

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства

Private Animal Husbandry, Feeding, Feed Preparation
and Livestock Production Technologies

Научная статья

УДК 636.59:636.082.474

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-63-71

**Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц.
Последствия термического воздействия на эмбриогенез перепелов**

Виктор Викторович Малородов^{✉1}, Борислав Константинович Козлов²

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127434

^{✉1}malorodov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9033-7552>

Аннотация. Выполнено исследование с целью формирования графического атласа для биологического контроля инкубации яиц перепелов в период от закладки до вывода при нормативных условиях в сравнении с термическим воздействием на эмбриогенез. В результате выявления последствий инкубирования яиц в условиях пониженной температуры воздуха установлено, что режим инкубации с понижением температуры приводит к снижению вывода перепелят в сравнении с нормативным режимом, увеличению числа аномальных изменений в развитии организма. Повышение температуры воздуха на протяжении 16 суток инкубации перепелиных яиц приводит с 10-х суток развития эмбрионов к массовому отходу до 90%, что делает невозможным вывод перепелят в условиях постоянной температуры воздуха в инкубаторе на уровне 39,1°C. Таким образом, установлены критические периоды в эмбриогенезе перепелов, приводящие при термическом воздействии в процессе инкубации яиц к летальным исходам. Показаны морфометрические, фотографические и зоотехнические доказательства невозможности нарушения режимов инкубации яиц перепелов в пределах нарушения $\pm 1,5^\circ\text{C}$ от норматива 37,6°C. Приведены визуальные примеры отходов инкубации. Полученные в исследовании результаты могут быть использованы при биологическом контроле инкубации в условиях перепелиных хозяйств в качестве наглядного пособия.

Ключевые слова: атлас биологического контроля, инкубация перепелиных яиц, термическое воздействие, эмбриогенез, вывод перепелят, аномалия развития перепелов

Для цитирования. Малородов В. В., Козлов Б. К. Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц. Последствия термического воздействия на эмбриогенез перепелов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. №1(39) С. 63–71.
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-63-71

Original article

Atlas of biological control of incubation of quail eggs. Consequences of thermal impact on quail embryogenesis

Viktor V. Malorodov^{✉1}, Borislav K. Kozlov²

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Street, Moscow, Russia, 127434

^{✉1}malorodov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9033-7552>

Abstract. A study was carried out in order to form a graphic atlas for biological control of the incubation of quail eggs in the period from laying to hatching under regulatory conditions in comparison with thermal effects on embryogenesis. As a result of the identification of the consequences of incubating eggs in conditions of low air temperature, it was found that the incubation mode with a decrease in temperature leads to a decrease in the output of quail in comparison with the regulatory regime, an increase in the number of abnormal changes in the development of the organism. An increase in air temperature during 16 days of incubation of quail eggs leads to a mass waste of up to 90% from the 10th day of embryo development, which makes it impossible to hatch quail in conditions of constant air temperature in the incubator at 39.1°C. Thus, critical periods in the embryogenesis of quails have been established, leading to fatal outcomes under thermal exposure during egg incubation. Morphometric, photographic and zootechnical evidence of the impossibility of violating the incubation regimes of quail eggs within the violation of $\pm 1.5^\circ\text{C}$ from the norm of 37.6°C is shown. Visual examples of incubation waste are given. The results obtained in the study can be used for biological control of incubation in quail farms as a visual aid.

Keywords: atlas of biological control, incubation of quail eggs, thermal effects, embryogenesis, brood of quail, anomaly of quail development

For citation. Malorodov V.V., Kozlov B.K. Atlas of biological control of incubation of quail eggs. Consequences of thermal impact on quail embryogenesis. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):63–71. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-63-71

Введение. Ритмичность производства в практике птицеводства характеризуется непрерывным последовательным процессом обновления стада птицы посредством круглогодичной инкубации яиц. Перепеловодство отличается относительно низким уровнем рентабельности производства (до 5%) в связи с высокими затратами комбикорма на производство 1 кг продукции. Однако перепела считаются модельными объектами исследований, что подтверждается скоростью роста и быстротой воспроизводства поколений птицы [1–4]. Данный факт указывает на необходимость увеличения поголовья перепелов, что невозможно без учета критических периодов в инкубации, исключающих снижение выводимости яиц, вывода и возникновения аномалий развития перепелат.

Эмбриональное развитие, вывод и выживаемость перепелов зависят от нескольких факторов, таких как хранение яиц до закладки на инкубацию, частота и угол поворота лотков с инкубационными яйцами, относительная

влажность воздуха, но значительна доля влияния температуры воздуха в инкубаторе [5, 6].

Биологический контроль в процессе эмбриогенеза перепелат позволяет выявить проблемы, связанные не только с качеством яиц, но и с режимом инкубации, например, некорректная работа датчиков учета микроклиматических параметров воздушной среды инкубатора. Известно, что отклонение температуры воздуха в пределах $\pm 0,75^\circ\text{C}$ не приводит к серьезным последствиям в процессе инкубации [7–9], что также показано в исследовании по изучению маркерных периодов в эмбриогенезе перепелов при нормативных параметрах инкубации. В опыте продемонстрировано нормальное развитие перепелов, однако не учтен фактор термического воздействия на инкубационные яйца перепелов в аспекте внешних признаков и морфометрии эмбрионов [1].

В связи с этим целью исследования является составление ежесуточного атласа биологического контроля инкубации перепе-

линых яиц на фоне отрицательного и положительного термического воздействия с перспективой предотвращения массового отхода в процессе эмбриогенеза.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования выполнены в 2022 году на базе учебно-производственного птичника РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Было сформировано 2 группы по 150 яиц со средней массой 11 г в каждой, полученных от 12-недельного одновозрастного родительского стада маньчжурских перепелов мясо-яичного направления продуктивности, которые заложили в инкубаторы Рэмил-480 по схеме, представленной в таблице 1. Для биологического контроля инкубации

каждые сутки отбирали по 5 яиц из группы методом случайной выборки от общей закладки и вскрывали для определения качества протекания эмбриогенеза или установления причин гибели эмбриона, затем проводили фотографирование содержимого яиц, измерение и описание эмбрионов перепелов. Из каждой группы было вскрыто по 80 яиц соответственно, оставшиеся 140 яиц из групп 1 и 2 инкубировали для установления результатов инкубации. Температуру воздуха в инкубаторе фиксировали по сухому термометру. Под кондиционированием следует понимать приоткрытие заслонки инкубатора на 100-120 мм с целью дополнительного поступления воздуха.

Таблица 1. Схема исследования*
Table 1. Research scheme*

Период инкубации, сутки	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Поворот яиц, раз в сутки	Кондиционирование 1 раз в сутки, минут при T=+27°C, ОВ=60%.
Группа 1 (-1,5°C от норматива*)				
1-12	36,1	58	24	5
13-15	35,8	53	24	20
16-17	35,7	47	-	-
Группа 2 (+1,5°C от норматива)				
1-12	39,1	58	24	5
13-15	38,8	53	24	20
16-17	38,7	47	-	-

Примечание: * за нормативные параметры инкубации приняты данные из методических наставлений [10]

Результаты исследования. В абсолютных значениях длина тела эмбриона в условиях нормативной инкубации (нормальное развитие) изменяется в пределах от 7,5 мм в 4-суточном возрасте до 55,9 мм на 16-е сутки перед выводом, таким образом увеличивается в 7,45 раз. В группе 1 аналогичный показатель в 7,42 раз, в группе 2 – в 7,14 раз, что несколько ниже в сравнении с контролем. Сравнительный аспект с контролем указывает на существенное отставание в росте эмбрионов групп 1 и 2 на 6-е сутки инкубации в среднем на 5,0 и 7,0 мм соответственно (или на 27,0 и 37,8%) в связи с термическими факторами. В дальнейший период инкубации до вывода прослеживается аналогичная тенденция. На 16-е сутки инкубации, перед выводом, эмбрионы перепелят группы 1 превосходили своих сверстников группы 2 в среднем на 1,5 мм или на 3,0%, что свидетельствует о предпочтительном охлажде-

нии яиц в сравнении с прогревом. Группы 1 и 2 уступали контролю по изучаемому показателю на 2,8 мм (5,2%) и на 4,3 мм (8,0%) в предвыводной период (табл. 2). В данной таблице важно отметить как интервальные морфометрические значения, так и средние, так как необходимо проследить разнообразие развития эмбрионов перепелов одной партии.

Описание развития эмбрионов при пониженной температуре воздуха (рис. 1). Спустя сутки инкубации диаметр зародышевого диска варьируется от 6 мм до 9 мм, при норме 11 мм. На 2-е сутки хорошо заметно развитие кровяных сосудов, головной мозг имеет отчетливо выраженные отделы, видны глазные бокалы и слуховые пузырьки, сердце ритмично сокращается. Диаметр сосудистого поля варьируется от 6 до 10 мм – при нормальном развитии от 7,6 до 13,9. Крупные артерии желточного мешка слабо заметны.

Таблица 2. Морфометрия эмбрионов перепелов, мм
Table 2. Morphometry of quail embryos, mm

Период инкубации, сутки	Контроль (нормальное развитие)*	Группа 1 (-1,5°C от норматива)	Группа 2 (+1,5°C от норматива)
4	7,5-9,5 (8,5) **	7,0-10,0 (8,5)	7,0-11,0 (9,0)
5	11,5-15,5 (13,5)	12,0-13,0 (12,5)	13,0-15,0 (14,0)
6	17,5-19,5 (18,5)	13,0-14,0 (13,5)	9,0-14,0 (11,5)
7	18,0-25,0 (21,5)	17,0-21,0 (19,0)	19,0-20,0 (19,5)
8	21,0-28,0 (24,5)	23,0-25,0 (24,0)	22,0-26,0 (24,0)
9	26,4-37,3 (31,8)	23,0-26,0 (24,5)	28,0-30,0 (29,0)
10	37,5-41,5 (39,5)	30,0-34,0 (32,0)	31,0-35,0 (33,0)
11	41,3-45,8 (43,5)	37,0-39,0 (38,0)	36,0-37,0 (36,5)
12	45,3-49,3 (47,3)	42,0-46,0 (44,0)	37,0-38,0 (37,5)
13	47,5-53,4 (50,4)	45,0-47,0 (46,0)	40,0-46,0 (43,0)
14	50,5-55,2 (52,8)	49-51,0 (50,0)	46,0-49,0 (47,5)
15	51,8-55,9 (53,8)	50-52,0 (51,0)	49,0-50,0 (49,5)
16	51,8-55,9 (53,8)	50-52,0 (51,0)	49,0-50,0 (49,5)

Примечание: * за контроль приняты данные, полученные ранее при нормативных условиях инкубации [1]; ** в скобках рассчитано среднее значение.

На 4-е сутки заметен аллантоис – достиг середины яичной стенки, образовывается желточный мешок. Виден глаз, нервный ствол, сосуды, бугорки клюва, конечностей, мозговой бугор, начинает выделяться вода – продукт жизнедеятельности. При аномальном развитии на 5-е сутки в воздушной камере и под аллантоисом большое количество воды, эмбрион смещен к стенке яйца (присыхает к ней). Амнион слабо выражен или развивается по одной стороне. На 6-е сутки 2 из 5 эмбриона были с отклонениями. При отклонениях в воздушной камере наблюдалось большое количество влаги или же ее почти не было. В обоих случаях эмбрион утоплен в желтке, аллантоис не развит, мозговой бугор меньше, чем у нормально развивающихся. Период на 7-е сутки – важный этап в формировании перепелиных эмбрионов: оформляется клюв, появляются зачатки перьев, сустав конечностей, мозговой бугор начинает рассасываться. Голова по объему равна телу. На данном этапе нет ярко выраженных отклонений. Однако при снижении температуры на 1,5 градуса у эмбрионов отсутствуют зачатки перьев на спине и яичный зуб на клюве. На 10-е сутки аллантоис смыкается над белком, развивается перьевой покров, клюв ороговевает, конечности заметно удлиняются. Появляются зачатки когтей. На данном этапе из заметных различий с нормальным режимом

инкубации – жидкое оперение. На 11-е сутки глаза эмбриона закрыты, ювенальный пух покрывает не все тело (при нормативной инкубации у эмбриона на этой стадии покрыто все тело). Заметен яичный зуб, когти. На данной стадии эмбрион поглощает белок, поэтому заметен только желток и большое количество воды. Становится заметно большое количество крови. На 12-е сутки тело полностью покрыто пухом, веки закрыты. На 13-е сутки, как и при нормальном развитии, видны чешуйки на ногах, хороший плотный пух. Однако у всех 5 эмбрионов наблюдалась обильная кровопотеря, заметны сосуды на ногах. На 14-е сутки эмбрион приближается к развитию эмбрионов при нормативной инкубации. На 15-е сутки эмбрион выглядит как суточный перепеленок. Желток уменьшается и уплотняется. В отличие от нормы, выделяется много воды. На 16-е сутки желточные мешки всосались. У эмбрионов сморщенные конечности, которые хаотично дергаются, пальцы не разгибаются.

Описание развития эмбрионов при повышенной температуре воздуха (рис. 2). Спустя сутки инкубации диаметр зародышевого диска варьируется от 7 до 12 мм. На 3-и сутки 2 из 5 эмбрионов присохли к стенке яиц, потеряв форму. Остальные яйца – ложноплодотворенные. На 4-е сутки у 1 из 5 эмбрионов аллантоис полностью замкнулся.

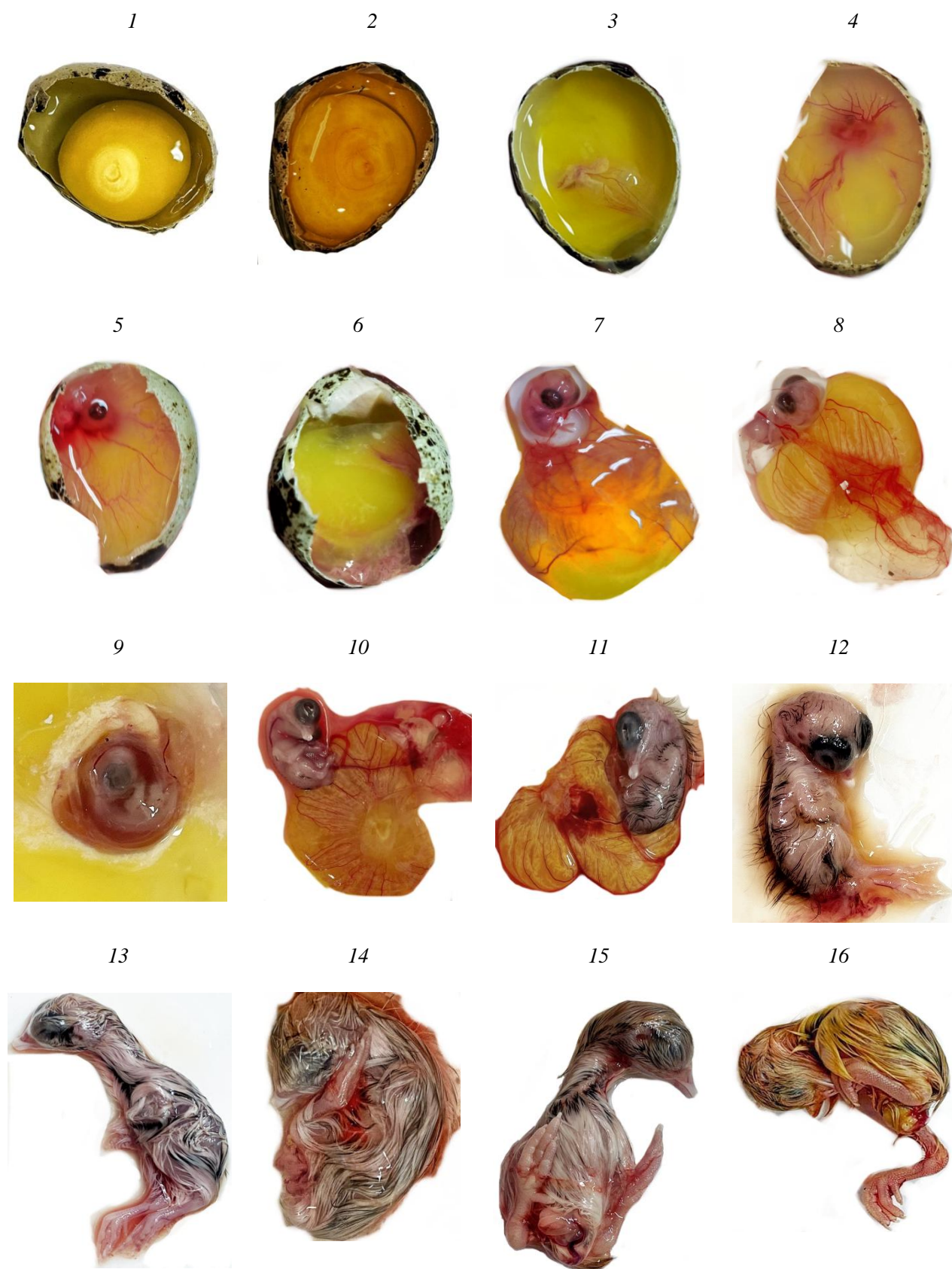


Рисунок 1. Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц при пониженной температуре воздуха на 1,5°C (1-16 – сутки)
Figure 1. Atlas of biological control of incubation of quail eggs at a low air temperature of 1.5°C (1-16 – day)

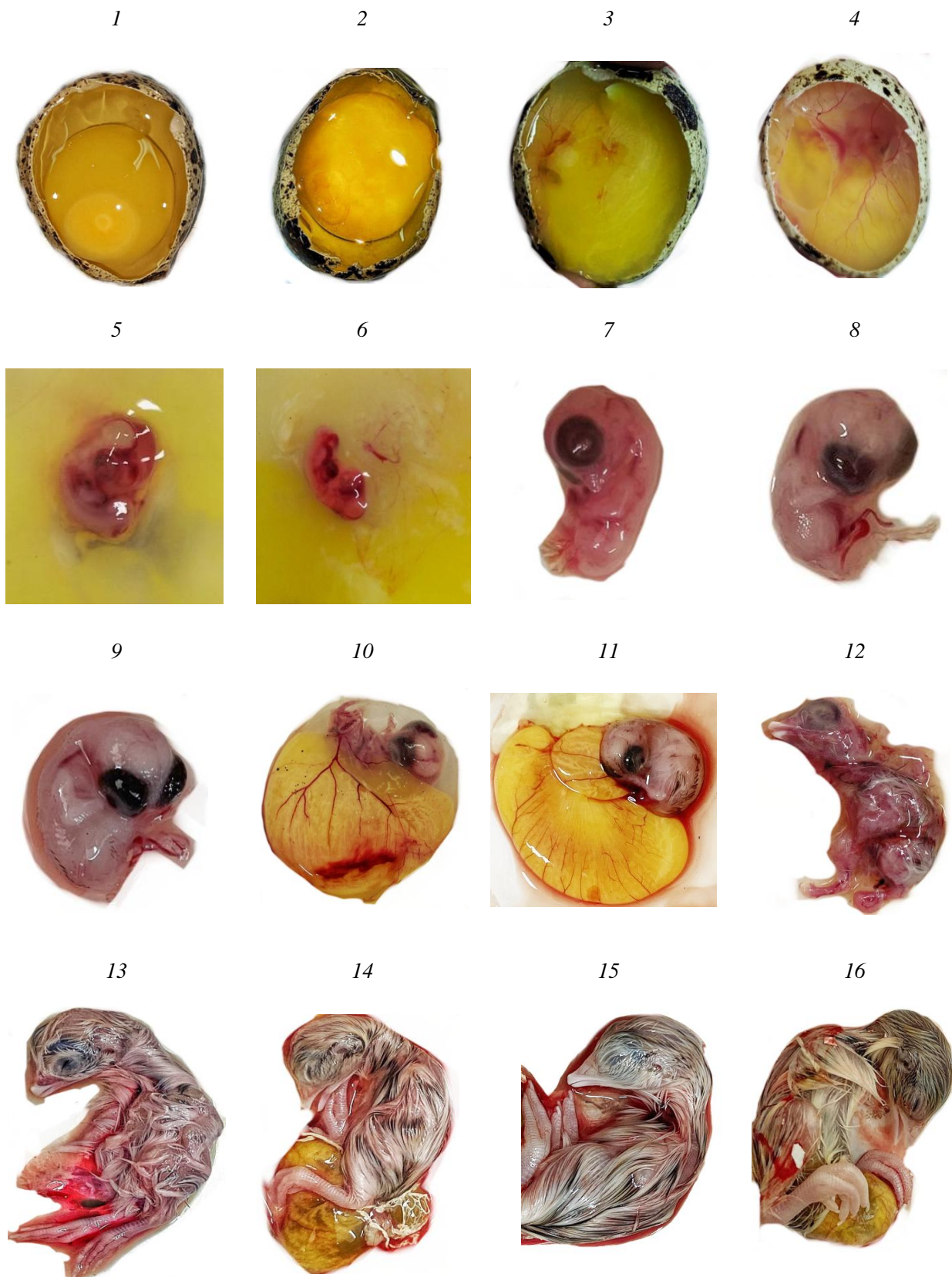


Рисунок 2. Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц при повышенной температуре воздуха на $1,5^{\circ}\text{C}$ (1-16 – сутки)
Figure 2. Atlas of biological control of incubation of quail eggs at an elevated air temperature of 1.5°C (1-16 – day)

На 5-е сутки у 1 из 5 эмбрионов отсутствовал аллантоис и желточный мешок. На 6-е сутки 2 из 5 эмбрионов были более развиты, но также без аллантоиса и желточного мешка. У других эмбрионов развитие совпадало с 6-ми сутками нормативного режима инкубации, однако у всех отсутствовали зачатки пальцев. На 7-е сутки развития эмбриона отсутствуют зачатки перьев. На 8-е сутки эмбрионы имеют бледный цвет, формируются чешуйки. На 10-е сутки 2 из 5 эмбрионов имели сгустки крови на желтке, отсутствовали когти, конечности были короче в сравнении с нормальным развитием. На 11-е сутки у всех эмбрионов желток мягкий и очень жидкий – не соответствует возрасту, начинают формироваться когти. На 16-е сутки развитие выживших эмбрионов в соответствии с нормой.

В таблице 3 приведены результаты инкубации перепелиных яиц, в которых отмечены низкий вывод перепелят в группе 1, практически полностью отсутствует вывод в группе

2. По результатам вскрытия в группе 1 установлено 12,8% погибших эмбрионов, в группе 2 – 74,3%. Увеличение отходов и аномалий инкубации наблюдается с середины периода (8-е, 9-е сутки) в связи с увеличением температуры тела эмбрионов. Также важно отметить, что на протяжении всего периода инкубации эмбрионы отстают в развитии на 12-18 часов на фоне термических факторов.

Таблица 3. Результаты инкубации, % (n = 70)
Table 3. Incubation results, % (n = 70)

Показатель	Группа 1 (-1,5°C от норматива)	Группа 2 (+1,5°C от норматива)
Вывод перепелят	64,3	2,9
Неоплодотворенные яйца	22,9	22,8
Замершие	5,7	52,9
Задохлики	7,1	21,4

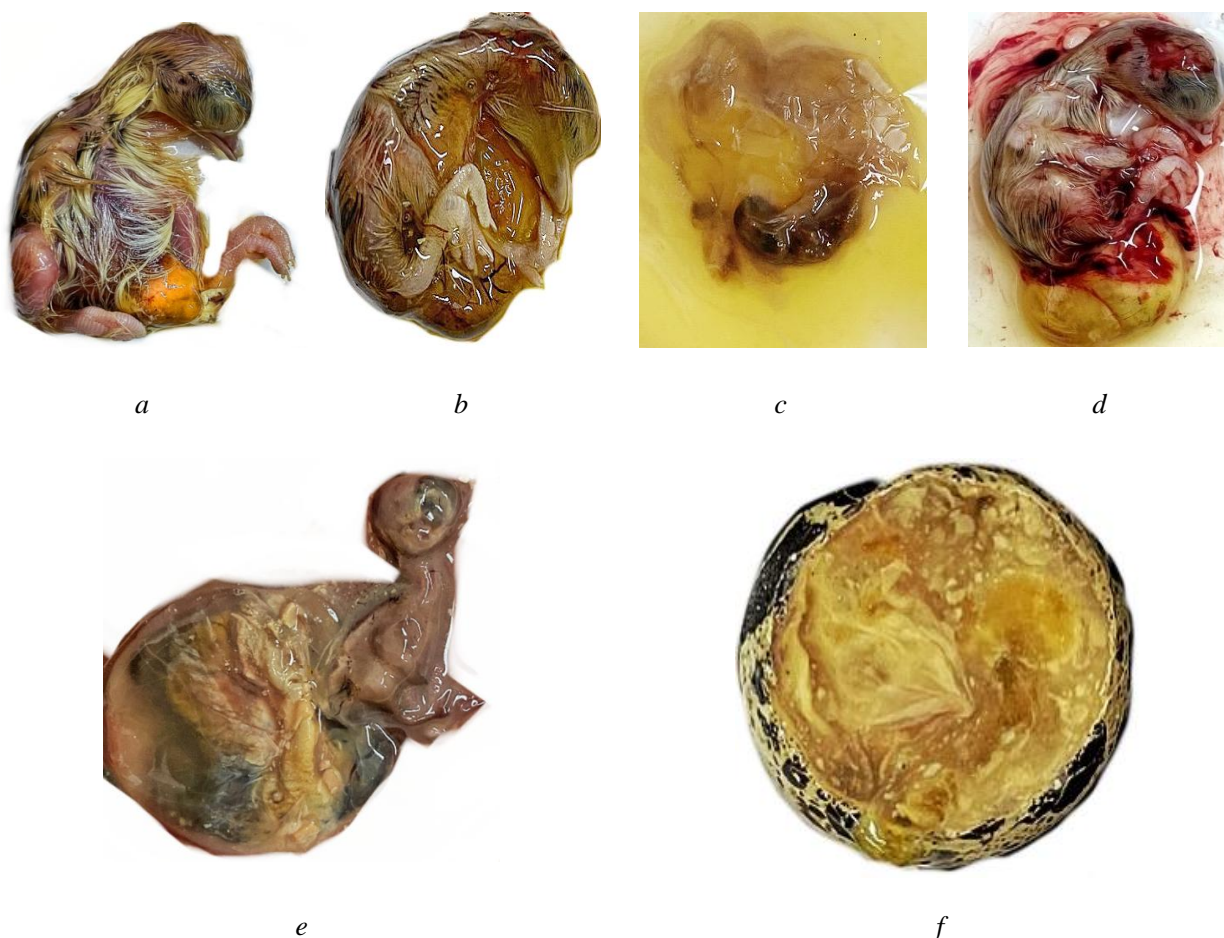


Рисунок 3. Отходы инкубации при пониженной (a-d) и повышенной (e, f) температуре воздуха в инкубаторе
Figure 3. Hatching waste at low (a-d) and high (e, f) air temperatures in the incubator

На рисунке 3 представлены примеры отхождений инкубации на фоне термических факторов. На рисунке 3a длина эмбриона 53 мм, удлинённые конечности, покрыт слизью, погиб на 16-х сутках инкубации. На рисунке 3b эмбрион в слизи, деформирован, желтка и белка практически нет, погиб на 12-х сутках. На рисунке 3c эмбрион погиб на 11-х сутках: большое содержание желтка, желточный мешок и амнион уменьшены в сравнении с нормой. На рисунке 3d у эмбриона плотный желточный мешок, присутствует перьевой покров, весь эмбрион покрыт слизью, погиб на 13-х сутках. На рисунке 3e замерший эмбрион. На рисунке 3f высохший эмбрион.

Выводы. Составлен атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц при

воздействии термических факторов (снижение и повышение температуры воздуха в инкубаторе на 1,5°C относительно нормативных рекомендаций) с учетом предшествующего опыта определения маркерных периодов в эмбриогенезе перепелов в нормативных условиях инкубации. Показаны морфометрические, фотографические и зоотехнические доказательства невозможности нарушения режимов инкубации яиц перепелов в пределах нарушения $\pm 1,5^\circ\text{C}$ от норматива $37,6^\circ\text{C}$. Приведены визуальные примеры отхождений инкубации. Полученные в исследовании результаты могут быть использованы при биологическом контроле инкубации в условиях перепелиных хозяйств в качестве наглядного пособия.

Список литературы

1. Афанасьев Г. Д., Попова Л. А., Комарчев А. С., Шеху С. С. Маркерные периоды в эмбриональном развитии японского перепела // *Птицеводство*. 2016. № 6. С. 40–43.
2. Дымков А. Б., Фисинин В. И. Породная дифференциация перепелов (*Coturnix Japonica*) по морфологическим признакам яйца // *Сельскохозяйственная биология*. 2022. Т. 57. № 4. С. 694–705.
3. Ройтер Я. С., Дегтярева Т. Н., Дегтярева О. Н., Аншаков Д. В. Генофонд пород перепелов: состояние и перспективы использования // *Птицеводство*. 2017. № 6. С. 7–11.
4. Nowaczewski S., Kontecka H., Rosiński A. Effect of Japanese quail eggs location in the setter on their weight loss and eggshell temperature during incubation as well as hatchability results // *Archiv fur Geflugelkunde*. July 2012. 76(3):168–175.
5. Энеев С. Х., Абдулхаликов Р. З., Хулаев М. М. Инкубационные качества яиц и результаты выращивания цыплят-бройлеров кроссов Cobb-500 и Hubbard/Isa в условиях птицефабрики «Кабардино-Балкарская» // *Зоотехния*. 2013. № 5. С. 30–31.
6. Yalcin S., Siegel P.B. Exposure to cold or heat during incubation on developmental stability of broiler embryos // *Poultry Science*. October 2003. 82(9):1388-92. DOI:10.1093/ps/82.9.1388.
7. Бессарабов Б. Ф. Инкубация яиц с основами эмбриологии сельскохозяйственной птицы. Москва: КолосС. 2006. 240 с.
8. Дядичкина Л., Главатских О., Позднякова Н. Оптимальные температура и влажность в инкубаторе // *Птицеводство*. 2003. № 2. С. 4-5.
9. Abdel-Kareem Abuoghaba A, Ali F, Ismail II, Saleh M. Impact of acute short-term high thermal stress during early embryogenesis on hatchability, physiological body reaction, and ovarian follicles development of quails // *Poultry Science*. 2021 February.100(2):1213-1220. DOI: 10.1016/j.psj.2020.11.019.
10. Дядичкина Л. Ф., Позднякова Н. С., Мелехина Т. А., Цилинская Т. В., Гура И. В., Шевяков А. Н., Хребтова Е. В., Ребракова Т. М., Силаева А. В. Биологический контроль при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы. Методические наставления. Сергиев Посад. 2014. 171 с.

References

1. Afanasyev G.D., Popova L.A., Komarchev A.S., Shehu S.S. Marker periods in the embryonic development of the Japanese quail. *Ptitsevodstvo*. 2016;(6):40–43. (In Russ.)
2. Dymkov A.B., Fisinin.V.I. Differentiation of quail (*Coturnix japonica*) breeds based on the morphological parameters of eggs. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology]. 2022;57(4): 694–705. (In Russ.)

3. Roiter Ya.S., Degtyareva T.N., Degtyareva O.N., Anshakov D.V. Gene pool of quail breeds: present condition and prospects for practical application. *Ptitsevodstvo*. 2017. № 6. С. 7–11. (In Russ.)
4. Novachevsky S., Kontetska H., Rozinski A. The effect of placing Japanese quail eggs in an incubator on weight loss and eggshell temperature during incubation, as well as on hatchability. *Archiv fur Geflugelkunde*. July 2012. 76(3):168–175.
5. Eneev S.Kh., Abdulkhalikov R.Z., Khulaev M.M. Results of incubation qualities of eggs and broiler chickens of Cobb-500 and Isa Hubbard crosses in the conditions of the Kabardino-Balkarian poultry farm. *Zootekhnia*. 2013;(5):30–31. (In Russ.)
6. Yalchin S., Siegel P.B. The effect of cold or heat during incubation on the stability of the development of broiler embryos. October 2003;82(9):1388-92. DOI: 10.1093/ps/82.9.1388.
7. Bessarabov B.F. *Inkubatsiya yaits s osnovami embriologii sel'skokhozyaystvennoy ptitsy* [Incubation of eggs with the basics of poultry embryology]. Moscow: KolosS. 2006. 240 p. (In Russ.)
8. Dyadichkina L., Glavatskikh O., Pozdnyakova N. Optimum temperature and humidity in the incubator. *Ptitsevodstvo*. 2003;(2):4-5. (In Russ.)
9. Abdel-Kareem Abuoghaba A, Ali F, Ismail II, Saleh M. Impact of acute short-term high thermal stress during early embryogenesis on hatchability, physiological body reaction, and ovarian follicles development of quails. *Poultry Science*. 2021 February.100(2):1213-1220. DOI: 10.1016/j.psj.2020.11.019.
10. Dyadichkina L.F., Pozdnyakova N.S., Melekhina T.A., Tsilinskaya T.V., Gura I.V., Shevyakov A.N., Hrebtova E.V., Rebrakova T.M., Silaeva A.V. *Biologicheskij kontrol' pri inkubatsii yaits sel'skokhozyaystvennoy ptitsy* [Biological control during incubation of poultry eggs]. Methodical instructions. Sergiev Posad, 2014. 171 p.

Сведения об авторах

Малородов Виктор Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», Author ID: 912461

Козлов Борислав Константинович – студент направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

Information about the authors

Viktor V. Malorodov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Special Animal Husbandry, Russian State Agrarian University – named after K.A. Timiryazev, Author ID: 912461

Borislav K. Kozlov – Student of the Direction of Training 36.03.02 "Zootechny", Russian State Agrarian University – named after K.A. Timiryazev».

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.02.2023;
одобрена после рецензирования 01.03.2023;
принята к публикации 16.03.2023.

The article was submitted 14.02.2023;
approved after reviewing 01.03.2023;
accepted for publication 16.03.2023.