. The investigation of embryonic development on the model of poultry hatching eggs is a vivid effective, readily accessible and budget-oriented method. The article presents data on the use of instru-



ments and equipment (ovarioscope, incubator), characterizes the mode of duck eggs brooding, shows the methods used in the investigation of incubated eggs - ovaroscopy, anatomization and morphometry. The aim of the research was to visualize the embryonal development of ducks and interpret the obtained data. The goals of our research were 1) to obtain daily photos of embryonic development; 2) to describe daily visible changes in development, to weigh and measure the embryos. The pictures of anatomized embryos of Peking meat breed ducks, which obtained by photographing in the period from 1st to 27th days of incubation, are presented in our article. The research shows the formation and increasing in the size of cicatrice in the early stages of incubation in the period from 1st to 4th days of its development and describes the pictures of cardiovascular system formation and the branching of the capillary network from the 4th day of incubation. There are the data on the formation and development of the first rudimentary feathers on the tail on the 10th day, the formation of claws on the 12th day and the formation of egg tooth on the 14th day of incubation. It is established that on the 21st day there is no albumen in the egg and the yolk is becoming compact. On the 22nd day, the yolk begins to retract into the abdominal cavity, on the 25th day, the yolk sac with its contents is retracted into the abdominal cavity by 2/3, the eyes of the embryo begin to open. On the 27th day of incubation, the embryo is formed, the yolk sac is completely retracted into the abdominal cavity, and the eggshell pecking begins. The article presents the data on the morphometry of embryos, showing their mass and length growth during the incubation period.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Обожина, Е. А., Смертин Р.В. Особенности инкубации яиц сельскохозяйственной птицы // Молодежь и наука. – 2017. – № 6. – С. 84. – EDN YMGURX.
2. Павлова, М. А., Новикова О. Б. Изучение эффективности дезинфицирующего препарата Глюдезив для дезинфекции яйца водоплавающей птицы // Современные аспекты ветеринарии и зоотехнии.

Творческое наследие В.К. Бириха (к 115-летию со дня рождения): материалы Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 25 апреля 2018 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2018. – С. 117-120.

3. Lumsangkul C, Fan Y-K, Chang S-C, Ju J -C, Chiang H-I Characterizing early embryonic development of Brown Tsaiya Ducks (*Anas platyrhynchos*) in comparison with Taiwan Country Chicken (*Gallus gallus domesticus*) 2018. PLoS ONE 13(5): e0196973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196973>

4. Щербатов В. И., Яровая Л. Д. Синхронизация вывода цыплят // Scholar: Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №103. – С. 45.

5. Дядичкина, Л. Ф., Позднякова, Н. С., Мелехина, Т. А., [и др.]; Патент № 2658845 С1 Российская Федерация, МПК А01К 41/00. Способ хранения инкубационных яиц уток: № 2017119622: заявл. 05.06.2017: опубл. 25.06.2018 / заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук. – EDN ZEHNBR.

6. Тодороски К., Ежкова А. М., Ежков В. О., Волков Р. А. Визуализация, верификация и интерпретация эмбрионального развития уток с 8 по 27 сутки: № 2022620646: заявл. 05.04.2022: опубл. 18.04.2022; Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022620824 Российская Федерация. Заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана».

7. Aleksandrowicz E., Herr I. Ethical eutha-

nasia and short-term anesthesia of the chick embryo // ALTEX-Alternatives to animal experimentation. - 2015. - Vol. 32, no. 2. - Pp. 143–147.

8. Kurochkin M. A., Stiukhina E. S., Fedosov I. V., Tuchin V. V. Blood flow velocity measurements in chicken embryo vascular network via PIV approach // Proc. SPIE 10716, Saratov Fall Meeting 2017: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XIX, 107160H, 2017.

#### REFERENCE

1. Obozhina E.A., Smertin R.V. Features of the incubation of eggs of agricultural poultry // Youth and science. - 2017. - No. 6. - P. 84. - EDN YMGURX.

2. Pavlova M.A., Novikova O.B. Studying the effectiveness of the disinfectant preparation Gludeziv for disinfection of waterfowl eggs // Modern aspects of veterinary medicine and zootechnics. Creative heritage of V.K. Birikha (to the 115th anniversary of his birth): materials of the All-Russian scientific and practical conference, Perm, April 25, 2018 Pryanishnikov. - Perm: CPI Prokrost, 2018. - S. 117-120.

3. Lumsangkul C, Fan Y.K., Chang S.C., Ju J.C., Chiang H.I. Characterizing early embryonic development of Brown Tsaiya Ducks (*Anas platyrhynchos*) in comparison with Taiwan Country Chicken (*Gallus gallus domesticus*) 2018. PLoS ONE 13(5): e0196973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196973>

4. Shcherbatov V.I., Yarovaya L.D. Chick hatching synchronization // Scholar: Polythe-

matic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2014. - No. 103. – S. 45.

5. L.F. Dyadichkina, Pozdnyakova N.S., Melekhina T.A., [et al.]; Patent No. 2658845 C1 Russian Federation, IPC A01K 41/00. Method for storing hatching eggs of ducks: No. 2017119622: Appl. 06/05/2017: publ. 06/25/2018 / applicant Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry" of the Russian Academy of Sciences. – EDN ZEHNR.

6. K. Todoroski, Ezhkova A.M., Ezhkov V.O., Volkov R.A. Visualization, verification and interpretation of the embryonic development of ducks from 8 to 27 days: No. 2022620646: Appl. 04/05/2022: publ. 04/18/2022; Certificate of state registration of the database No. 2022620824 Russian Federation. Applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman".

7. Aleksandrowicz E., Herr I. Ethical euthanasia and short-term anesthesia of the chick embryo // ALTEX-Alternatives to animal experimentation. - 2015. - Vol. 32, no. 2.-pp. 143–147.

8. Kurochkin M.A., Stiukhina E.S., Fedosov I.V., Tuchin V.V. Blood flow velocity measurements in chicken embryo vascular network via PIV approach // Proc. SPIE 10716, Saratov Fall Meeting 2017: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XIX, 107160H, 2017.