

УДК 612.646:697.112

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ЭМБРИОНА ПТИЦ****Зуев Н.П., Наумова С.В., Лопатин В.Т., Курзаев Д.М.***Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I*

Температура – важнейший фактор, обуславливающий эмбриональное развитие птицы, так как она влияет на интенсивность обмена веществ и скорость развития эмбриона. Эмбрион начинает развиваться при температуре окружающего воздуха выше 26°C, поэтому хранить инкубационные яйца летом в обычных помещениях без регулируемого микроклимата нельзя, особенно в южной зоне нашей страны. В этом случае и без инкубации может начаться эмбриональное развитие, но зародыши вскоре погибнут в связи с недостатком тепла для нормального развития [1].

**Ключевые слова:** эмбриональное развитие птицы, инкубация яйца, температурный фактор, пороки развития эмбриона, гибель эмбриона.

**THE EFFECT OF TEMPERATURE ON EMBRYO DEVELOPMENT****Zuev N.P., Naumova S.V., Lopatin V.T., Kurzaev D.M.***Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I*

Temperature is a critical factor in poultry embryonic development, as it influences metabolic rate and the rate of embryonic development. Embryos begin to develop at ambient temperatures above 26°C. Therefore, storing hatching eggs in summer in ordinary rooms without a controlled microclimate is impossible, especially in the southern part of our country. In this case, embryonic development may begin even without incubation, but the embryos will soon die due to insufficient heat for normal development [1].

**Key words:** poultry embryonic development, egg incubation, temperature factor, embryonic malformations, embryonic death.

При соответствующих условиях хранение яиц не более пяти суток не влияет на вывод и качество молодняка. На яйцескладе температуру воздуха поддерживают в зависимости от вида яиц и срока их хранения; например, куриные яйца хранят 3 суток при 15-18°C, свыше 6 суток – при 8-12°C и влажности 75-80%. На яйцескладе должна быть обеспечена нормальная вентиляция, а при высокой температуре, особенно в южных регионах страны – кондиционирование воздуха. Предназначенные для длительного хранения инкубационные яйца располагаются в холодильной камере и хранятся при температуре 10-12°C и влажности 72-74%.

В режиме инкубации оптимальной температурой является такая, при которой физиологические процессы в организме протекают наиболее благоприятно. Дарест (1891) установил температурные границы для нормального развития эмбриона (35-40°C). Эмбриональное развитие птицы начинается при температурах ниже оптимальных, но нормально протекает, если температура находится на определенном уровне [1].

Заметное развитие бластодермы яиц кур начинается при 27°C; температура 20,5°C – минимальна для развития куриного эмбриона. Высшая предельная граница температуры, при которой возникает отклонение в развитии, находится в пределах 43°C.

Рабочими пределами температуры в инкубаторах являются 37-38°C. При такой температуре развивающийся зародыш хорошо использует питательные вещества и остаточный желток имеет небольшую массу, а соотношение жировой массы цыпленка в день вывода и первоначальной массы яйца наиболее высокое. Необходимость поддерживать более высокую или более низкую температуру возникает только в отдельные периоды инкубации и в относительно короткие сроки [1].

Эмбрион птицы не имеет приспособлений для регулирования температуры своего тела. В первые сутки инкубации он ведет себя как типично пойкилотермный организм: при повышении температуры развитие ускоряется, при понижении замедляется. В разные периоды инкубации ему требуется неодинаковое количество тепла. В первые трое суток в яйце происходят преимущественно эндотермические реакции, поэтому эмбрион нуждается в большем обогреве, и повышенная температура в указанных рабочих пределах ускоряет рост и развитие зародыша, что сопровождается усиленным поглощением веществ белка и желтка. Вещества белка в значительном количестве переходят в желток. В подзародышевой полости образуется обильное количество жидкости («новая плазма»). Улучшение питания и дыхания зародыша обуславливается хорошим развитием кровеносной системы на желтке. Пониженная температура в первые сутки инкубации задерживает все процессы развития. Кровеносная система на желтке развивается слабо, питание и дыхание зародыша ухудшаются, рост и развитие замедляются, что не всегда может быть компенсировано в дальнейшем даже при хороших условиях инкубации [1].

В последующие сутки (примерно до того, как аллантоис покрывает все содержимое яйца) повышенная температура продолжает ускорять рост и развитие зародыша, но уже в значительно меньшей степени, чем в начале инкубации. Пониженная температура задерживает развитие [1].

Во вторую половину инкубации на одну и ту же температуру зародыш реагирует по-разному в зависимости от того, как он развивался в первую половину инкубации. Если зародыш развивался нормально, то повышенная температура задерживает использование веществ белка и желтка, и это сказывается существенно на росте зародыша. Пониженная температура, наоборот, усиливает использование белка и желтка, а следовательно и рост зародыша. Если же в первую половину инкубации развитие зародыша задерживалось, то зародыш реагирует на окружающую температуру так же, как и в первую половину инкубации: при повышении температуры ускоряются рост и развитие, а при понижении задерживаются [1].

При одной и той же температуре, например 37,5°C, тепловое воздействие на эмбрионы будет различным при разной влажности, скорости движения воздуха, на различных стадиях развития. В первые дни инкубации, когда температура внутри яйца не выше температуры воздуха в инкубаторе, нормальная скорость движения воздуха обеспечивает хороший обогрев, а в последние сутки – достаточную теплоотдачу (табл. 1) [2].

В последние сутки инкубации яйцо выделяет тепло, которое образуется в результате диссимиляторных процессов, протекающих в организме зародыша, но на данном этапе развития температура также оказывает существенное влияние на развитие эмбриона. При очень низкой температуре воздуха яйца теряют слишком много тепла, в результате чего вывод задерживается, число задохликов увеличивается. Эмбрионы всех видов птиц способны переносить пониженные температуры. Например, пребывание яиц в течение 24 ч при 0°C не приводит к вредным последствиям и лишь незначительно снижает их выводимость [3].

Таблица 1

**Воздействие температуры на эмбрионы  
в зависимости от их возраста**

Возраст эмбриона, дни	Температура, °С	Тепловое воздействие
1-10 (температура внутри яиц не выше температуры воздуха в инкубаторе)	37,5	Условная норма. При высокой влажности в начальный период инкубации тепловое воздействие повышается, при низкой – уменьшается; большая скорость движения воздуха также способствует лучшему обогреву
20-21 (температура внутри яиц выше температуры воздуха в инкубаторе)	37,5	При высокой влажности в последний выводной период инкубации теплоотдача усиливается; большая скорость движения воздуха также способствует большей теплоотдаче яйцами

Можно различить несколько периодов в жизни зародыша, когда он по-разному реагирует на внешнюю температуру.

Первые 12 ч инкубации – это период, являющийся как бы продолжением развития зародыша в яйцеводе при высокой температуре. Затем до конца вторых суток в случае повышенной температуры у зародыша появляются уродства вследствие нарушений роста амниона и развития центральной нервной системы. С 3-х по 5-е сутки инкубации при повышенной температуре нарушаются отделение зародыша от желтка и формирование брюшной полости. В течение всех первых 5 дней на повышение температуры зародыш реагирует ускорением роста и развития. С 6-х суток скорость роста под влиянием повышенной температуры начинает замедляться, и с 16-х у хорошо развитого зародыша появляются некоторые признаки теплокровности: при повышении температуры использование белка и желтка уменьшается и рост зародыша задерживается, а при некотором понижении температуры использование белка и желтка усиливается, и рост зародыша ускоряется [4].

В первые сутки инкубации развитие зародыша кур может проходить нормально при незначительно повышенной против нормы температуре (41 °С), которая в другие периоды инкубации вызывает его гибель. В это время на повышение температуры зародыш реагирует ускорением роста и проявляет резистентность к низким температурам. Скорость роста под влиянием повышенной температуры замедляется. В этот период в инкубаторах следует уменьшить обогрев, понизить влажность, ускорить воздухообмен. В последние сутки инкубации высокая температура недопустима.

В инкубаторе необходимо повышать скорость движения воздуха, чтобы предотвратить перегрев, так как температура внутри яйца за счет собственной терморегуляции птенца поднимается до 38,7-41,0 °С [4].

Температура воздуха инкубатора оказывает существенное влияние на интенсивность развития зародыша. Пониженная температура задерживает развитие зародыша и может увеличить продолжительность инкубации в среднем на четверо суток. Повышенная температура уменьшает продолжительность инкубационного периода в среднем менее чем на одни сутки. Очень высокая температура задерживает вывод [4].

В отдельные периоды развития у зародышей повышается чувствительность к температуре. Особенно высока чувствительность к повышению температуры после 15-х суток инкубации. Во вторую половину инкубации эмбрион начинает интенсивно использовать желток, содержащий много жира, что вызывает большую генерацию тепла. Поэтому перегрев яиц влечет за собой повышение смертности зародышей от гипертермии.

Повышенная температура в конце инкубации вызывает у эмбриона уменьшение сердечного индекса, ослабление тока крови, что становится основной причиной торможения развития. При жировом обмене образуется углекислота, некоторое количество перекиси водорода, а также другие продукты обмена веществ, которые не успевают утилизироваться эмбрионом. В результате происходит отравление организма продуктами жирового метаболизма. Повышенная температура вызывает патологические изменения в печени эмбриона, нарушая ее гематопоэтическую функцию, что сопровождается снижением количества эритроцитов и содержания гемоглобина в крови. При этом наиболее чувствительны к повышению температуры яйца водоплавающих птиц, в связи с содержанием в желтке повышенного количества жира по сравнению с яйцами птиц отряда куриных.

Эмбрионы птицы более чувствительны к повышению температуры, чем к ее понижению. Оптимальная температура тесно соприкасается с температурным порогом, выше которого нормальное развитие затруднено. На повышение температуры, так же как и на ее понижение, эмбрионы на разных стадиях развития реагируют по-разному. Установил, что масса 3-дневного куриного эмбриона, инкубируемого при 40,5°C, была в 2,4 раза больше, чем при 37,5°C, а эмбрион, развивающийся при 33,5°C, весил в 10 раз меньше нормального. С возрастом эта разница сглаживается [5].

М. В. Орлов на основании своих работ пришел к выводу, что понижение температуры после 15-х сут, инкубации создает лучшие условия для окончания роста зародыша. Г. С. Котляров, проинкубировав 6,5 тыс. яиц, доказал целесообразность повышения температуры в начале инкубации для ускорения развития зародыша, а путем понижения температуры (увеличения теплоотдачи) улучшать условия для вывода.

В естественных условиях температура в гнезде наседки никогда не бывает стабильной: она периодически понижается и повышается. Изменение температуры под наседкой определяется индивидуальными особенностями (поведением) наседки; температурой окружающей среды, наличием вертикальных температурных зон вследствие нагрева яиц сверху и охлаждения их снизу; разницей температур в центре и по периферии гнезда; повышением температуры яиц по мере развития зародыша; охлаждением яиц при уходе наседки.

Зародыши птиц в процессе эволюции приспособились к развитию при изменяющейся температуре. Постоянные изменения ее создают оптимальные условия для газообмена и при этом не возникает перегрев яиц [6].

Температурные колебания вызывают глубокие физиологические изменения в развивающемся организме. Под действием пониженных температур возрастает активность щитовидной железы. В.В. Хаскинобьясняет это возникновением заметного различия в уровне окислительного метаболизма у охлаждавшихся и неохлаждавшихся эмбрионов и сохранением этой разницы в постэмбриональный период.

В В. Хаскин установил также, что в последнюю четверть инкубации колебания температуры повышают газообмен в утином яйце на 25-35%. Интенсивное развитие перьевого покрова у охлаждаемых эмбрионов кур также обусловливается активной деятельностью щитовидной железы [1].

Установлено, что при снижении температуры уменьшается активность каталазы в крови, наступает временное угнетение митозов в клетках крови и в эпителии роговицы, а повышение температуры после охлаждения приводит к резкому увеличению уровня митотической активности в клетках крови, внутренних органах эмбрионов. Ядра в клетках всех зачатков, кроме хорды, увеличиваются в размерах под воздействием периодических охлаждений. Наиболее отчетливо реагируют на все изменения внешней среды нервные клетки.

Охлаждение яиц во время инкубации не должно быть глубоким. Очень важно, чтобы оно продолжалось не более 10-15 мин, а температура восстанавливалась бы до оптимальной в течение 20-30 мин. Продолжительное охлаждение и медленное восстановление температуры не дают положительного эффекта, а в некоторых случаях могут причинить даже вред [7].

Охлаждение яиц во время инкубации проводили многие исследователи (И. Е. Лысенко, А. У. Быховец и Ц. Х. Русс, Н. П. Третьяков и С. О. Пельцер, и др.) [8]. Изучение физиологических реакций эмбрионов на внешние воздействия, включая температурные, составляет важную часть современных исследований, направленных на оптимизацию всего производственного цикла в птицеводстве. [9] При этом научную разработку режима переменных температур проводили одновременно с проверкой полученных результатов в производственных условиях цехов инкубации. Исследования показали, что режим переменных температур, приближаясь к режиму естественного вывода, создает благоприятные условия для обменных процессов внутри яйца, обеспечивая этим повышение жизнеспособности цыпленка в эмбриональный и постэмбриональный периоды.

Способность зародышей переносить значительные изменения температуры используется при инкубации яиц уток и гусей в инкубаторах, не обеспечивающих удаления избытков тепла яиц во вторую половину инкубации. В таких случаях прибегают к различным приемам охлаждения: выносят яйца из инкубатора, периодически значительно снижают температуру воздуха инкубатора, опрыскивают яйца водой. Эти приемы позволяют получить хорошие результаты инкубации. То обстоятельство, что при создании в инкубаторе условий для удаления излишков тепла (снижение температуры воздуха инкубатора, увеличение скорости движения воздуха около яиц, увеличение обмена воздуха в инкубаторе и т. п.) получают хорошие результаты без охлаждения яиц, ставит под сомнение биологическую целесообразность неоднократных ежедневных охлаждений яиц уток и гусей.

Однако эти соображения не исключают возможности благоприятного воздействия на организм зародыша значительных периодических снижений температуры и последующего ее восстановления. Большинство исследователей считают охлаждение необходимым [1].

Таким образом, поиск и научное обоснование оптимальных режимов инкубации, включая температурные, является непрерывным процессом, способствующим повышению выводимости, жизнеспособности молодняка и общей эффективности отрасли. [9]

В целом, можно заключить, что точное управление температурным режимом на всех этапах – от хранения яиц до завершения инкубации – выступает в качестве одного из ключевых физических факторов, определяющих успех в промышленном птицеводстве. Комплексный подход, основанный на глубоком понимании эмбриональной физиологии и современных технологических возможностях, позволяет целенаправленно влиять на сохранность, здоровье и продуктивный потенциал будущего поколения птицы. [9]

---

#### Список литературы

1. Крылов В.С. Выращивание молодняка птицы / В.С. Крылов, А.М. Громов // С.-х птицы. – Т. 2. – М.: Сельхозиздат, 1962. – С. 357-406.
  2. Третьяков Н.П. Инкубация с основами эмбриологии / Н.П. Третьяков, Б.Ф. Бессарабов, Г.С. Крок. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
  3. Кучковская Е.Н. Влияние характера зародышевого развития в первую половину инкубации на жизнеспособность и продуктивность кур молодок / Е.Н. Кучковская // Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – М., 1955. – 12 с.
  4. Орлов М. В. Инкубация / М.В. Орлов. – М.: Колос, 1982. – 223 с.
  5. Отрыганьев Г. К. Технология инкубации. Изд 2-е / Г.К. Отрыганьев, А.Ф. Отрыганьева. – М.: Россельхозиздат. 1982. – 142 с.
  6. Штеле А.Л. Яичное птицеводство: Учебное пособие / А.Л. Штеле, А.К. Османян, Г.Д. Афанасьев. – СПб.: Лань, 2011. – 272 с.
  7. Старчиков Н.И. Технология содержания племенных кур в клеточных батареях / Н.И. Старчиков. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 143 с.
  8. Кривошепин И.П. Инкубация / И.П. Кривошепин, К.В. Злочевская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 224 с.
  9. Кривонилян Г.В. Инкубация / Г.В. Кривонилян. – М.: Агропромиздат, 1998. – 118 с.
  10. Зуев Н.П. Фармакологические и физические факторы повышения иммунитета, сохранности, рентабельности производства и качества продукции птиц в птицеводстве/ Зуев Н.П., Наумова С.В., Оскольская В.Ю., Исаенко А.В., Аристов А.В., Семенов С.Н., Добрунова А.И., Шумский В.А., Фурманов И.Л., Зуев С.Н., Ломазов В.А., Мармурова О.И., Девальд Е.Н., Попова О.В., Салашная Е.А.// Белгород - Воронеж, 2022., Усл. печ. л. 27 9
- 

**Зуев Николай Петрович**, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, эпизоотологии и паразитологии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1

Телефон: 89914057424

E-mail: zuev\_1960\_nikolai@ mail.ru

**Наумова С.В.**, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1

Телефон: 89914057424

E-mail: zuev\_1960\_nikolai@ mail.ru

**Лопатин Виталий Тимофеевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1

Телефон: 89002994584

E-mail: zuev\_1960\_nikolai@ mail.ru

**Курзаев Дмитрий**, обучающаяся, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1

Телефон: 89040824683

E-mail: zuev\_1960\_nikolai@ mail.ru