



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ

ОВОАДАПТАЦИИ ПТИЧЬИХ ЯИЦ
К КОНТАКТНОМУ ОБОГРЕВАНИЮ
НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)
Направленность программы бакалавриата
«Биология. Химия»

Проверка на объем заимствований:
59,73 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«05» июня 2018 г.

И. о. зав. кафедрой Общей
биологии и физиологии
(название кафедры)

Байгужин П.А.

Выполнила:
Студентка группы ОФ-501/068-5-1
Литвин Дарья Юрьевна
Литвин

Научный руководитель:
доктор биол. наук, профессор

Ламехов Ламехов Юрий
Геннадьевич

Челябинск
2018

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. НАСИЖИВАНИЕ И ИНКУБАЦИЯ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ПТИЦ.....	6
1.1. Типы насиживания.....	6
1.2. Биологическое значение насиживания в период откладки яиц.....	9
1.3. Плотность и длительность насиживания.....	11
Выводы по главе 1.....	15
ГЛАВА 2. ФАКТОРЫ ИНКУБАЦИИ.....	16
2.1. Температура.....	16
2.2. Ориентация яиц.....	22
2.3. Перемещение и повороты яиц.....	25
Выводы по главе 2.....	27
ГЛАВА 3. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯИЦ И ОВОАДАПТАЦИИ К КОНТАКТНОМУ ОБОГРЕВАНИЮ.....	29
3.1. Овоадаптации к контактному обогреванию.....	29
3.2. Влияние температуры на перераспределение массы белка и желтка.....	31
3.3. Теплофизические свойства белка и желтка.....	32
3.4. Роль теплофизических характеристик яйца в процессах насиживания.....	33
3.5. Теплообмен яиц при естественной инкубации.....	34
Выводы по главе 3.....	37
ГЛАВА 4. ОВОАДАПТАЦИИ ЯИЦ ДОМАШНЕЙ КУРИЦЫ (GALLUS DOMESTICUS).....	39
4.1. Материал и методика.....	39
4.2 Результаты исследования.....	40
Выводы по главе 4.....	45

ГЛАВА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗООЛОГИИ.....	47
Выводы по главе 5.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с XX века в связи с развитием птицеводства возросла актуальность исследований, проводимых на таком объекте как яйцо, что привело к появлению биохимической эмбриологии (Романов, Романова, 1959). Вопросы раннего онтогенеза птиц, решение которых неразрывно связано с изучением яйца, незаменимы в разработке общебиологических проблем (Общебиологическое значение изучения оологических материалов, 1993). Определенный уровень исследований, проводимых на яйцах, позволил выделить в орнитологии новый самостоятельный раздел – оологию, одной из задач которой признается изучение морфологии птичьего яйца (Флинт, 1993). Возникновение этого раздела стало возможным благодаря комплексным исследованиям по экологии раннего онтогенеза птиц. Яйцо стали рассматривать как систему, в которой протекает эмбриональное развитие под влиянием экологических факторов среды обитания.

Изучение морфологии яиц позволяет описывать пространственно – временную структуру колониальных поселений птиц (Ламехов, 2008; Ламехов, Буланова, 2017) [14, 15].

Важным аспектом научных исследований по проблемам, связанным с овоадаптациями птичьих яиц к контактному обогреванию на ранних этапах онтогенеза является необходимость изучения важнейших характеристик птичьего яйца.

Проблемами, связанными с овоадаптациями птичьих яиц к контактному обогреванию на ранних этапах онтогенеза и характеристиками яйца, занимались многие ученые, в том числе Романов А.А., Романова А.И., (1959 г), Болотников А.М., Шураков А.И., Каменский Ю.Н., Добринский Л.Н. (1985) и Рольник В.В (1968).

Цель квалификационной работы: изучение овоадаптаций птичьих яиц к контактному обогреванию на ранних этапах онтогенеза.

В задачи работы входило:

1. Анализ литературы, по теме исследования.
2. Описание насиживания и инкубации в раннем онтогенезе птиц.
3. Характеристика факторов инкубации и теплофизических свойств яиц.
4. Изучение радиальной структуры яиц и особенностей скорлупы яиц домашней курицы.
5. Составление дидактического материала, связанного с темой квалификационной работы, который можно использовать в школьном курсе на уроках биологии.

Объектом квалификационной работы является птичье яйцо.

Предметом квалификационной работы являются овоадаптации птичьих яиц к контактному обогреванию на ранних этапах онтогенеза.

Для решения поставленных задач были использованы эмпирический метод (описание), методы теоретического познания (аксиоматический метод), общелогические методы (анализ и обобщение).

Теоретической основой квалификационной работы являются работы ученых зоологов и орнитологов, изучавших начальные стадии онтогенеза животных, в том числе представителей класса птицы.

Структура работы включает: введение, пять глав, заключение и список использованных источников.

ГЛАВА 1. НАСИЖИВАНИЕ И ИНКУБАЦИЯ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ПТИЦ

1.1. Типы насиживания

Задача насиживающей птицы – обогревание яиц, защита их от сильной инсоляции и периодическое переворачивание яиц [10].

Биологию гнездовой жизни птиц, изучали экологи и физиологи, что позволило рассматривать насиживание и инкубацию как разные биологические явления.

Насиживание характеризуется поведенческими реакциями птиц, которые направлены на регуляцию факторов инкубации и защиту гнезда. Инкубация яиц может протекать и без участия птицы (в инкубаторах). Она представляет собой процесс совокупного действия физических и биофизических факторов (температуры, ориентации яиц, их повороты, влажности, аэрации, аэронизации, звуковой сигнализации и др.), под влиянием которых протекает эмбриональное развитие.

По характеру начала насиживания выделяют три группы птиц:

- 1) Насиживающие с завершения кладки (гусеобразные, куриные, кулики, большинство воробьиных).
- 2) Насиживающие с первого отложенного яйца (совы, стрижи, попугаи, поганки, гагары, цапли, аисты, журавли, хищные птицы и др.)
- 3) Насиживающие с середины кладки или незадолго до ее окончания (дятлы, страусы, голуби, пастушки) [10,18,37].

Данное разделение обосновывается тем, что под насиживанием понимается более или менее постоянное пребывание наседки на гнезде.

На сохранение жизнеспособности развития зародышей оказывает влияние смена семейных партнеров на гнезде.

Инструментальные методы изучения насиживания, внутrigнездовой температуры в период откладки яиц [6,13] и анализ развития зародышей

позволили сделать вывод о том, что все птицы, начинают насиживание с первого отложенного яйца. Были выделены три типа насиживания [3].

Для первого типа насиживания характерно относительно непрерывное пребывание наседки на гнезде после откладки первого яйца. Некоторые самки (грач, обыкновенная горлица, чайка и др.) начинают сидеть на гнезде еще до появления в нем яйца. Например, время обогрева яиц в суточном цикле у грача в период их откладки постоянно увеличивается от 92 % при снесении первого до 98 % при снесении последнего яйца [31], у сизой и обыкновенной чаек от 38 % до 89 % [5].

Для второго типа насиживания характерно периодическое посещение гнезда самкой или насиживающими партнерами с постепенным увеличением плотности насиживания. Выделяются два варианта в данном типе. Крупные птицы (утиные) посещают гнездо в течение суток один-два раза [11], а мелкие многократно [3,5].

При этом кладка подогрывается до уровня, который необходим для развития эмбрионов, также изменяется положение яиц [3].

При увеличении количества яиц в гнезде, плотность насиживания возрастает у кряквы от 16 % до 54 % [11], у береговой ласточки от 6 до 86 % [16].

Для третьего типа насиживания характерны признаки первого и второго типа, прерывистое насиживание в начале яйцекладки сменяется относительно непрерывным к завершению [7].

Насиживание следует рассматривать как проявление заботы о потомстве.

У выводковых и эволюционно молодых птенцовых птиц наблюдается прерывистое насиживание, большую часть времени в период накопления яиц партнеры проводят вне гнезда, однако при посещении его подогревают и переворачивают яйца, таким образом они поддерживают жизнеспособность эмбрионов, предотвращают присыхание бластодермы к подскорлуповым оболочкам. Возможно, этот тип насиживания был изначальным.

Под влиянием экологических и этологических факторов, видимо возникли первый и третий типы насиживания.

Одиночно гнездящиеся и колониальные виды, которые приступают к размножению при относительно низких температурах (клест, ворон, грач, совы, некоторые хищные птицы), насиживают преимущественно по первому типу. На увеличение плотности насиживания кроме всего прочего, оказывают влияние взаимоотношения между птицами (охрана мест, строительного материала гнезда, яиц от расхищения [38], а также их индивидуальные особенности [7].

Экологические условия влияют на изменения поведения птиц в период откладки яиц, что доказывается увеличением плотности насиживания у рябинников Большеземельской тундры по сравнению с рябинниками Камского Предуралья [40]. Погодные условия оказывают неоднозначное действие на плотность насиживания в период яйцекладки. Так, по исследованиям В.С. Шкарина и Л.П. Маркс (1980), в дождливую погоду с ветром береговые ласточки в дневное время в поисках корма покидали территорию колонии. Плотность насиживания при этом была довольно низкой и возрастала от 29 %, в начале яйцекладки до 54 % к ее завершению, в то время как в оптимальных условиях другого года она соответственно увеличивалась от 49 % до 93 % [35].

По Е.С. Птушенко и А.А. Иноземцеву (1968), плотность насиживания у сороки в Московской области возрастала при пониженных температурах среды [24]. У сизого голубя в феврале плотность насиживания составляла 98 % - 100 %, тогда как в мае только 82 % - 88 % [16].

Развитие эмбрионов птиц, начинается в яйцеводный период. Отложенные яйца, под воздействием гипотермии, впадают в факультативную диапаузу. Это явление само по себе имеет адаптивное значение. Однако длительность диапаузы ограничена для многих видов меньшим временем, чем длительность яйцекладки. Пребывание яиц вне инкубации превращается

в элиминирующий фактор, который преодолевается всеми видами птиц поведенческой реакцией – насиживать кладку с первого яйца [7].

1.2. Биологическое значение насиживания в период откладки яиц

Насиживание в период откладки яиц имеет несколько аспектов и может быть оценено в первую очередь с точки зрения сохранения жизнеспособности зародышей. Из практики искусственной инкубации яиц домашних птиц известно, что выживаемость зародышей обратно пропорциональна времени хранения яиц до закладки в инкубатор [7]. Данные об эмбриональной смертности по этой причине следующие:

Таблица 1

Эмбриональная смертность зародышей домашней птицы [22].

	Продолжительность хранения яиц, сутки					
	5	10	15	20	25	30
Гибель зародышей в %						
Домашняя курица (<i>Gallus domesticus</i>)	2,0	6,4	22,0	56,0	96,0	100
Домашняя утка (<i>Anas domesticus</i>)	14,3	20,0	26,5	42,8	94,0	100

По данным В.В.Рольника, пребывание яиц гаги вне инкубации превращается в сильный элиминирующий фактор уже через 5 суток [26]. Также отмечена гибель эмбрионов дроздов, чечевиц, грачей, поганок, береговых ласточек и сизых чаек при семисуточном исключении яиц из инкубации [2, 6, 16].

Было изучено влияние длительности хранения яиц на выживаемость и темп развития зародышей, проводили исследование на четырех видах воробьиных. Результаты позволили выявить общие закономерности [39].

Зародыши, которые развивались в контрольных гнездах без искусственно вызванного торможения развития, опережали на 1 – 3 стадии

зародыши яиц одно - трехсуточного хранения и на 2 – 5 стадий четырех – шестисуточного хранения. Во всех случаях выявлено замедление развития эмбрионов с увеличением срока хранения яиц вне инкубации. Более значительное торможение эмбриогенеза обнаружено у зародышей из яиц семи – одиннадцатисуточного хранения [7].

Под влиянием торможения развитие продолжительностью в 4 – 5 суток (время, необходимое для откладки всех яиц) у большинства воробьиных происходило удлинение зародышевого звена онтогенеза, а порядок вылупления птенцов был в основном обратным порядку откладки яиц [7].

Таким образом, у исследованных воробьиных птиц, искусственно вызванные торможения развития на стадии конца бластулы – начала гастролы продолжительностью 3 – 6 суток удлиняют зародышевое звено онтогенеза, а более продолжительные приводят к элиминации зародышей уже на ранних стадиях [7].

Проанализировав данный эксперимент, можно сформулировать следующие положения:

- 1) с увеличением длительности хранения инкубационных яиц эмбриональная смертность возрастает;
- 2) основная гибель эмбрионов происходит в период хранения яиц (до закладки в инкубатор) и в первые дни их инкубации;
- 3) зародыши из яиц длительного хранения медленнее развиваются и позднее вылупляются, а птенцы обладают меньшей жизнеспособностью;
- 4) существуют видовые различия в способности зародышей к длительному торможению развития.

Из литературных данных также известно, что при хранении яиц вне инкубации происходят изменения как в самом яйце, затрагивающие рН белка, желтка, так и в клетках бластодермы.

Наблюдения за размножением птиц, которые проводили с помощью инструментальных методов, показывали, что в естественных условиях

торможения развития никогда не бывают равными времени накопления яиц в гнезде [30].

В зависимости от экологической обстановки поведение птиц меняется, соответственно изменяется и продолжительность торможения развития [7].

Можно сделать вывод о том, что длительное хранение отрицательно влияет на темп развития, выживаемость эмбрионов и птенцов. Элиминирующее влияние хранения яиц, наступает за промежуток времени меньший, чем продолжается откладка яиц у того или иного вида. Если бы птицы начали насиживать после окончания кладки и не проявляли заботы о потомстве периодически подогревая или относительно непрерывно насиживая яйца, то большая часть зародышей элиминировала бы уже в начале онтогенеза.

Таким образом, насиживание с первого отложенного яйца, является важной адаптацией, возникшей в процессе естественного отбора и направленной на поддержание жизнеспособности зародышей [1]. Сочетание ускорения обменных процессов в яйце при насиживании наседкой гнезда, с толерантностью зародышей к замедлению этого процесса при понижении температуры в отсутствии семейных партнеров или постоянное замедленное развитие и обеспечивают высокую их выживаемость. Экспериментальные данные показывают, что именно такое сочетание температур дает возможность птицам сохранить жизнеспособность зародышей в период откладки яиц на более продолжительный срок, чем вне насиживания [7].

1.3. Плотность и длительность насиживания

Во многих литературных источниках говорится о насиживании без количественной оценки этого процесса. Так, С.В.Винтер, Ю.И.Мельников (1988) и другие при описании насиживания оценивают его как «регулярное», «слабое», «крепкое». Однако оценки такого рода не позволяют провести сравнительный анализ характера насиживания для разных видов птиц.

Работы, в которых процесс насиживания оценивается количественно представляют большой интерес. Так, Д.М. Гауштейн (1976) определил плотность насиживания у обыкновенной горихвостки в условиях Молдавии. В дневное время, она составляла 50 % – 70 %, а у обыкновенной овсянки – 85 % [9].

Плотность насиживания, которая выражается в процентах, как отношение времени (в часах) пребывания самки (партнеров) на кладке к 24 часам, является вполне приемлемой количественной характеристикой процесса насиживания. Она позволяет объективно проводить сравнение разных этапов насиживания как в одном гнезде, так и в гнездах разных видов птиц. В этом случае оценка не является субъективной [7].

Получены данные о плотности насиживания у следующих видов птиц:

Обыкновенная овсянка – 85,5 % [9]; лесной конек – 95,3 % - 99,6 % [4]; рябчик – 94,0 % [6]; рябинник – 86,5 % - 91,2 % [36]; береговая ласточка – 87,5 % – 92,0 % [16]; домашний гусь – 97,0 % [16].

С помощью приведенных данных можно сделать следующие выводы:

1) Показатель плотности насиживания у птиц разных таксонов и биологических групп не слишком различен и колеблется в большинстве случаев от 85 % до 95 %.

2) Плотность насиживания, зафиксированная для одного и того же вида варьирует, например, у обыкновенной горихвостки в Камском Предуралье от 77,0 % – 84,0 % до 94,7 % – 98,3 %.

3) Нет оснований для утверждения о более высокой плотности насиживания у закрытогнездящихся птиц в сравнении с открытогнездящимися.

Плотностью насиживания в период яйцекладки регулируется скоростью эмбриогенеза каждого откладываемого яйца [7].

У большой синицы при откладывании 11 яиц для первых пяти плотность насиживания составила 6,1 % - 10,4 %, для 6 – 7-го - 12,5 % и 8-11-го яйца - 29,1 % – 45,8 %. Растянutosть сроков вылупления птенцов

составила около полутора суток с нарушением порядка откладывания яиц. Высокая плотность насиживания (50 % и более), начиная с первого откладываемого яйца, например у сов, является предпосылкой растянутого срока вылупления птенцов в течение времени, почти равного периоду яйцекладки [21].

Таким образом можно сделать вывод, что изменением плотности насиживания регулируется время и степень прогревания яиц в период яйцекладки, что оказывает исключительно большое влияние на разновременность вылупления птенцов.

Плотность насиживания меняется в зависимости от экологической ситуации. Так, например, у сизого голубя в феврале она достигает 98 % -100 %, а в мае – 84 % - 88 %. Эти данные свидетельствуют о том, что насиживание не является узко генетически запрограммированным свойством, а регулируется поведением птицы в зависимости от температуры окружающей среды. Наблюдается также обратная зависимость между плотностью насиживания в период яйцекладки и продолжительностью вылупления птенцов: при низкой плотности насиживания – дружное вылупление (у большой синицы 11 птенцов за 1,5 суток), при высокой – растянутое (у совы 6 птенцов за 5 суток) [7].

Следует рассмотреть важное определение – длительность насиживания.

М.М. Найс (1988) определяет этот параметр как время от момента откладывания последнего яйца до вылупления последнего птенца. А.Н.Промтов (1956) считает продолжительность насиживания равной периоду развития зародыша в яйце. У Л.О. Белопольского (1957), другая точка зрения на это определение. Под продолжительностью периода насиживания он предлагает считать длительность естественной инкубации от начала насиживания яиц до вылупления птенцов, но не разъясняет, именно какой момент следует принимать за начало насиживания: откладку первого яйца или завершение всей кладки [7].

Приведенные определения продолжительности насиживания нельзя считать приемлемыми. В них не учитывается то обстоятельство, что с откладыванием первого яйца начинается процесс инкубации, следовательно, эмбриональное развитие. Продолжительность насиживания, рассматривается как время между откладкой первого яйца и вылуплением птенца из последнего яйца кладки.

В насиживании следует выделить три периода:

- 1) Яйцекладку;
- 2) Собственно насиживание (от откладки последнего яйца до начала вылупления первого птенца);
- 3) Период вылупления птенцов [3].

Период собственно насиживания является более стабильным по продолжительности, поэтому показатели данного периода могут быть использованы для сравнительного анализа насиживания. Насиживание в период яйцекладки и вылупления птенцов, а также длительность инкубации подвержены наибольшим колебаниям.

Собственно насиживание яиц продолжается 12 суток, и этот параметр в основном зависит не от величины кладки, а от поведения наседки и степени развития ее наседного пятна. Продолжительность насиживания и инкубации зависит от плотности насиживания, внутригнездовой температуры и температуры внешней среды. По некоторым данным известно, что эмбрионам свойственна гетерохронность развития: продолжительность развития зародышей из последних яиц на 2 – 3 суток меньше, чем из первых. Гетерохронность развития уменьшает растянутость периода вылупления птенцов, они вылупляются в течение одних или двух суток. Она обуславливает фенотипическую разнокачественность особей выводка, следовательно, и популяции [7].

При анализе конкретных примеров насиживания, можно сделать выводы:

1) Широкая норма реакции, проявляющаяся в разнице продолжительности, как насиживания так и инкубации.

2) Невысокая плотность насиживания в период яйцекладки, особенно для первых 2 - 3 яиц, обеспечивает более дружное вылупление птенцов, что уменьшает их элиминацию в начальном периоде постнатальной жизни [7].

Выводы по главе 1

На основании рассмотренного теоретического материала можно отметить следующее.

1) Развитие эмбрионов птиц, начинается в яйцеводный период. Отложенные яйца, под воздействием гипотермии, впадают в факультативную диапаузу. Это явление само по себе имеет адаптивное значение. Однако длительность диапаузы ограничена для многих видов меньшим временем, чем длительность яйцекладки. Пребывание яиц вне инкубации превращается в элиминирующий фактор, который преодолевается всеми видами птиц поведенческой реакцией – насиживать кладку с первого яйца.

2) Длительное хранение отрицательно влияет на темп развития, выживаемость эмбрионов и птенцов. Элиминирующее влияние хранения яиц, наступает за промежуток времени меньший, чем продолжается откладка яиц у того или иного вида. Если бы птицы начали насиживать после окончания кладки и не проявляли заботы о потомстве периодически подогревая или относительно непрерывно насиживая яйца, то большая часть зародышей элиминировала бы уже в начале онтогенеза. Таким образом, насиживание с первого отложенного яйца, является важной адаптацией, возникшей в процессе естественного отбора и направленной на поддержание жизнеспособности зародышей.

3) Изменением плотности насиживания регулируется время и степень прогревания яиц в период яйцекладки, что оказывает исключительно большое влияние на разновременность вылупления птенцов.

4) Невысокая плотность насиживания в период яйцекладки, особенно для первых 2 – 3 яиц, обеспечивает более дружное вылупление птенцов, что уменьшает их элиминацию в начальном периоде постнатальной жизни.

ГЛАВА 2. ФАКТОРЫ ИНКУБАЦИИ

2.1. Температура

Первые работы, посвященные определению температур ы насиживания у диких и домашних птиц, относятся еще к началу двадцатого столетия. В одной из работ был, вероятно, впервые отмечен вертикальный перепад температуры в гнезде.

О перепаде температуры по горизонтали сообщает В.В. Фердинандов (1939). По его данным, температура центра гнезда курицы отличается от периферийной на 8,3 градуса. В другой работе автор подметил колебания температуры в гнезде при изменении контакта тела наседки с кладкой [7].

Начиная с двадцатого века, был выполнен ряд работ по изучению температуры насиживания и температуры тела у некоторых видов птиц.

С целью анализа насиживания у домашних и диких птиц, приведем параметры температур насиживания (в градусах), для следующих видов птиц: нанду - 38,5 °С [27]; домашний гусь – 33,3 °С - 36,7 °С [34]; чирок-свистунки – 38,0 °С - 39,0 °С [6]; канадская казарка — 31,7 °С - 36,1 °С [6]; кряква – 38,9 °С - 40,2 °С [6]; курица – 31,2 °С - 39,5 °С [32]; серебристая чайка – 25,7 °С - 29,8 °С [25]; озерная чайка – 25,4 °С - 28,2 °С [29].

Можно сделать вывод о том, что прослеживаются различия в уровне температуры насиживания как у разных видов птиц, так и у одного и того же вида. Например, в исследовании Ю.А. Самородова (1974) для серебристой чайки приведена температура насиживания 25,7 °С - 29,8 °С, озерной – 25,4 °С - 28,2 °С.

Данные о резко различных температурных границах насиживания, которые устанавливали авторы, являются результатом разных и несогласованных методов их регистрации и, следовательно, они не всегда отражают истинную картину температурного режима естественной инкубации.

Рассмотрим температуру естественной инкубации у птиц, которые принадлежат к различным таксонам и биологическим группам:

1) Нанду. При исследовании гнездовой биологии, использовали более совершенную методику- непрерывную регистрацию температуры инкубации, связь этого параметра с плотностью насиживания, перемещениями и поворотами яиц в кладке. Изучение температуры инкубации у данного вида производилось в условиях зоопарка Аскания-Нова в июне. Гнездо у нанду представляет выбитую самцом ямку глубиной 30 - 35 см, заполненную сеном и перьями. Насиживание исследовали в трех гнездах. В связи со сходством полученных данных, их анализ дан только по одному гнезду.

Для стимуляции инстинкта насиживания у самца нанду в гнездо были подложены два деревянных подклада, которые «насиживались» до появления яиц. Спустя двое суток началась яйцекладка, в которой участвовали три самки. В период яйцекладки температура колебалась в пределах $17,0^{\circ}\text{C}$ - $38,6^{\circ}\text{C}$ при 3–7 поворотах яиц в сутки. Можно сделать вывод о том, что период яйцекладки - типичная иллюстрация прерывистой инкубации, а следовательно, и эмбриогенеза.

Собственно насиживание длилось в течение 34 суток. Температура обеих зон гнезд да в это время повысилась и оставалась стабильной. Среднесуточная температура зоны контакта составляла $37,0^{\circ}\text{C}$.

Птенцы у нанду вылуплялись за 29 - 32 часа при средних температурах зоны контакта $35,4^{\circ}\text{C}$. За это время самец четыре раза покидал гнездо на 15 - 30 минут. Зарегистрировано 30 передвижений яиц в гнезде, преимущественно в ночное время [25,26,33].

2) Пустельга. В период яйцекладки температура обеих зон не оставалась постоянной. Самка, отложив первое яйцо, в эти сутки гнездо не посещала. Плотность насиживания составила 20,8 %. За вторые сутки, самка посетила гнездо два раза. Во вторую половину дня, она отложила второе яйцо. Плотность насиживания поднялась до 54,2 %. В день, когда самка

снесла третье яйцо, она находилась большую часть времени в гнезде, и ночевала там. Плотность насиживания составила 62,5 %. В эти сутки самец впервые кратковременно сменил самку на гнезде. С накоплением яиц поднималась температура обеих зон.

Собственно насиживание характеризовалось постоянством температуры в гнезде, за 21 сутки среднесуточные колебания в зоне контакта составили 2,5 °С.

В период вылупления наблюдается снижение плотности насиживания, на 28 сутки при вылуплении первого птенца она составляла 80,1 % и уменьшилась к моменту вылупления последнего пятого птенца до 76,5 %. Снизилась также температура зоны контакта с 38,0 °С до 36,2 °С.

3) Сизый голубь. Изучение температуры насиживания сизого голубя проводилось в различное время года, на чердаке четырехэтажного дома. Температура инкубации, в период яйцекладки существенно отличалась при зимних и весенних условиях. В феврале при откладывании первого яйца при внешних температурах – 10 °С - 16 °С температура зоны контакта составила 37,8 °С, при откладывании второго 38,2 °С. Самка прогревала гнездо за 1,5 часа до яйцекладки, постоянно находясь в нем. Плотность насиживания была 98,9 %. В мае при температуре на чердаке 13 - 18 °С плотность насиживания составила 82,1 % в первые сутки и 85,8 % во вторые. Температура зоны контакта составила соответственно 30,5 °С и 34,0 °С. Самки также, как и зимой посещали гнездо, но время пребывания в нем сократилось на 30 минут. Можно сделать вывод, что поведение насиживающих птиц в период зимней яйцекладки отличается от поведения при весеннем размножении.

При собственно насиживании, температура в гнездах зимнего периода, также отличается от весеннего. Максимальная температура гнезда 41,4°С, минимальная 35,0°С. Период вылупления птенцов независимо от времени года характеризуется пониженной по сравнению с собственно насиживанием

температурой зон гнезда. Причиной является повышенная двигательная активность на гнезде, насиживающих птиц.

4) Ушастая сова. Сведения о температуре естественной инкубации у данного вида не встречаются. Для них характерен ночной образ жизни, совпадающий с действием пониженных, внешних по отношению к гнезду, температур. Наблюдения велись за четырнадцатью кладками, из них двенадцать размещались в сорочьих и два – в вороньих гнездовых постройках. Откладка яиц проходила ритмично в ночное время с 23 до 4 часов. В 17 часов самка села в гнездо, через двадцать минут температура зоны контакта с 17°C поднялась до 34°C и удерживалась до 19 часов. Затем птица слетела с гнезда, что привело к падению температуры до 15°C . Новое посещение гнезда характеризовалось повышением температуры до 38°C . В дальнейшем по мере формирования кладки температура оставалась стабильной вплоть до вылупления птенцов.

Плотность насиживания в первые сутки яйцекладки составила 77,0 %, в последующие – 95,8 %, что не отличается от периода собственно насиживания. Ночью обогрев кладок был более интенсивным, чем днем.

Вылупление птенцов всегда начинается с наклева на первом отложенном яйце в дневное время. В этот период насиживания происходит значительное снижение и колебание температуры, в результате уменьшения плотности насиживания до 66,8 %.

В целом температурный режим насиживания у ушастой совы можно охарактеризовать следующим образом:

1) В гнездах у совы по сравнению с гнездами птиц дневной активности проявляются меньшая стабильность и более высокий уровень температуры ночью, чем днем.

2) У данного вида температура инкубации характеризуется значительно меньшей вариабельностью по сравнению с видами дневных птиц, что обусловлено меньшим числом отлучек с гнезда как в период яйцекладки, так и собственно насиживания [7].

5) Береговая ласточка. Яйцекладка проходила ритмично в течение пяти суток. В день, предшествующий началу кладки, птицы посетили гнездо до 25 раз, активно достраивая его. Ночью самка находилась в гнезде и утром отложила яйцо. Температура в зоне контакта колебалась от $34,6^{\circ}\text{C}$ до $39,0^{\circ}\text{C}$. На пятый, последний день яйцекладки температура зоны контакта составила $36,5^{\circ}\text{C}$. Такое нарастание следует объяснить увеличивающейся плотностью насиживания.

Температура в период собственно насиживания характеризовалась большей стабильностью и значительно более высоким уровнем по сравнению с периодом яйцекладки.

Во вторую половину насиживания отмечалось некоторое понижение температуры.

В период вылупления птенцов при сохранении общей тенденции количество колебаний температуры возрастает, в сравнении с колебаниями в период собственно насиживания. Температура в зоне контакта в гнезде снижается после вылупления последних птенцов [7].

Таким образом, проанализировав исследования, которые проводили у разных групп птиц, можно сделать следующие выводы:

1) Естественная инкубация яиц у всех без исключения птиц начинается с откладывания первого яйца и протекает при нестабильной температуре. В большинстве случаев уровень в зоне контакта составляет $37,0^{\circ}\text{C}$ - $38,0^{\circ}\text{C}$. Колебания температуры обусловлены слетами птицы с гнезда, возникают они и при переворачивании и ориентировании яиц.

2) Существенные различия в динамике температуры отмечаются в период яйцекладки у птиц с прерывистой и непрерывной инкубацией. У первых, при низкой плотности насиживания, яйца подвергаются кратковременному воздействию высоких температур, сменяющихся охлаждениями, нередко физиологического нуля. У вторых, с плотностью насиживания 50 % и более, яйца находятся под постоянным воздействием постепенно повышающихся температур.

3) Температура периода собственно насиживания не имеет принципиальных отличий у различных видов птиц.

4) В суточном ритме у птиц дневной активности температура зоны контакта имеет в дневное время наивысший уровень и наибольший размах колебаний. В ночное время она ниже и более стабильна. У ночных птиц (ушастая сова) показатели имеют обратное значение.

5) Зависимость зоны контакта гнезда от температуры внешнего воздуха в период яйцекладки значительна и положительная, а в период собственно насиживания яиц или слабая положительная, или отрицательная.

6) Инкубация яиц в течение всего периода насиживания у разных видов птиц носит волнообразный характер, обусловленный чередованием обычно трех- четырех повышений и понижений температуры.

7) Насиживание в период вылупления птенцов характеризуется снижением температуры на $2^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}$, большим ее колебанием и усилением тактильного фактора.

Действие температурного фактора в определенных пределах, необходимое условие эмбрионального развития птиц.

Наиболее общей закономерностью температурного режима естественной инкубации является его нестабильность. Колебания температуры, под воздействием которых протекает эмбриогенез птиц, наблюдались многими исследователями, которые изучали процесс насиживания и инкубации [7].

Шилов И.А. (1962) рассматривал колебания температуры в гнезде, как необходимое условие эмбриогенеза.

В многочисленных исследованиях, проведенных по инкубации яиц сельскохозяйственных птиц, было убедительно показано формирование комплекса морфофизиологических изменений у эмбриона, возникающих под воздействием переменных температур. Были вскрыты конкретные морфофизиологические изменения, возникающие под воздействием температурных колебаний в раннем онтогенезе [7].

Неглубокое охлаждение инкубируемых яиц обуславливает снижение элиминации эмбрионов и повышает термостабильность птенцов.

Обобщив информацию, можно сделать вывод о том, что колебание температуры инкубации, а не ее стабильность оказывает значительное влияние на формирование фенотипических признаков и свойств в онтогенезе птиц, повышая и расширяя их адаптивные возможности.

2.2. Ориентация яиц

Исследования кладок птиц разных таксонов позволили установить, что яйца ориентированы в гнездах чаще экваториально или острым концом к центру лотка. Ориентированность яиц осуществляется насиживающей птицей, активно перемещающей и переворачивающей их в гнезде. В закреплении определенного положения яиц птицам способствуют два момента. Во – первых, котлообразная форма лотка гнезда [6]. Во – вторых, перемещение центра тяжести в острый конец яйца в процессе эмбрионального развития [20]. Существует также зависимость степени ориентированности яиц от крутизны стенки лотка. Овоидная форма не только способствует концентрации яиц под телом наседки, но находится в непосредственной связи с ориентацией их в лотке [12]. Это особенно сильно проявляется в случае, когда яйца приобретают грушевидную форму, в результате чего у них наблюдается максимальная ориентированность яиц, достигающая 90 % и более. Имеют значение и размеры кладки: при большой величине степень ориентированности яиц возрастает [7].

Насиживающая птица постоянно и активно ориентирует яйца. Данный факт был доказан путем многократных наблюдений и постановкой специальных экспериментов.

Рассмотрим в качестве примера гнездовое поведение сизой чайки. Экспериментаторы расположили яйца тупыми концами к центру лотка, что не свойственно норме. Возвратившиеся на гнездо чайки изменяли положение яиц в соответствие с расположением наседных пятен – экваториально по

отношению к центру лотка. Такая ориентация является оптимальной для данного вида [7].

Приведем данные второго эксперимента с птицей, которая имеет одно наседное пятно. Наблюдения велись за гнездовым поведением лесного конька, наблюдатель располагал яйца в отсутствии птицы, тупыми концами к центру лотка. Возвратившаяся птица, усаживаясь на гнездо, сразу же начала изменять положение яиц, размещая их экваториально и острыми концами к центру лотка. Яйца оказались сдвинутыми с места и повернутыми вокруг большой оси. Следовательно, можно сделать вывод, что изменение ориентации яиц сопряжено с другими факторами инкубации – перемещением и переворачиванием [7].

В ходе всех экспериментов, наблюдатели пришли к выводу, что для большинства видов птиц характерна ориентация яиц – экваториально к центру лотка и тупыми концами вверх.

У птиц, гнезда которых имеют уплощенный, неглубокий лоток, яйца размещаются экваториально без выраженной ориентировки, например, у голубей. Если лоток очень мелкий, то яйца расположены параллельно.

В биологическом аспекте определенная ориентация яиц до некоторой степени объясняется особенностями газовой среды, которая создается в гнезде. Благодаря исследованиям было установлено наличие вертикального градиента концентрации углекислого газа [4]. Авторы обнаружили, в гнезде рябинника на дне лотка концентрацию в 5 – 9 раз большую, чем на верхнем уровне кладки. Поэтому можно предположить, что яйца, расположенные в кладке тупыми концами вверх или к периферии гнезда, находятся в лучших условиях аэрации.

Биологическое значение ориентации насиживаемых яиц достаточно убедительно иллюстрирует эксперимент, который проводили в условиях искусственной инкубации. Были сформированы три группы яиц: первая - инкубировалась в лотке при ориентации острым концом вверх, во второй – яйца располагали экваториально, в третьей (контрольная группа) – тупым

концом вверх, при температуре приблизительно $37,5^{\circ}\text{C}$, и влажности 55 %. Спустя 19 суток инкубации яйца были перенесены в выводной инкубатор, в котором их разместили экваториально. В результате было выявлено, что наиболее высокий уровень элиминации эмбрионов отмечен у яиц, инкубируемых острым концом вверх. Самую большую группу погибших эмбрионов из яиц – «остроконечников» составили «задохлики». Также была получена важная информация – количество цыплят. В зоотехнике, перед отправкой на выращивание производят бонитировку, отбраковывая слабых цыплят. Таких цыплят оказалось больше в первой группе («остроконечники»).

Существует несколько причин, обуславливающих высокую элиминацию эмбрионов в яйцах первой группы. Благодаря исследованиям было установлено нормальное положение зародыша перед выклевом из яйца. Он располагается вдоль длинной оси яйца головой в сторону тупого конца, ноги согнуты и прижаты к брюшной стороне, голова находится на боку под правым крылом. Однако эта ориентировка может отклоняться от нормы. Инкубация яиц острым концом вверх обусловила наибольшее число (92%) нарушений ориентации зародышей в яйцах: зародыши располагались головой в сторону острого конца. Гибель эмбрионов в этом случае наступала от асфиксии. Эмбрионы перед вылуплением не могли освободить клюв из - под крыла и сделать проклев скорлупы. Однако нарушение положения зародыша в яйце является решающей, но не единственной причиной, обуславливающей его гибель. Патология эмбриогенеза выражалась также у многих зародышей в кровоизлияниях, гематомах. Некоторые особи при правильном положении в яйце, даже после перфорации скорлупы и высвобождения клюва, не освободились от скорлуповых оболочек, из - за присыхания к ним пуха [22].

Наиболее высокая элиминация эмбрионов была при остроконечной ориентации инкубируемых яиц. Вместе с этим и цыплята не отличались высокими биологическими показателями. Среди них выявлялось

повышенное число уродств и значительная смертность. Элиминировали особи с различными дефектами: с частично невтянутым желточным мешком, с плохо зарубцевавшимся пупочным канальцем и др. [22].

В целом подводя итог экспериментов, можно сделать вывод, что ориентация яиц как фактор инкубационного процесса, имеет большое значение.

При искусственной инкубации куриных яиц наиболее оптимальным является вертикальное положение их тупыми концами вверх. При естественной инкубации – экваториальное положение, частично тупым концом вверх.

Большинство видов птиц, насиживая яйца, активно ориентируют их – в 80 % - 90 % случаев располагают экваториально, острым концом к центру лотка и тупым концом вверх. Ориентация яиц также сопряжена с поворотами и перемещениями их в лотке.

2.3. Перемещение и повороты яиц

Благодаря многочисленным наблюдениям, исследователями было отмечено, что наседка перекачивает клювом яйца несколько раз в сутки: сильно нагретые к краю гнезда, а под себя подбирает менее нагретые.

Существуют некоторые данные о количественной характеристике поворотов и перемещений яиц насиживающими птицами:

Домашняя курица – около 30 переворачиваний яиц в сутки [32]; нанду – 18 - 49 переворачиваний яиц в сутки [25]; озерная чайка – 93 - 144 переворачиваний яиц в сутки [16]; сорока – 43 - 50 переворачиваний яиц в сутки [16].

Данная информация свидетельствует о большой интенсивности переворачивания и перекачивания насиживаемых яиц, которая у мелких видов птиц выше, чем у крупных [7].

В ходе изучения количественной характеристики переворачиваний и перемещений яиц у сизого голубя, была отмечена высокая интенсивность

этого процесса, а также некоторое снижение показателя в «зимних» гнездах по сравнению с «весенними» [7].

При положительной внешней температуре голуби переворачивают яйца в течение суток более или менее равномерно. При отрицательной температуре в ночное время, активность возрастает [7].

Было также отмечено то, что продолжительность одного переворачивания не является постоянной. В теплую погоду эту операцию голуби выполняют за 6 - 11 секунд, в холодную - не менее чем за 14 - 15 секунд. Усиление процесса переворачивания яиц в холодные периоды насиживания повышает равномерность их обогрева [7].

Инструментальные исследования процессов естественной инкубации позволили дать количественную оценку процесса поворотов и перемещений яиц в гнезде. Однако она не позволяет полностью раскрыть биологическое значение этого фактора [7].

В орнитологической литературе отмечено, что передвижения яиц при насиживании предотвращают прилипание и присыхание зародыша к подскорлуповым оболочкам и тем самым уменьшают размеры их элиминации. Однако этот фактор инкубации имеет более широкое биологическое значение [7].

У всех насиживающих птиц наблюдается переворачивание яиц вокруг длинной оси и перемещение их по лотку, начиная с периода яйцекладки. Биологическое значение акта многогранно, но в первую очередь следует отметить два основных момента. Во – первых, сопряженное действие фактора переворачивания с другими факторами инкубации: температурой, аэрацией, ориентацией яиц. При перемещении яиц, обеспечивается снятие вертикального и горизонтального градиента температуры, или, иначе говоря, достигается равномерное обогревание с одновременным воздействием на развивающиеся эмбрионы кратковременных неглубоких охлаждений. А неглубокие охлаждения оказывают стимулирующее влияние, повышая выводимость птенцов. Во – вторых, как показали проведенные

эксперименты, постоянное переворачивание яиц обуславливает нормальное развитие эмбрионов, предотвращая целый комплекс патологических изменений, возникающих в неподвижно инкубируемых яйцах [7].

Таким образом можно сделать вывод о том, что двигательная активность насиживающей птицы на гнезде, выраженная в перемещении, переворачивании и ориентации яиц, является адаптивным процессом, с помощью которого она регулирует действие таких физических факторов инкубации, как температура, газовая среда и другие, и тем самым обуславливает нормальный эмбриогенез. Перемещение и поворот яиц, является важным биологическим значением [7].

Выводы по главе 2

Проанализировав теоретический материал, связанный с факторами инкубации можно отметить следующие выводы.

1) Действие температурного фактора в определенных пределах, необходимое условие эмбрионального развития птиц.

Наиболее общей закономерностью температурного режима естественной инкубации является его нестабильность.

2) Неглубокое охлаждение инкубируемых яиц обуславливает снижение элиминации эмбрионов и повышает термостабильность птенцов.

3) Колебание температуры инкубации, а не ее стабильность оказывает значительное влияние на формирование фенотипических признаков и свойств в онтогенезе птиц, повышая и расширяя их адаптивные возможности.

4) Ориентация яиц как фактор инкубационного процесса, имеет большое значение.

5) При искусственной инкубации куриных яиц наиболее оптимальным является вертикальное положение их тупыми концами вверх. При естественной инкубации – экваториальное положение, частично тупым концом вверх.

б) Большинство видов птиц, насиживая яйца, активно ориентируют их – в 80 % - 90 % случаев располагают экваториально, острым концом к центру лотка и тупым концом вверх. Ориентация яиц также сопряжена с поворотами и перемещениями их в лотке.

7) Двигательная активность насиживающей птицы на гнезде, выраженная в перемещении, переворачивании и ориентации яиц, является адаптивным процессом, с помощью которого она регулирует действие таких физических факторов инкубации, как температура, газовая среда и другие, и тем самым обуславливает нормальный эмбриогенез. Перемещение и повороты яиц, являются важным биологическим явлением.

ГЛАВА 3. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯИЦ И ОВОАДАПТАЦИИ К КОНТАКТНОМУ ОБОГРЕВАНИЮ

Б.С.Матвеев (1954) предложил называть некоторые особенности в строении яиц амниот, обеспечивающих сохранение и развитие эмбрионов, например, твердые сухие оболочки рептилий и птиц, овоадаптациями [17].

К овоадаптациям можно отнести и другие особенности яйца.

3.1. Овоадаптация к контактному обогреванию

Известно, что при естественной инкубации имеет место контактное обогревание яиц насиживающей птицей. Важнейшей овоадаптацией является подвижно положение желтка в белковой оболочке. В яйце, которое птица только что отложила, желток обычно занимает центральное положение. К концу первых суток пребывания яйца во внешней среде и в дальнейшем в силу уменьшения плотности желтка в сравнении с белком и эластичности халаз желток всплывает. Кроме этого, меньшая плотность массы желтка анимального полюса, чем вегетативного, обеспечивает ориентацию зародышевого диска в верхнем положении. Таким образом, при любом положении яйца в гнезде зародышевый диск яйца занимает верхнее положение, причем с наименьшим расстоянием от контактного источника тепла [8].

В данных фактах можно убедиться путем просвечивания яйца с помощью овоскопа. После вращения яйца вокруг длинной оси желток всегда занимает первоначальное положение – зародышевым диском вверх [7].

У яйца, фиксированного острым концом вниз, желток также всплывает, поворачивается вокруг поперечной оси на 45°C - 60°C , приближая зародышевый диск к воздушной камере. В этом положении куриного яйца желток расположен в 3 - 4 мм от подскорлуповой оболочки и в 15 мм – 25 мм от острого конца. К механизмам, которые обеспечивают определенную

ориентацию желтка (эластичность халаз, различная плотность компонентов яйца), также следует отнести характер прикрепления халаз к желтку. Они прикрепляются не строго к экватору желточного шара, а несколько ближе к анимальному полушарию и тем самым обеспечивают зародышу выгодную позицию по отношению к оптимальным условиям эмбриогенеза – к контактному источнику тепла и аэрации [7].

Можно сделать вывод, что четко прослеживается регуляционный механизм яйца к контактному нагреванию в условиях естественного инкубационного процесса. Что же касается овоадаптаций к низким температурам, лежащим ниже порога эмбриогенеза, то их наличие можно лишь предполагать в связи с тем, что яйца, особенно у птиц умеренного и холодного климата, нередко в период яйцекладки и насиживания подвергаются охлаждениям [7].

К сложным механизмам овоадаптации следует отнести вертикальное перемещение желтка в яйце. Впервые это явление было установлено на яйцах трех модельных видов птиц – домашней курицы, рябинника, грача. В ситуации, когда птица слетала с гнезда, яйца кладки подвергались охлаждению под влиянием температуры окружающего воздуха, желток погружался в толщу белка, где последний начинал выполнять функцию тепловой защиты [23].

Характер механизма, был определен при анализе плотности компонентов яйца – желтка и белка. Исследование яиц курицы, грача выявило зависимость между температурой и плотностью желтка и белка [23].

При более высоких температурах плотность белка выше плотности желтка, при низких температурах, - наоборот. Если плотность желтка больше плотности белка, то желток тонет (выталкивающая сила отрицательная); если наоборот – то всплывает (выталкивающая сила положительна). При равных плотностях желток находится в равновесии с белком [7].

Исходя из данных, можно сделать вывод, что существует связь строения яиц с процессами насиживания и инкубации. При контакте наседки

с яйцом и одинаковой температуре белка и желтка последний всплывает, приближая зародышевый диск к источнику тепла (наседке). При длительном отсутствии наседки в гнезде и низких температурах окружающего воздуха желток тонет, увеличивая расстояние между зародышевым диском и подскорлуповой оболочкой. В этом случае белок служит тепловой защитой зародыша от влияния низких температур окружающей среды. В связи с тем, что температуропроводность желтка меньше, чем у белка, он остывает медленней, поддерживая жизнеспособность зародыша [7].

Подводя итог, можно отметить, что при контактном обогревании насиживающей птицей, важнейшей овоадаптацией является подвижное положение желтка в белковой оболочке, вертикальное перемещение желтка в яйце. Также большое значение в комплексе овоадаптаций, имеет фиксация желтка в яйце анимальным полюсом в верхнем положении.

3.2. Влияние температуры на перераспределение массы белка и желтка

Перемещение желтка, в толще белковой оболочки, объясняется различной плотностью компонентов яиц и связано с изменением объема в зависимости от температуры. В яйце происходит перераспределение массы белка и желтка при изменении температуры за счет диффузии растворителя, имеющего меньший удельный объем, чем желток и белок, через желточную оболочку. Это явление в меньшей мере влияет на изменение плотности содержимого яйца, чем объемное расширение. Проницаемость оболочки увеличивается с повышением температуры [28].

Необходимо отметить, что эффект перемещения желтка в яйце, вызванный изменением массы, имеет то же направление, что и эффект, возникающий вследствие изменения объема. Так, с повышением температуры увеличение объема, следовательно, и уменьшение плотности идет быстрее у желтка, чем у белка, что приводит к возникновению выталкивающей силы, действующей на желток. С другой стороны,

повышение температуры яйца сопровождается проникновением растворителя из белка в желток, на что указывает появление осмотического давления в последнем. В результате этого плотность желтка уменьшается, а плотность белка увеличивается. При понижении температуры процесс идет в обратном порядке [7].

При колебаниях температуры яйцо «работает» подобно поршневому насосу: охлаждаясь засасывает воздух, который поглощается белком, уменьшая его плотность; нагреваясь, освобождает растворенный газ. Желток покрыт трехслойной эластичной желточной оболочкой, также он окутан тонкой сеткой градиноквого слоя белка, заканчивающегося двумя шнурами, халазами. Этот слой белка самый плотный, что способствует увеличению эквивалентной плотности желтка [7].

Таким образом следует сделать вывод, что овоадаптации к контактному обогреванию в процессе естественной инкубации и особенно к действию переменных температур осуществляется интегрировано за счет способности желтка вращаться на халазах, изменения плотности желтка и белка при объемном расширении и при изменении их массы, вызванного «перекачкой» растворителя через желточную оболочку, и, наконец, изменения плотности белка за счет поглощения газа при охлаждении.

3.3. Теплофизические свойства белка и желтка

При распространении тепла от наседки температура в разных частях яйца бывает различна. Наиболее сильные колебания внутрияйцевой температуры происходят в момент слета с гнезда и возвращения насиживающей птицы в условиях большого перепада температур между гнездом и биотопом [7].

Один из важнейших параметров – теплопроводность отдельных компонентов яиц. Благодаря исследованиям, выявлена неоднозначность коэффициента теплопроводности желтка у различных птиц.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о влиянии плотности компонентов яйца на величину коэффициента теплопроводности. При увеличении плотности содержимого яйца коэффициент теплопроводности возрастает. Корреляционный анализ исследуемых величин показал, что между коэффициентом теплопроводности и плотностью желтка существует вполне достоверная сильная положительная корреляция. Наблюдается зависимость плотности и коэффициента теплопроводности желтка от количества яиц в кладке: с увеличением их числа показатели анализируемых параметров уменьшаются. Также было установлено, что плотность желтка и белка с повышением температуры понижается незначительно [7].

Еще одно теплофизическое свойство – температуропроводность. Она является физическим параметром и характеризует теплоинерционные свойства тела. Скорость выравнивания температур во всех точках тела находится в прямой зависимости от коэффициента температуропроводности. Жидкость в сравнении с твердым состоянием тела обладает малым значением коэффициента. Компоненты яйца – желток и белок – в известной мере представляют собой жидкости, и, надо полагать, их свойства не будут исключением из общих правил температуропроводности. Благодаря исследованию, установлено уменьшение коэффициента температуропроводности желтка и белка яиц с повышением температуры в интервале $10^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$.

3.4. Роль теплофизических характеристик яйца в процессах насиживания

Некоторые видовые различия компонентов яиц по теплофизическим характеристикам, например, по параметру коэффициента теплопроводности и температуропроводности, по – видимому, связаны с видовым стереотипом поведения птиц в период гнездования.

Следует обратить внимание на гетерогенность яиц в пределах одной кладки. Наибольшие различия по теплофизическим параметрам и особенно по коэффициенту температуропроводности наблюдаются у первых и завершающих кладку яиц.

Наличие гетерогенности яиц по теплофизическим параметрам способствует сохранению жизнеспособности эмбрионов от воздействия низких температур в те моменты, когда самка покидает гнездо на длительный промежуток времени.

В интервале температур 20°C – 40°C коэффициент температуропроводности содержимого яйца имеет низкое значение и обуславливает медленное остывание яиц в кладке в период отсутствия на гнезде наседки. При температуре 20°C и ниже температуропроводность яйца возрастает, что приводит к ускоренному выравниванию температуры яйца по всему объему. В развитии эмбриона наступает торможение. Когда насиживающая птица возвращается, вследствие высокой температуропроводности в гнезде у охлажденных яиц последние быстро прогреваются [7].

Таким образом, большую теплопроводность, теплоемкость и температуропроводность белка и желтка яиц в условиях естественной инкубации, а также сильную зависимость двух последних коэффициентов от температуры среды следует рассматривать как комплекс эколого - физиологических механизмов адаптивного значения – защиты зародыша на первых этапах эмбриогенеза от действия неблагоприятных температур.

3.5. Теплообмен яиц при естественной инкубации

Рассмотрим тепловую мощность, потребляемую яйцами кладки в процессе естественной инкубации. В этих условиях большое значение имеет теплообмен между наседкой, гнездом и яйцами. Для раскрытия связей между ними необходимо знать их тепловые параметры, среди которых одним из наиболее важных является удельная эквивалентная теплоемкость яйца, по

изменениям которой во время насиживания можно судить о происходящих в яйце тепловых процессах. Флуктуации удельной теплоемкости яйца могут быть связаны с изменением его массы и возникновением химической терморегуляции у зародыша. Масса яйца в процессе насиживания уменьшается в связи с испарением воды и постоянным газообменом между яйцом и окружающим воздухом, обуславливающим дыхание эмбриона, происходит «усушка» яйца [12].

С выявлением закономерности изменения массы яйца в процессе инкубации представляется возможным рассмотреть его удельную теплоемкость. Из экспериментальных данных известно, что удельная теплоемкость при изменении температуры яйца заметно меняется. Причем удельная эквивалентная теплоемкость яйца, в первые пять суток, с увеличением температуры в интервале $25^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ возрастает почти линейно. Перед вылуплением птенца теплоемкость яйца изменяется скачками. Исходя из этого, можно предположить, что в период перед вылуплением птенцов яйцо является активным переменным источником тепла [7].

Проводили исследования теплоемкости яиц в зависимости от периода инкубации при нагревании их до одной и той же температуры в определенное время суток. С увеличением срока насиживания она уменьшается. Наибольшие изменения происходят в последние дни естественной инкубации. Это можно объяснить резким приростом теплопродукции эмбрионов [7].

Для поддержания температурного режима в период инкубации насиживающей птицей выделяется энергия, часть которой аккумулируется яйцами, которые продуцируют физиологическое тепло. Незначительное количество теплоты затрачивается на испарение влаги из яиц [7].

Величина потребляемой яйцом тепловой мощности уменьшается с увеличением времени инкубации. Это объясняется повышением в яйце с развивающимся эмбрионом теплообразования [7].

Сравнивая зависимости мощности, выделяемой яйцами птиц различных групп, можно отметить явное качественное и количественное различие в темпе роста теплопродукции яиц выводковых птиц (домашняя курица) и яиц полуптенцовой группы (сизый голубь) [19].

Таким образом, нарастание теплопродукции яиц птенцовой и выводковой групп происходит с одинаковой скоростью для пойкилотермной фазы развития. Представители полуптенцовой группы в эмбриональном периоде по значению этого показателя ближе к выводковым птицам, а со становлением химической терморегуляции - к птенцовым. Таким образом, эколого – физиологическое развитие эмбриогенезов полуптенцовой, птенцовой и выводковой групп по указанному признаку обнаруживается в начальный период инкубации. Различия по темпу роста теплопродукции птенцовой и выводковой группы гомойотермного типа энергетического обмена [7].

Рассмотрев данные вопросы, можно сделать вывод о том, что при контакте наседки с яйцами и одинаковой температуре белка и желтка последний всплывает, приближая зародышевый диск к источнику тепла и воздушной среде. Перемещение желтка в яйце является одним из адаптивных механизмов, которые направлены на защиту зародыша от влияния низких температур окружающей среды, а также они способствуют интенсификации газообмена и окислительным процессам в зародыше и лучшему использованию питательных веществ эмбрионом.

Теплофизические свойства белка и желтка яиц являются термическими характеристиками раннего онтогенеза птиц, обуславливающими оптимальный тепловой режим, который обеспечивает нормальное эмбриональное развитие. Признание этих свойств, будет понимание процессов теплового взаимодействия яйца с внешней средой, что позволит выявить процесс температурной адаптации наседки и эмбриона. Знание механизмов температурной эмбриоадаптации открывает перспективы

искусственного воздействия на эти механизмы в практике разведения домашних и промысловых птиц.

Выводы по главе 3

Рассмотрев теплофизические свойства яиц и овоадаптации к контактному обогреванию, можно сделать выводы.

1) Четко прослеживается регуляционный механизм яйца к контактному нагреванию в условиях естественного инкубационного процесса. Что же касается овоадаптаций к низким температурам, лежащим ниже порога эмбриогенеза, то их наличие можно лишь предполагать в связи с тем, что яйца, особенно у птиц умеренного и холодного климата, нередко в период яйцекладки и насиживания подвергаются охлаждениям.

2) К сложным механизмам овоадаптации следует отнести вертикальное перемещение желтка в яйце.

3) При контактном обогревании насиживающей птицей, важнейшей овоадаптацией является подвижное положение желтка в белковой оболочке, вертикальное перемещение желтка в яйце. Также большое значение в комплексе овоадаптаций, имеет фиксация желтка в яйце анимальным полюсом в верхнем положении.

4) Овоадаптации к контактному обогреванию в процессе естественной инкубации и особенно к действию переменных температур осуществляется интегрировано за счет способности желтка вращаться на халазах, изменения плотности желтка и белка при объемном расширении и при изменении их массы, вызванного «перекачкой» растворителя через желточную оболочку, и, наконец, изменения плотности белка за счет поглощения газа при охлаждении.

5) Еще одно теплофизическое свойство – теплопроводность. Она является физическим параметром и характеризует теплоинерционные свойства тела. Скорость выравнивания температур во всех точках тела находится в прямой зависимости от коэффициента теплопроводности.

6) Большую теплопроводность, теплоемкость и теплопроводность белка и желтка яиц в условиях естественной инкубации, а также сильную зависимость двух последних коэффициентов от температуры среды

следует рассматривать как комплекс эколого-физиологических механизмов адаптивного значения – защиты зародыша на первых этапах эмбриогенеза от действия неблагоприятных температур.

7) Теплофизические свойства белка и желтка яиц являются термическими характеристиками раннего онтогенеза птиц, обуславливающими оптимальный тепловой режим, который обеспечивает нормальное эмбриональное развитие. Признание этих свойств, будет понимание процессов теплового взаимодействия яйца с внешней средой, что позволит выявить процесс температурной адаптации наседки и эмбриона. Знание механизмов температурной эмбриоадаптации открывает перспективы искусственного воздействия на эти механизмы в практике разведения домашних и промысловых птиц.

ГЛАВА 4. АДАПТАЦИИ ЯИЦ ДОМАШНЕЙ КУРИЦЫ (*GALLUS DOMESTICUS*)

Ранний онтогенез птиц – одна из актуальных проблем современной орнитологии. Эта проблема разрабатывается с применением современных методов научного исследования, которые позволяют получать важные в практическом и теоретическом отношении результаты.

С теоретической точки зрения, изучение раннего онтогенеза птиц является разработкой такой проблемы, как эволюция индивидуального развития по пути эмбрионизации. Известно, что этот путь приводит к усилению заботы о потомстве и продлению эмбрионального развития. Яйцо, как биологическая система, имеет все предпосылки для протекания эмбрионизации [7].

С практической точки зрения, изучение яйца важно для повышения плодовитости домашних пород птицы, повышение качества яиц, рекомендуемых для употребления в пищу [32].

Все выше сказанное доказывает актуальность исследований в области раннего онтогенеза птиц.

4.1. Материал и методика

Объектом исследования явились яйца кур породы белый ломан. Яйца получали с птицефабрики. В анализ брали яйца, снесенные не позднее 2 - ух суток до начала анализа.

Материал собран осенью и зимой. Анализ материала проводился в лаборатории на кафедре общей биологии и физиологии ЮУрГГПУ. При описании яиц как осенью, так и зимой учитывались следующие параметры:

- 1) масса яйца (определялась на аптечных весах с точностью до 0, 1 г.;

- 2) длина и диаметр яиц определены при помощи штангенциркуля с точностью до 0,1 мм;
- 3) масса скорлупы определена после высушивания до воздушно – сухого состояния;
- 4) масса желтка определена после отделения его от белковых оболочек;
- 5) масса белка оценивалась по разнице масс компонентов;
- 6) толщина скорлупы измерена при помощи микрометра в трех областях яйца: на экваторе, тупом и остром концах;
- 7) количество пор определялось после обработки скорлупы 1 % - ым спиртовым раствором метиленовой сини и подсчитывалось на площади 0,25 см².

При обработке вычислены стандартные параметры.

Эти величины позволили оценить средние значения признака, степень изменения признаков и степень связи между ними.

4.2 Результаты исследования

Анализ яиц кур породы белый ломан, снесенных осенью 2017 года, позволили получить результаты, приведенные в таблице 1.

Средняя масса яиц оказалась равной 62,6 г., при этом самое легкое яйцо в выборке весило 56,6 г, а самое тяжелое 77,5 г. Средняя длина яиц 58,6 мм, а средний диаметр 43,7 мм. Средняя масса скорлупы составила 5,6 г., то есть 8,9 %. На долю желтка приходится в среднем 20,5 г (32,7 %). Самый тяжелый компонент яйца – белок (36,6 г или 58,5 %).

Анализ скорлупы проведен по толщине и количеству пор. Максимальная толщина скорлупы характерна для острого конца – 0,38 мм, что больше толщины скорлупы из области экватора и тупого конца.

Анализ на количество пор показал, что на тупом и остром концах количество пор практически одинаково. Оно, соответственно, равно 20,9 и 20,0 на 0,25 кв. см. В области экватора пор меньше – 19,7 на 0,25 кв. см.

Результаты обработки яиц кур, снесенных осенью приведены в таблице 2 и 3.

Таблица 2.

**Масса яйца и компонентов яйца домашней курицы
(Gallus domesticus) (Осень 2017)**

Признак	n	\bar{x}	$\pm\sigma$	v, %	min-max
Масса яйца, г.	19	62,6	5,5	8,8	56,6- 77,5
Длина, мм.	19	58,6	2,6	4,4	55,1 – 66,4
Диаметр, мм.	19	43,7	1,4	3,2	41,8 – 46,9
Масса скорлупы, г.	19	5,6	0,9	16,1	4,6 – 8,3
Масса желтка, г.	19	20,5	3,5	17,1	17,5 – 23,4
Масса белка, г.	19	36,6	4,8	13,1	31,1 – 50,11

Таблица 3

Толщина скорлупы и количество пор (Осень 2017)

Признак	n	\bar{x}	$\pm\sigma$	v, %	min - max
Толщина скорлупы, мм.					
Экватор	57	36,9	3,1	8,4	30 - 42
Тупой конец	57	36,2	2,9	8,0	32 - 43
Острый конец	57	38,2	3,4	8,9	33 - 46
Количество пор (0, 25 кв. мм)					
Экватор	57	19,7	9,3	47,0	6,34
Тупой конец	57	20,9	14,2	68,0	6 – 51
Острый конец	57	20,0	10,0	50,2	3 – 43

Яйца кур породы белый ломан анализировались в зимнее время года. Средняя масса яиц оказалась равной 61,2 г. Длина и диаметр, соответственно, равны 57,3 мм и 43,2 мм. Масса скорлупы по средней величине составляет 8 г. (13,1 %). Масса желтка 17,9 г., что составляет 29,2 %. Масса белка 35,6 г (58,2 %).

При оценке толщины скорлупы удалось выяснить, что самая толстая скорлупа из области острого конца, а самая тонкая в области тупого.

Поры распределяются по поверхности скорлупы неравномерно. Максимальная плотность пор на тупом конце, а минимальная на остром. Результаты математической обработки основных параметров яиц приведены в таблице 4 и 5.

Таблица 4

**Масса яйца и компонентов яйца домашней курицы
(*Gallus domesticus*) (Зима 2017)**

Признак	n	\bar{x}	$\pm\sigma$	v, %	min - max
Масса яйца	11	61,2	7,3	11,9	50 – 72,6
Длина	11	57,3	3,6	6,2	51,2 – 61,2
Диаметр	11	43,2	2,0	4,7	40,8 – 46,0
Масса скорлупы	11	8,0	1	12,5	6,2 – 9,3
Масса желтка	11	17,9	3,1	17,6	12,6 – 21,9
Масса белка	11	35,6	4	11,3	28,4 – 41,6

Таблица 5.

Толщина скорлупы и количество пор (Зима 2017)

Признак	n	\bar{x}	$\pm\sigma$	v %	min – max
Толщина скорлупы, мм					
Экватор	33	35,7	3,5	9,8	32 – 42
Тупой конец	33	34,8	3,5	10,1	29 – 42
Острый конец	33	37,6	4,7	12,4	31 – 47

Признак	n	\bar{x}	$\pm\sigma$	v %	min – max
Количество пор (0, 25 кв. мм)					
Экватор	33	22, 2	5, 2	23, 4	13 – 31
Тупой конец	33	30, 2	12, 1	40, 2	5 – 49
Острый конец	33	18, 7	7, 9	42, 1	7 – 32

Проведено сравнение параметров яиц, снесенных в осеннее и зимнее время года. По сравниваемым величинам выявляется разница в массе, длине, диаметре и других характеристиках яиц. Яйца, снесенные осенью несколько тяжелее зимних. Однако различия статистически недостоверны. В зимнее время года откладываются яйца с большей массой скорлупы. Различия достоверны. От осени к зиме уменьшается масса желтка при статистически достоверных различиях. Масса белка к зиме становится меньше. Однако, различия статически недостоверны.

Судя по средним величинам, яйца различаются толщиной скорлупы и количеством пор. Однако достоверность различий доказана только для количества пор в области тупого конца.

Сравнительный анализ полученных результатов позволяет прийти к выводу о том, что от осени к зиме изменяются, практически, все параметры куриных яиц. В большинстве случаев различия статистически недостоверны – это позволяет предположить, что срабатывают механизмы, которые сохраняют стабильными основные параметры раннего онтогенеза кур.

Значения критерия Стьюдента между средними величинами параметров яиц домашней курицы (*Gallus domesticus*)

Пара признаков (осень – зима 2017 г.)	Значение критерия Стьюдента
Масса яйца	0,56
Длина	1
Диаметр	0,7
Масса скорлупы	6,7 ; $p \leq 0,001$
Масса желтка	2,1 ; $p \leq 0,05$
Масса белка	0,6
Толщина скорлупы	
Экватор	0,9
Тупой конец	1,1
Острый конец	0,4
Количество пор	
Экватор	0,9
Тупой конец	2,0 ; $p \leq 0,05$
Острый конец	0,4

Для оценки степени зависимости между характеристиками яиц вычислялся коэффициент корреляции.

Таблица 7

Коэффициент корреляции между характеристиками яиц домашней курицы (*Gallus domesticus*)

Пара признаков	Значение r , осень 2017	Значение r , зима 2017
Масса яйца – масса скорлупы	+ 0,03	+ 0,8
Масса яйца – масса белка	+ 0,9	+ 0,9
Масса яйца – масса желтка	+ 0,4	+ 0,9
Толщина скорлупы – масса желтка		
Экватор	- 0,03	+ 0,9
Тупой конец	+ 0,3	- 0,4
Острый конец	- 0,4	- 0,3
Количество пор – масса желтка		
Экватор	+ 0,3	+ 0,3
Тупой конец	+ 0,3	- 0,1
Острый конец	+ 0,3	+ 0,2

Между массой яйца и массой скорлупы корреляция максимальна в зимнее время года ($r = + 0, 8$) и значительно меньше осенью ($r = + 0, 03$). Это говорит о том, что в зимнее время года увеличение массы яйца сопровождается увеличением массы скорлупы.

Масса яйца и масса белка связаны в высокой степени ($r = + 0, 9$) как осенью, так и зимой. Положительная корреляция отмечена между признаками массы яйца и массы желтка. Большая степень связи между этими признаками проявляется зимой.

Проведен анализ на связь между признаками масса желтка – толщина скорлупы и масса желтка – количество пор.

Признаки, по которым изучалась корреляция играют важную роль в раннем онтогенезе домашних кур.

По нашим данным, в большинстве случаев эти два признака связаны отрицательной связью, т. е. увеличение одного признака связано с уменьшением другого.

Количество пор и масса желтка связаны низкой положительной связью: коэффициент корреляции изменяется в пределах от $+ 0, 2$ до $+ 0, 3$. Лишь в одном случае $r = - 0, 1$.

Выводы по главе 4

Изучение характеристик яиц домашних кур, проведенное с учетом сезона и степени изменчивости признаков, позволяет сформулировать следующие выводы.

- 1) Основные параметры яиц кур изменяются в зависимости от сезона.
- 2) От осени к зиме по средним величинам уменьшаются длина, диаметр, масса белка. Однако различия статистически недостоверны.
- 3) Масса скорлупы увеличивается, а масса желтка уменьшается на статистически достоверном уровне.
- 4) Различия по толщине скорлупы и количеству пор статистически недостоверны.

5) Между характеристиками яиц отмечена как положительная, так и отрицательная корреляция, которая может изменяться в зависимости от сезона.

ГЛАВА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ, ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗООЛОГИИ

В школьном курсе по биологии, при изучении биологии птиц, рекомендуется выполнить лабораторную работу на тему: «Описание птичьих гнезд и яиц». При выполнении данной работы, учащиеся смогут познакомиться с видами птичьими гнездами разных видов птиц

Дидактический материал

Работа №1.

Тема: «Описание птичьих гнезд».

Цель: описать, гнезда птиц разных видов.

Объект исследования: птичьи гнезда.

Оборудование: линейка, штангенциркуль, лупа, карандаш.

Инструктивная карточка к выполнению лабораторной работы по теме: «Описание птичьих гнезд и яиц»

Ход работы

Задание 1.

Опишите положение гнезда. Заполните таблицу:

Признаки	Гнездо сороки	Гнездо зяблика
Высота расположения гнезда над землей		
Место и способ фиксации гнездовой постройки в пространстве		
Вид дерева или кустарника, используемый для расположения гнезда.		

Если гнездо обнаружено на земле или в другом месте, то указывается характер растительности и предметы, окружающие гнездо.

Задание 2.

Перед вами представлены некоторые виды гнезд, внимательно рассмотрите их внешний вид и заполните таблицу:

Признаки	Гнездо деревенской ласточки	Гнездо сороки	Гнездо синицы-ремеза
Форма гнездовой постройки			
Наличие крыши у гнезда			
Расположение материала гнезда: рыхло или компактно			
Состав гнезда: ветки, тростник, травянистые растения и т.д.			
Наличие в подстилке гнезда перьев птиц			

Задание 3.

Перед вами представлены гнездо сороки и гнездо деревенской ласточки. Внимательно рассмотрите, и используя линейку и штангенциркуль измерьте и опишите следующие характеристики:

- диаметр гнезда;
- диаметр внутреннего пространства гнезда(лотка);
- высота гнезда;
- глубина лотка.

Примечание: особый случай представляют гнезда, имеющие крышу. В условиях Челябинской области такое гнездо строит, например, сорока обыкновенная. При описании гнезда с крышей указывают дополнительно:

- высоту крыши от края;
- расположение летка-отверстия, через которое птица проникает в гнездо;
- диаметр летка.

Задание 4.

Зарисуйте, представленные перед вами, гнезда.

Задание 5.

Сформулируйте выводы по выполненной работе.

Описание птичьего яйца целесообразно проводить в ходе лабораторной работы, при изучении темы «Размножение и развитие птиц», когда уже изучены внешнее и внутреннее строение птиц.

Дидактический материал

Работа №2.

Тема: «Описание птичьего яйца».

Цель: описать птичье яйцо, оценить качественные и количественные характеристики.

Объект исследования: куриное яйцо.

Оборудование: чашка Петри, ручная лупа, скальпель, пинцет, весы аптечные, линейка, сырое куриное яйцо, салфетка.

Инструктивная карточка к выполнению лабораторной работы по теме: «Описание птичьего яйца»

Ход работы

Описание яиц должно включать качественную и количественную оценку характеристик.

Задание 1.

Рассмотрите куриное яйцо и определите массу, взвесив яйцо на аптечных весах. Определяется в день снесения яйца с точностью до 0,1 г.

Задание 2.

Осторожно, с помощью скальпеля вскройте яйцо, с помощью препаровальной иглы разделите его на компоненты, возьмите пинцет и перенесите составные части яйца в чашки Петри. Определите массу скорлупы, белка и желтка.

Задание 3.

1) Для рассмотрения внутренних оболочек яйца разбейте скорлупу скальпелем и вылейте содержимое в чашку Петри.

2) Пинцетом отделите подскорлуповую оболочку, которая образована двумя слоями (наружным и внутренним листком). Какую функцию она выполняет?

3) Рассмотрите белок. Определите функции белка. Ответ запишите в таблицу.

Оболочки яйца	Функции
Кутикула (надскорлуповая оболочка)	
Скорлупа (известковая оболочка)	
Подскорлуповые оболочки	
Белочная	

Задание 4.

При помощи штангенциркуля измерьте длину и диаметр яйца. Показания снимаются с точностью 0,1 мм.

Задание 5.

Рассчитайте индекс формы. Данная характеристика отражает степень скругленности яйца. Вычисляется как отношение диаметра яйца к длине, выраженное в процентах.

Задание 6.

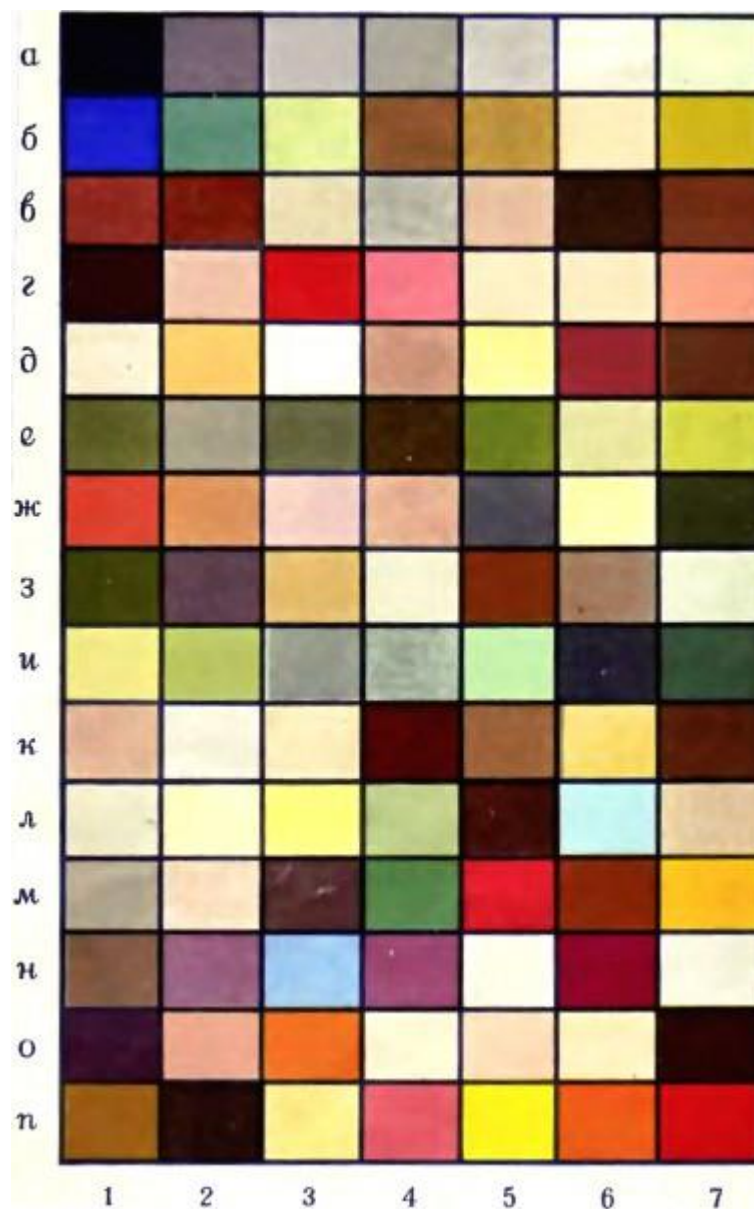
Определите степень блеска скорлупы.

Выделяют 4 степени скорлупы:

- матовая без блика;
- полуматовая с бликом;
- блестящая с ярким бликом;
- зеркально блестящая.

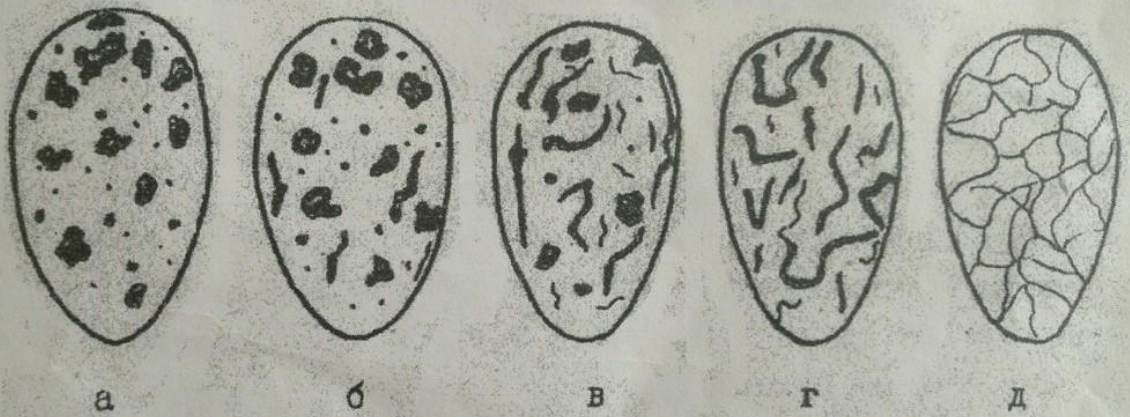
Задание 7.

Используя шкалу А.С.Бондарцева, оцените окраску скорлупы.



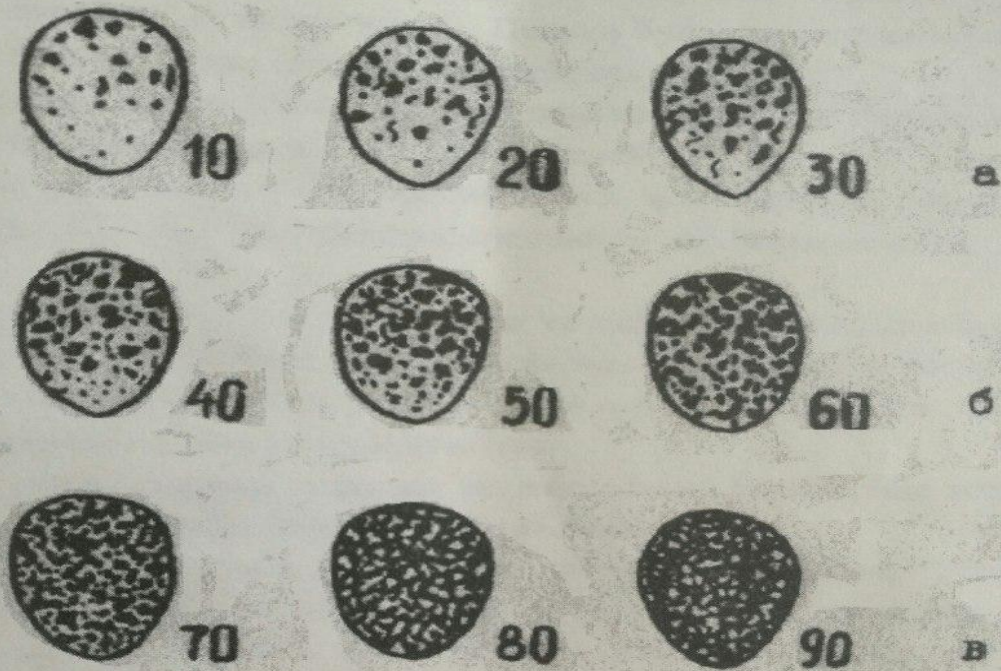
Задание 8.

Рассмотрите яйцо с помощью лупы и определите тип рисунка и густоту на скорлупе. Если изучаете яйцо, например, деревенской чайки, то необходимо определить тип рисунка и его густоту по шкале.



Основные типы рисунка яйца

а - пятнистый, б - пятнисто-линейный, в - линейно-пятнистый, г - линейный, д - сетчатый.



Типы густоты рисунка

а - редкий, б - густой, в - сплошной
(цифры - процент площади, занятой рисунком)

Задание 9.

Сформулируйте выводы о каждой выполненной работе

При изучении в школьном курсе по биологии темы «Размножение и развитие птиц», можно провести на факультативном часе лабораторную работу, при помощи которой можно описать птенцов.

Тема: «Методика описания птенцов»

Цель: используя инструктивную карточку, познакомиться с данными о формировании признаков птенцов, во время гнездового периода.

Объект исследования: птенцы

Оборудование: дидактический материал.

Дидактический материал

Работа № 3.

Задание 1.

Методика описания птенцов, с учетом их возраста. Используя инструктивную карточку, познакомиться с данными о формировании признаков птенцов, во время гнездового периода. Составить конспект, в котором будет отражена информация о птенцах разного возраста.

В мае – июне в большинстве гнезд можно обнаружить птенцов. Для правильного их описания необходимо хотя бы примерно оценить их возраст:

1-2 сутки. Птенцы либо голые, либо местами покрыты пухом. Ушные отверстия закрыты. Веки сомкнуты. Пеньки будущих перьев не обозначились. В ответ на беспокойство тянут шею вверх, открывая рот.

3-6 сутки. Тело местами покрыто пеньками перьев. Ушные отверстия, как правило, открыты. Глаза в виде узких щелей или овальной формы. Трубочки маховых и рулевых перьев обозначились или отрасли, но на концах не раскрылись. В ответ на раздражительность приподнимаются, опираясь на цевку.

7-8 сутки. Тело местами покрыто на половину раскрывшимися пеньками контурных перьев. Трубочки маховых перьев раскрылись и несут на вершинах кисточки или мелкие опахала. Глаза не округлились. При осмотре гнезда птенцы принимают оборонительную позу.

9-10 сутки. Птенцы оперены не полностью. Брюхо еще голое. Маховые перья еще не развернулись меньше, чем на половину.

11-12 сутки. Птенцы оперены почти полностью. Маховые перья развернулись наполовину или больше. Летать не могут, но хорошо прыгают по земле или перепархивают с ветки на ветку. Птенцы овсянок, коньков, соловья живут в этом возрасте вне гнезда.

14-16 сутки. Маховые перья развернулись почти полностью, лишь основания их в трубочках. Опахала кроющих перьев налегают на опахала маховых. Эмбриональный пух сохраняется на голове и спинке. Могут летать, но высоту набирают с трудом.

17-25 сутки. Хвост лишь немного укорочен. Птенцы уже летают довольно хорошо, легко набирая высоту. Посадка уверенная. Выкармливание еще продолжается, но теперь птенцы сами гоняются за родителями.

Определив примерно возраст птенцов, далее указываются следующие характеристики:

1. Масса тела с точностью до 0,1 г.
2. Длина клюва. Расстояние в мм от угла рта до кончика клюва.
3. Длина цевки, пальцев.

При изучении в школьном курсе по биологии темы «Размножение и развитие птиц», можно провести на факультативном часе лабораторную работу, на определение количества пор на скорлупе птичьего яйца.

Дидактический материал

Работа № 4.

Ход работы

Тема: «Определение количества пор на скорлупе птичьего яйца»

Цель: используя в качестве примера куриное яйцо, определить количество пор на скорлупе.

Объект исследования: куриное яйцо.

Оборудование: скальпель, чашка Петри, подставка для скорлупы, пипетка, лупа, 1 % - ый спиртовой раствор метиленовой сини, куриное яйцо.

Инструктивная карточка к выполнению лабораторной работы по теме: «Определение количества пор на скорлупе птичьего яйца»

Задание 1.

Рассмотрите внешний вид куриного яйца. Найдите в пределах яйца тупой конец, экватор и острый конец.

Эти участки выделяются следующим образом: вдоль яйца проводится воображаемая ось и делится на три равные части, которые соответствуют трем частям яичной скорлупы.

Задание 2.

С помощью скальпеля разбейте скорлупу яйца, поделите ее на две половинки. Содержимое вылейте в чашку Петри. Тщательно удалите подскорлуповую оболочку, подсушите скорлупу.

Задание 3.

На поделенной на части скорлупе найдите три участка: тупой конец, экватор, острый конец. Тупой конец с внутренней части имеет воздушную камеру.

Задание 4.

На каждом из трех участков подсчитайте количество пор. Выбранный участок обработайте 1 % спиртовым раствором метиленовой сини при помощи пипетки. Дождитесь проявления пор, к участку с порами приложите полоску бумаги с вырезанным квадратиком $S = 0,25 \text{ см}^2$, а при помощи лупы подсчитайте количество пор. То же самое сделать для двух других участков скорлупы.

Задание 5.

Вычислите среднее количество пор на тупом конце, экваторе и остром конце.

Задание 6.

Ответьте на вопросы:

- какую роль играет скорлупа в ходе эмбрионального развития?
- назовите функцию пор в скорлупе?
- в какой области скорлупы пор больше, а в какой меньше?
- в чем адаптивное значение неравномерного распределения пор по поверхности скорлупы?

Задание 7.

Сделайте выводы по проделанным работам.

Выводы по главе 5

Проанализировав материал данной главы следует отметить.

1) Изучая в школьном курсе по биологии такую тему как «Размножение и развитие птиц», необходимо рассмотреть важные характеристики птичьего яйца.

2) В школьном курсе биологии рекомендуется проводить с учащимися лабораторные работы, которые способствуют закреплению знаний.

3) На основе выпускной квалификационной работы, были предложены дидактические материалы, благодаря которым учащиеся в школе смогут выполнять лабораторные работы, с помощью которых подробно изучат основные характеристики птичьего яйца.

4) Разработан дидактический материал, на основе которого можно провести факультативные занятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение биологии птиц, связано с характеристикой разных стадий онтогенеза. Особое значение играет изучение раннего онтогенеза птиц. Специфика размножения и развития птиц связана с формированием яйца, строительством гнезда, откладкой яиц, насиживанием яиц и выкармливанием птенцов. В процессе эволюции у птиц сформировались особые адаптации, проявляющиеся в раннем онтогенезе. К их числу относятся структура яйца, химический состав яйца и адаптации яйца к контактному обогреванию. С момента откладки яиц начинается их насиживание и инкубация. В настоящее время изучены факторы инкубации, которые определяют основные параметры раннего онтогенеза птиц. К их числу относятся: температура, ориентация яиц в гнезде, повороты яиц и некоторые другие. Совместное действие этих факторов определяет условия необходимые для успешного завершения эмбрионального развития. Изучение раннего онтогенеза птиц имеет практическое значение для проведения инкубации яиц в искусственных условиях и контроля за условиями, необходимыми для нормального развития птенцов на ранних стадиях онтогенеза.

На основании данных, представленных в квалификационной работе, можно сделать следующие выводы:

1. В раннем онтогенезе птиц проявляют действие факторы инкубации, обеспечивающие условия для нормального развития эмбриона.
2. Успешное протекание эмбрионального периода связано с оптимальным проявлением действия факторов инкубации.
3. В процессе эволюции сформировались адаптации яиц к контактному обогреванию, благодаря которым регулируется интенсивность действия факторов инкубации.

4. Адаптации раннего онтогенеза птиц, лежат в основе поддержания оптимальной численности птиц в популяциях, что является основой их гомеостаза.

5. Биологические аспекты раннего онтогенеза птиц являются основой для изучения этой группы животных на современном уровне. В учебном процессе возможно проведение лабораторных работ, по изучению адаптаций в раннем онтогенезе птиц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Болотников, А.М. Адаптивное значение прерывистой инкубации в период яйцекладки [Текст]: В кн.: Сб. статей по птицеводству и орнитологии. / А.М. Болотников, А.И. Шураков, Ю.Н. Каменский, В.К. Королев. – Пермь, 1969. – 50-56 с.
2. Болотников, А.М. Выживаемость эмбрионов птиц при искусственно- прерванном насиживании [Текст]: В кн.: Материалы научного совещания зоологов педагогических институтов. / А.М. Болотников, Т.И. Соколова, А.Л. Фуфаев. – Владимир, 1973. – 178- 180 с.
3. Болотников, А.М. К изучению насиживания у птиц [Текст]: В кн.: Материалы 4-ой научной конференции зоологов педагогических институтов. / А.М. Болотников, А.И. Шураков. – Горький, 1970, 331-333 с.
4. Болотников, А.М. Ориентация и перемещение яиц в гнездах как фактор эмбрионального развития птиц [Текст] / А.М. Болотников, Ю.Н. Каменский, Л.А. Афанасьева, Л.И. Яковенко //Экология. – 1970. – № 5. – С. 85- 87.
5. Болотников, А.М. Температура и относительная влажность в гнезде обыкновенной чайки [Текст]: В кн.: Сб. статей по орнитологии. / А.М. Болотников, С.С. Калинин. – Пермь, 1974, Т. –122 –С. 10-15.
6. Болотников, А.М. Экология инкубации и эмбрионального развития птиц [Текст]: Автореферат, дис., докт., биол., наук. / А.М. Болотников. – Казань, 1972.
7. Болотников, А.М. Экология раннего онтогенеза птиц [Текст] / А.М. Болотников, А.И. Шураков, Ю.Н. Каменский, Л.Н. Добринский. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985.
8. Бэр, К.М. История развития животных [Текст] / К.М. Бэр. – М.: Издательство АН СССР, 1950,466 с.

9. Гаузштейн, Д.И. О плотности насиживания и интенсивности выкармливания птенцов у некоторых воробьиных птиц [Текст]: В кн.: Тезисы докладов II орнитологической конференции. / Д.И. Гаузштейн. – М.: Издательство МГУ, 1959, ч. 2, 37-38 с.
10. Дементьев, Г.П. Руководство по зоологии. Птицы [Текст] / Г.П. Дементьев. – М.; Л.: Издательство АН СССР, 1940. – Т.6. – 377 с.
11. Добродеева, А.А. Температурный режим гнезд утиных в период яйцекладки, прерывного насиживания и вылупления птенцов [Текст]: В кн.: Тезисы докладов VII Всесоюзной орнитологической конференции. / А.А. Добродеева. – Киев: Наукова Думка, 1977, 236-237 с.
12. Еремеев, Г.П. Зародышевые приспособления птиц с точки зрения сравнительной физиологии [Текст] / Г.П. Еремеев. – Омск, 1957. – 118 с.
13. Королев, В.К. Самописец для регистрации температуры и влажности в гнездах птиц [Текст]: В кн.: Сборник статей по птицеводству и орнитологии. / В.К. Королев, А.М. Болотников. – Пермь, 1969. – С.39-42
14. Ламехов, Ю.Г. Гнездовая жизнь озерной чайки и черношейной поганки на Южном Урале: моногр. / Ю.Г. Ламехов. – Челябинск: Изд-во Челяб.гос. пед. ун-та, 2008. – 240 с.
15. Ламехов, Ю.Г. Пространственно-временная структура поливидовых и моновидовых колоний птиц и элиминация в раннем онтогенезе [Текст]: монография / Ю.Г. Ламехов, М.А.Буланова. – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2017. – 207 с.
16. Литвинов, Н.А. Плотность насиживания как регулятор температуры инкубации и дружности вылупления птенцов [Текст]: В сб.: Гнездовая жизнь птиц. / Н.А. Литвинов. – Пермь, 1980. – С.27-29.
17. Матвеев, Б.С. Роль морфологии в разрешении очередных проблем биологии [Текст] / Б.С. Матвеев. // Зоол. ж. – 1954. – Т.34. – вып.4. – С. 743- 754.
18. Мензбир, М.А. Птицы [Текст] / М.А. Мензбир. – СПб., 1904-1909, 1231 с.

19. Отрыганьев, Г.К. Инкубация [Текст] / Г.К. Отрыганьев, В.А. Хмыров, Г.М. Колобов. – М.: Колос, 1964. – 288 с.
20. Пантелеев, М.Ф. Температурные условия раннего онтогенеза птиц- дуплогнездников [Текст]: в сб.: Гнездовая жизнь птиц. / М.Ф. Пантелеев, А.М. Болотников. – Пермь, 1977. – 37-41 с.
21. Пантелеев, М.Ф. Характер прерывистой инкубации в период яйцекладки у большой синицы [Текст]: / М.Ф. Пантелеев // Тезисы Всесоюзной научной конференции зоологов педагогических вузов.. – Пермь, 1976. – С.306-307.
22. Пенионжкевич, Э.Э. Материалы к изучению патологии эмбрионального развития [Текст] / Э.Э. Пенионжкевич. – М.: Птицепромиздат, 1939, вып. 2, 83 с.
23. Петров, Б.Г. Калориметр – инкубатор [Текст]: В сб.: Гнездовая жизнь птиц. / Б.Г. Петров. – Пермь, 1959. – С.75- 79
24. Птушенко, Е.С. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий [Текст] / Е.С. Птушенко, А.А. Иноземцев. – М.: Издательство МГУ, 1968. – 462 с.
25. Рольник, В.В. Биология эмбрионального развития птиц [Текст] / В.В. Рольник. – М.: Наука, 1968. – 424 с.
26. Рольник, В.В. Инкубация яиц гаги (*Somatoria mollissima* L.) [Текст] / В.В. Рольник. // Зоол. ж. – 1955. –Т.34. – вып.4. – С.885- 897.
27. Рольник, В.В. Температурный режим естественной инкубации у нанду [Текст] / В.В. Рольник. // Вопросы экологии и биоценологии. – 1935. – С. 5-6.
28. Романов, А.А. Птичье яйцо [Текст] / А.А. Романов, А.И. Романова. – М.: Птицепромиздат, 1959, 620 с.
29. Самородов, Ю.А. О температурном режиме кладок чайковых птиц Наурзумского заповедника во время насиживания [Текст]: В кн.: Материалы VI Всесоюзной орнитологической конференции. / ЮА. Самородов. – М.: Издательство МГУ, 1974, ч.2. – С.125- 126

30. Семенов-Тян-Шанский, О.И. Экология тетеревиных [Текст] / О.И. Семенов-Тян-Шанский. – М., 1960. – 319 с.
31. Соколова, Т.И. Плотность насиживания у грача [Текст]: В кн.: Биogeография и краеведение. / Т.И. Соколова. – Пермь, 1977. – С.29-32.
32. Третьяков, Н.П. Инкубация яиц с/х птиц [Текст] / Н.П. Третьяков. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 279 с.
33. Треус, В.Д. Акклиматизация и гибридизация животных в Аскания-Нова. [Текст] / В.Д. Треус. – Киев: Урожай, 1968. – 315 с.
34. Фердинандов, В.В. Температурный режим внутри яиц при естественном высидывании [Текст] / В.В. Фердинандов. // Сов. Птицеводство, 1939. – № 10-11. – С.24-27
35. Шкарин, В.С. Влияние погодных условий на темп эмбриогенеза и вылупления птенцов береговых ласточек [Текст] / В.С. Шкарин, Л.П. Маркс. – Пермь, 1980. – С.127-132.
36. Шкарин, В.С. Температура, плотность и ритм насиживания у рябинника [Текст] / В.С. Шкарин. // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции зоологов педагогических Вузов. – Пермь, 1976. – С.359-360
37. Шульпин, Л.М. Орнитология [Текст] / Л.М. Шульпин. – Л.: Издательство ЛГУ, 1940. – 554 с.
38. Шураков, А.И. Величина разновозрастности эмбрионов птиц при трех типах насиживания в период откладки яиц [Текст] / А.И. Шураков. // Экология. – 1978. – № 3 – С. 47-52.
39. Шураков, А.И. Стадии развития и периодизация зародышевого звена онтогенеза незрелорождающихся воробьиных птиц [Текст] / А.И. Шураков // Тезисы докладов VII Всесоюзной орнитологической конференции. – Киев: Наукова думка, 1977. – Ч.2. – С. 172-174
40. Шураков, А.И. Темп развития эмбрионов рябинника в Пермской области и Воркутинском районе Коми АССР [Текст]: В кн.: Гнездовая жизнь птиц. / А.И. Шураков, В.С. Шкарин. – Пермь, 1975 – С. 3-16.